

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Escuela de Posgrado

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

**PRODUCCIÓN DE AGREGADO RECICLADO PARA
MITIGAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE
LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN
LA CIUDAD DE TACNA, AÑO 2017**

TESIS

PRESENTADA POR:

MGR. ESTEBAN BONIFACIO MACHACA MAMANI

Para optar el Grado Académico de:

DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES

TACNA - PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN –TACNA

Escuela de Posgrado

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

**PRODUCCIÓN DE AGREGADO RECICLADO PARA MITIGAR LOS
IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS RESIDUOS DE
CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE
TACNA, AÑO 2017**

Tesis sustentada y aprobada el 12 de octubre del 2018; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE :


.....
Dr. Roberto Encarnación Supo Hallasi

SECRETARIO :


.....
Dr. Jesús Placido Medina Salas

MIEMBRO :


.....
Dr. Raúl Alberto García Castro

ASESOR :


.....
Dr. Raúl Alberto García Castro

DEDICATORIA

Con inmenso cariño, a toda mi familia en especial a mis padres y a mi hijo Víctor Hugo, quien fue un gran apoyo durante el tiempo de desarrollo de la investigación.

AGRADECIMIENTO

Esta tesis doctoral, si bien ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación por parte del autor y su director de tesis, no hubiese sido posible su finalización sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que a continuación citaré, que me han ayudado y me han apoyado durante el desarrollo de este trabajo.

Al Dr. Benjamín José Dávila Flores.

A los Ingenieros Julián Nieto Quispe, Daniel Jesús Zevallos Ramos, Eddson Anthony Carizaile Laurente, Federico Paucar Tito, José Manuel Marca Huamán.

A los Bach. Samuel Santos Quispe Maquera, Pablo Armando Zegarra Rocha, Richard Tonconi Romero, Ivan William Coaquira Pilco, Juan Julio Uchasara Uchasara, Richard Pumachapi Quico, German Pongo Zapana. José Luis Mamani Alave, Hermes Álvarez Huanca.

A mi asesor de tesis el Dr. Raúl Alberto García Castro, por la orientación, tiempo, consejos y ayuda que me brindó para la realización de esta Tesis.

En general quisiera agradecer a todas y cada una de las personas que han vivido conmigo la realización de esta tesis doctoral, les agradezco el haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo y amistad.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
RESUMO.....	xx
INTRODUCCIÓN.....	01
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Formulación del problema	5
1.2.1 Problema general	5
1.2.2 Problemas específicos.....	5
1.3 Justificación e importancia de la investigación	5
1.4 Alcances y limitaciones.....	7
1.5 Objetivos.....	8
1.5.1 Objetivo general.....	8
1.5.2 Objetivos específicos.....	8
1.6 Hipótesis.....	9
1.6.1 Hipótesis general	9
1.6.2 Hipótesis específica.....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes del estudio	10
2.2 Bases teóricas	14
2.2.1 Normatividad vigente	14
2.2.2 Mitigación de impacto ambiental.....	15
2.2.3 Impacto ambiental de los residuos de la construcción.....	17

2.2.4	Gestión y manejo de residuos de la construcción y demolición.....	18
2.2.5	Indicadores impacto ambiental de residuos de construcción.....	24
2.2.6	Proceso de producción de agregado	35
2.2.7	Proceso de producción de agregado reciclado.....	43
2.2.8	Producción de agregado reciclado para la fabricación de concreto	54
2.2.9	Indicadores de producción de agregado reciclado.....	56
2.3	Definición de términos	59

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1	Tipo y diseño de investigación.....	64
3.1.1	Tipo de investigación	64
3.1.2	Diseño de investigación.....	64
3.2	Población y muestra	65
3.2.1	Población.....	65
3.2.2	Muestra.....	65
3.3	Operacionalización de las variables	66
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	67
3.5	Equipos, materiales e instrumentos.....	68
3.6	Procesamiento y análisis de datos	72
3.6.1	Procesamiento.....	72
3.6.2	Análisis de la información	74

CAPÍTULO IV: MARCO FILOSÓFICO

4.1	Fundamentos de la racionalidad ambiental desde el análisis epistemológico de la evaluación de impacto ambiental	75
4.2	Definición de racionalidad.....	76
4.3	Fundamentos para una racionalidad ambiental	79
4.4	La racionalidad a ser utilizada en las evaluaciones de impacto ambiental	80
4.5	Racionalidad e impacto ambiental.....	81

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1	Cálculo de volumen diagnóstico	82
5.2	Identificación de lugares críticos con RCD depositados en espacios públicos	84
5.3	Caracterización de RCD depositados en espacios públicos.....	90
5.3.1	Volumen del diagnóstico de RCD depositados en espacios públicos	90
5.3.2	Estimación de clasificación de RCD depositados en espacios públicos	91
5.3.3	Estimación de componentes de RCD depositados en espacios públicos	93
5.3.4	Estimación de RCD aprovechables - 2017.....	95
5.4	Descripción del área de estudio.....	96
5.4.1	Características físicas	98
5.4.2	Ambiente biológico	106
5.4.3	Ambiente demográfico	106
5.4.4	Características socioeconómicas	108
5.5	Identificación de impactos ambientales	110
5.5.1	Matriz causa – efecto.....	111
5.5.2	Metodología de evaluación de impactos ambientales	112
5.6	Descripción y evaluación de los impactos ambientales	119
5.6.1	Identificación de componente y factores ambientales	119
5.7	Evaluación de los impactos ambientales	121
5.7.1	Matriz de identificación de impactos	122
5.7.2	Matriz de evaluación de impactos previsible.....	124
5.7.3	Impactos previsible por la disposición inadecuada de los residuos de la construcción y demolición.....	129
5.7.4	Método utilizado para la evaluación del valor del paisaje.....	133
5.7.5	Estrategias para la mitigación del impacto ambiental negativo.....	137
5.7.6	Matriz de identificación y evaluación de impactos luego de aplicación de estrategias para la mitigación del impacto ambiental.....	140
5.8	Proceso de producción de agregado reciclado para la fabricación de concreto estructural	144

5.9	Procedimiento para la recolección de datos	147
5.9.1	Diagrama de flujo de proceso.....	147
5.10	Ensayos de laboratorio para agregados	152
5.10.1	Índice de resistencia a la carga puntual Is(50) ASTM D-5731	154
5.10.2	Abrasión	158
5.10.3	Granulometría	163
5.10.4	Peso específico y absorción.....	172
5.10.5	Peso unitario suelto y compactado de agregados	181
5.10.6	Humedad de agregado fino y grueso.	189
5.10.7	Diseño de mezclas con agregados reciclados	194
5.10.8	Resistencia a compresión	205
5.11	Resumen de propiedades de los agregados	215
5.12	Resumen de diseños de mezcla.....	217
5.13	Resumen resistencia a compresión comparación de % de sustitución 20 %,50 % y 100 % a 28 días.....	218
5.14	Resistencia a compresión de concreto elaborado con agregado reciclado	220
5.15	Prueba de hipótesis	221
5.15.1	Prueba de normalidad	221
5.15.2	Prueba de hipótesis de investigación	223
5.15.3	Prueba de normalidad	225
5.15.4	Prueba de hipótesis de investigación	226
 CAPÍTULO VI DISCUSIÓN		
	DISCUSIÓN	231
 CONCLUSIONES		
	CONCLUSIONES	235
	RECOMENDACIONES	237
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	239
	ANEXO	244

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	División de materiales según proceso constructivo NTP 400,050	21
Tabla 2.	Objetivos del Plan de Residuos de Construcción y Demolición II PNRCD	23
Tabla 3.	Clasificación de los residuos de acuerdo a su gestión	27
Tabla 4.	Composición en peso de los RCD	27
Tabla 5.	Composición en volumen de las materias primas en la construcción	28
Tabla 6.	Relación de componentes en peso de RCD	31
Tabla 7.	Tabla de composición de los RCD en porcentaje	31
Tabla 8.	Operacionalización de las variables	66
Tabla 9.	Equipos	70
Tabla 10.	Datos recogidos en campo para cada lugar identificado – 2017	83
Tabla 11.	Lugares identificados de disposición inadecuada de los RCD	86
Tabla 12.	Volúmenes de los lugares críticos identificados	90
Tabla 13.	Clasificación de residuos de la construcción y demolición	91
Tabla 14.	Estimación porcentual de componentes de los RDC - 2017	93
Tabla 15.	Estimación de componentes de los RDC - 2017	94
Tabla 16.	Estimación de cantidades de RCD aprovechables – Año 2017	95
Tabla 17.	Muestra: Suelo contaminado RCD-Ciudad Universitaria UNJBG	101
Tabla 18.	Concentraciones geoquímicas normales y anómalas de algunos elementos traza en suelos	103
Tabla 19.	Muestra: Suelo natural RCD-Ciudad Universitaria UNJBG	104

Tabla 20.	El valor agregado bruto 2016, valor a precios constantes de 2007 (miles de soles)	108
Tabla 21.	Atributos de impactos ambientales	113
Tabla 22.	Presentación de la valorización de los atributos y del resultado de aplicar la fórmula del índice de importancia (IM)	113
Tabla 23.	Valoración de los atributos de los impactos ambientales	115
Tabla 24.	Valoración de impacto	116
Tabla 25.	Descripción de los atributos de los impactos	117
Tabla 26.	Componentes, factores ambientales	120
Tabla 27.	Identificación de fuentes de impactos ambientales	121
Tabla 28.	Matriz de identificación (causa–efecto) - formalización de los cálculos	122
Tabla 29.	Matriz de identificación de impactos (causa–efecto)	123
Tabla 30.	Valoración cualitativa-Matriz de importancia de Conesa-formalización de los cálculos	124
Tabla 31.	Matriz de impacto ambiental; valoración cualitativa-matriz de importancia de Conesa 2009 sin estrategias para la mitigación del impacto ambiental	126
Tabla 32.	Valoración de impactos aplicando la metodología Conesa sin estrategias para la mitigación del impacto ambiental	127
Tabla 33.	Lista de adjetivos jerarquizados y su correlación con la escala universal de valores	134
Tabla 34.	Evaluación del valor del paisaje visual de los RCD depositados en la ciudad de Tacna-2017	135
Tabla 35.	Resultado de la valoración visual del paisaje visual de los RCD depositados en la ciudad de Tacna-2017	136
Tabla 36.	Matriz de impacto ambiental; valoración cualitativa-matriz de importancia de Conesa 2009 con estrategias para la mitigación del impacto ambiental	141

Tabla 37.	Valoración de impactos aplicando la metodología Conesa con estrategias para la mitigación del impacto ambiental	142
Tabla 38.	Distribución de muestras cilíndricas a ensayar	145
Tabla 39.	Índice de resistencia a la carga puntual $I_s(50)$: muestra de agregado grueso reciclado 100 %	157
Tabla 40.	Peso de agregado y número de esferas para agregados gruesos hasta 1 ½ " (ASTM C 131)	159
Tabla 41.	Abrasión los ángeles-formalización de los cálculos	160
Tabla 42.	Abrasión los ángeles de agregados gruesos reciclados 100%	161
Tabla 43.	Límites de granulometría según la norma ASTM C 33	163
Tabla 44.	Requerimientos de granulometría de los agregados gruesos	164
Tabla 45.	Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso	165
Tabla 46.	Granulometría del agregado grueso, formalización de los cálculos	166
Tabla 47.	Análisis granulométrico del agregado fino natural	167
Tabla 48.	Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado 20%	168
Tabla 49.	Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado 50%	169
Tabla 50.	Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado 100%	170
Tabla 51.	Peso específico y absorción del agregado fino	174
Tabla 52.	Mínimo peso de muestra a ensayar	175
Tabla 53.	Peso específico y absorción del agregado grueso reciclado	178
Tabla 54.	Peso específico y absorción de agregados natural y reciclado	180
Tabla 55.	Capacidad de la medida	181
Tabla 56.	Peso unitario suelto del agregado fino	183

Tabla 57.	Peso unitario compactado agregado fino	184
Tabla 58.	Peso unitario suelto (P.U.S.) del agregado grueso reciclado	186
Tabla 59.	Peso unitario compactado (P.U.C.) agregado grueso reciclado	187
Tabla 60.	Peso unitario suelto y compactado de agregados (g/cm ³)	188
Tabla 61.	Contenido de humedad total del agregado fino.	190
Tabla 62.	Contenido de humedad total del agregado grueso reciclado (ASTM C566-97)	191
Tabla 63.	Resumen contenido de humedad de agregados	193
Tabla 64.	Registro de asentamiento de la mezcla (cm).	196
Tabla 65.	Diseño de mezclas R-20, 20% agregado grueso reciclado por el método ACI	199
Tabla 66.	Diseño de mezclas R-50, 50% agregado grueso reciclado por el método ACI	201
Tabla 67.	Diseño de mezclas R-100, 100% agregado grueso reciclado por el método ACI	203
Tabla 68.	Resistencia a compresión especificado: f'c = 210 kg/cm ² - agregado grueso reciclado 20%	206
Tabla 69.	Resistencia a compresión especificado: f'c = 210 kg/cm ² - agregado grueso reciclado 50%	209
Tabla 70.	Resistencia a compresión especificado: f'c = 210 kg/cm ² - Agregado grueso reciclado 100%	212
Tabla 71.	Propiedades de agregado fino natural	215
Tabla 72.	Resumen de propiedades de agregados gruesos reciclados	216
Tabla 73.	Resumen de dosificación de diseños de mezcla con agregado reciclado	217
Tabla 74.	Resistencia a compresión especificado f'c = 210 kg/cm ² - agregado grueso 20 %,50 % y 100% a 28 días de curado	218

Tabla 75.	Resistencia a compresión obtenida en laboratorio de concreto elaborado con agregados reciclados a 28 días de curado	220
Tabla 76.	Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk.	222
Tabla 77.	Prueba de estadística Rangos de Wilcoxon	224
Tabla 78.	Pruebas de normalidad	226
Tabla 79.	Prueba de muestra única	227
Tabla 80.	Valoración prospectiva del cambio de uso actual del suelo, utilizando el material reciclado	228
Tabla 81.	Valoración prospectiva de la afectación del paisaje visual, utilizando el material reciclado	229

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Residuos de la actividad de la construcción	21
Figura 2.	Desechos generados por el laboratorio de Mecánica de Rocas y Concreto de la UNJBG	26
Figura 3.	Clasificación de los RCD	30
Figura 4.	Canteras de Viñani en el D.C.G.A.L.-Tacna.	35
Figura 5.	Cargador frontal de ruedas en las Canteras de Viñani en el D.C.G.A.L.-Tacna	38
Figura 6.	Planta móvil reciclado de RCDs	40
Figura 7.	Tolva con una criba de corte a través de una cinta transportadora en las Canteras de Viñani en el D.C.G.A.L.-Tacna	42
Figura 8.	Corte de una trituradora de mandíbulas simple efecto	43
Figura 9.	Esquema de una planta de tratamiento de RCD	45
Figura 10.	Diagrama de flujo de una planta de tratamiento de RCD	47
Figura 11.	Fracciones obtenidas de un proceso selectivo de demolición	48
Figura 12.	Esquema general del ciclo de vida de un RCD	49
Figura 13.	Procedimiento para la producción de agregados reciclados sugerido por el comité del ACI 555	52
Figura 14.	Propuesta de sistema de gestión de RCD	53
Figura 15.	Obtención de agregados naturales de la Cantera de Viñani en el D.C.G.A.L.-Tacna	68
Figura 16.	Obtención de agregado grueso reciclado de escombros de la C.U. UNJBG	69
Figura 17.	Cemento IP puzolánico y aditivo plastificante	70
Figura 18.	Equipos utilizados en laboratorio de Mecánica de Rocas y Concreto de la UNJBG	71

Figura 19.	Fórmula para la estimación de volúmenes de RCD, para la forma de trapezoide/paralelepípedo	82
Figura 20.	Agregado grueso reciclado a partir de escombros de la C.U. UNJBG	84
Figura 21.	Mapa político de la región Tacna	85
Figura 22.	GPS manual marca GARMIN modelo 72H.	87
Figura 23.	Mapa de identificación de lugares críticos zona de AB. Leguía-2017.	87
Figura 24.	Mapa de identificación de lugares críticos zona de Viñani-2017	88
Figura 25.	Mapa de identificación de lugares críticos zona de D. G. Albarracín L. y ciudad de Tacna-2017	89
Figura 26.	Área ambiental de influencia directa comprende las áreas urbanas de la ciudad de Tacna-2017	97
Figura 27.	Análisis de laboratorio de suelo contaminado por RCD en el laboratorito de microscopia de la Escuela de Metalurgia de la UNJBG	100
Figura 28.	La tabla periódica de elementos en la biosfera	102
Figura 29.	Esquema general de la EIA	121
Figura 30.	Síntesis de valoración de impactos mediante la metodología Conesa sin estrategias para la mitigación del impacto ambiental (MIA)	128
Figura 31.	Síntesis de valoración de impactos mediante la metodología Conesa con estrategias para la mitigación del impacto ambiental (MIA)	143
Figura 32.	Diagrama de flujo de proceso para la producción de agregado reciclado para concreto estructural	146
Figura 33.	Zona denominada las Canteras de Viñani en el D.C.G.A.L.-Tacna	147

Figura 34.	Agregado grueso reciclado obtenido en la chancadora del laboratorio de Mineralurgia de la Facultad de Ingeniería de la UNJBG	149
Figura 35.	Caracterización del concreto elaborado con agregado reciclado producto de residuos construcción y demolición de elementos de concreto	152
Figura 36.	Ensayos de laboratorio para agregados	153
Figura 37.	Índice de resistencia a la carga puntual I_s (50)	156
Figura 38.	Peso de material que pasa el tamiz N° 12 de agregados gruesos reciclados 1001,4 gr	162
Figura 39.	Granulometría del agregado grueso reciclado	171
Figura 40.	Peso específico de agregado fino natural	173
Figura 41.	Peso específico y porcentaje de absorción agregado grueso reciclado	179
Figura 42.	Peso de la muestra suelta más vasija para peso unitario compactado agregado fino	185
Figura 43.	Peso de la muestra secada al horno agregado grueso reciclado 50%	192
Figura 44.	Dosificación diseño de mezcla; agua, cemento, agregados fino, grueso reciclado y aditivo	194
Figura 45.	Diseño de mezcla; mezclador, asentamiento, moldeado y curado de briquetas	195
Figura 46.	Gráfico resistencia a compresión de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 20% de agregado reciclado	207
Figura 47.	Resistencia a compresión de diseños $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 20% de agregado reciclado	208
Figura 48.	Gráfico resistencia a compresión de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 50% de agregado reciclado	210
Figura 49.	Resistencia a compresión de diseños $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 50% de agregado reciclado	211

Figura 50.	Gráfico resistencia a compresión de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 100% de agregado reciclado	213
Figura 51.	Resistencia a compresión de diseños $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 100% de agregado reciclado	214
Figura 52.	Gráfico resistencia a compresión de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 20%, 50% y 100% de agregado reciclado a 28 días	219

RESUMEN

La tesis tiene por objeto “determinar en qué medida la producción de agregado reciclado es una alternativa para mitigar los impactos ambientales de los residuos de construcción en la ciudad de Tacna”; con este fin se optó por una investigación aplicada con diseño en una primera parte descriptivo cualitativo y cuantitativo, se realizó una evaluación de los focos de depósitos con residuos de construcción, seguidamente se evaluó el impacto ambiental de los residuos sobre las componentes ambientales. En una segunda parte el diseño es experimental, se experimentó con el diseño de mezcla usando agregado reciclado para fabricar concreto estructural. La población está conformada por 14 focos de residuos sólidos de construcción depositados en 4 zonas de mayor incidencia y 27 briquetas de concreto reciclado, divididos en 3 grupos de 9 briquetas, con 20%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado. Los resultados reportan un alto nivel de impacto ambiental en Cambio del Uso Actual del Suelo y Afectación del Paisaje Visual; el Valor Numérico del Paisaje Visual de los RCD depositados en la Ciudad de Tacna-2017 en promedio es de: 0,75, Valor nominal: Bajo y Adjetivo: Pésimo. Los ensayos de briquetas a compresión, mostraron que a los 28 días con agregado grueso reciclado de 20% alcanzó 111,43%, con 50% el 104,43% y con 100% el 97,24%; de la resistencia requerida de 210 Kg/cm². La prueba de hipótesis realizada con la prueba t de muestra única, a un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$, se obtiene p valor = 0,044, comparando $p < 0,05$, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyéndose que el concreto con agregados reciclados, son factibles de ser usados como concreto estructural en obras civiles y es una alternativa para mitigar el impacto ambiental. A su vez los impactos en Cambio del Uso Actual del Suelo y afectación del Paisaje Visual son significativos.

Palabras Clave: Impacto ambiental, residuos de la construcción, agregado reciclado, diseño de mezclas.

ABSTRACT

The thesis aims to "determine to what extent the production of recycled aggregate is an alternative to mitigate the environmental impacts of construction waste in the city of Tacna"; To this end, we opted for an applied research with design in a qualitative and quantitative first descriptive part, an assessment of the foci of deposits with construction waste was carried out, then the environmental impact of the waste on the environmental components was evaluated. In a second part the design is experimental, we experimented with the design of mix using recycled aggregate to manufacture structural concrete for civil works. The population consists of 14 solid waste foci of construction deposited in 4 areas of higher incidence and 27 recycled concrete briquettes, divided into 3 test groups of 9 briquettes, with 20%, 50% and 100% of coarse aggregate recycled. The results report a high level of environmental impact in Change of Current Land Use and Visual Landscape Affectation; The Numerical Value of the Visual Landscape of the RCD deposited in the City of Tacna-2017 on average is: 0,75, Nominal Value: Low and Adjective: Poor. The compression briquette tests showed that at 28 days with coarse recycled aggregate of 20% it reached 111,43%, with 50% 104,43% and with 100% 97,24%; of the required resistance of 210 Kg/cm², the hypothesis test carried out with the single sample T test, at a significance level of $\alpha = 0,05$, we obtain p value = 0,044, comparing $p < 0,05$, by therefore, the null hypothesis is rejected and the alternative hypothesis is accepted, in conclusion, the concrete with recycled aggregates, are feasible to be used as structural concrete in civil works and it is an alternative to mitigate the environmental impact. At the same time, the impacts on Change of Current Land Use and affectation of the Visual Landscape are significant.

Key words: Environmental impact, construction waste, recycled aggregate, mix design, concrete.

RESUMO

A tese visa "determinar em que medida a produção de agregados reciclados é uma alternativa para mitigar os impactos ambientais dos resíduos de construção na cidade de Tacna"; Para este fim, optou para a investigação aplicada para projetar uma primeira parte descritiva qualitativa e quantitativa, uma avaliação das fontes de depósitos de resíduos de construção foi feita, então o impacto ambiental dos resíduos em componentes ambientais foi avaliada. Em uma segunda parte o projeto é experimental, nós experimentamos com o projeto de mistura usando agregado reciclado para fabricar concreto estrutural para obras civis. A população é constituída por 14 resíduos de focos de construção sólido depositado em quatro zonas de maior incidência e 27 briquetes betão reciclado, divididos em 3 grupos de teste de nove briquetes, com 20%, 50% e 100% da espessura agregados reciclados. Os resultados relatam um alto nível de impacto ambiental na Mudança do Uso Atual da Terra e na Paisagem Visual Afetada; O valor numérico do RCD Visual paisagem depositado na Cidade de Tacna-2017 médio é de 0,75, valor nominal: Baixa e Adjetivo: terrível. compressão briquete ensaios, mostrou que no dia 28 com reciclagem de agregado grosso atingiu 20% 111,43% 104,43% a 50% e 100%, 97,24%; a força necessária de 210 kg/cm², hipótese Ensaios realizados apenas com a amostra de teste t, a um nível de significância de $\alpha = 0,05$ é obtido o valor de $p = 0,044$ comparando $p < 0,05$, pela assim, a hipótese nula é rejeitada ea hipótese alternativa for aceita, em conclusão, o concreto com agregados reciclados são viáveis para ser usado como concreto estrutural em obras de construção civil e é uma alternativa para mitigar o impacto ambiental. Ao mesmo tempo, os impactos na mudança do Uso Atual da Terra e na afetação da Paisagem Visual são significativos.

Palavras-chave: impacto ambiental, resíduos de construção, agregado reciclado, projeto de mistura.

ABREVIATURAS Y SIGLAS

AC	=	Acumulación
ACI	=	American Concrete Institute
AR	=	Áridos Reciclados
ASIS	=	Análisis de Situación de Salud
ASTM	=	American Society for Testing and Materials
CD	=	Concreto de demolición
CO ₂	=	Dióxido de Carbono
DIGESA	=	Dirección General de Salud Ambiental
EF	=	Efecto
EHE 08	=	Instrucción Española del Hormigón Estructural
EIA	=	Evaluación de Impacto Ambiental
EPS-RS	=	Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos
ER	=	Excedente de Remoción
ESIA	=	Estudio de Impacto Ambiental
EX	=	Extensión
GNC	=	Granulado no clasificado
GPS	=	Global Positioning System
IM	=	Índice de Importancia
IN	=	Intensidad
INACAL	=	Instituto Nacional de Calidad
INADUR	=	Instituto Nacional de Desarrollo Urbano
INEI	=	Instituto Nacional de Estadística E Informática
Is(50)	=	índice de carga puntual
L	=	Ladrillo
LMRC	=	Laboratorio de Mecánica de Rocas y concreto de la UNJBG
MC	=	Recuperabilidad

MCDT	=	Maderas de construcción y demolición tratadas
MO	=	Momento
MTC	=	Ministerio de Transporte y Comunicaciones
N	=	Naturaleza
NC	=	Norma Cubana
NTP	=	Norma Técnica Peruana
OEFA	=	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
ORCDNP	=	Otros RCD no peligrosos
ORCDP	=	Otros RCD peligrosos
ORSNCD	=	Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición
OTROS	=	Otros RCD no peligrosos más RCD peligrosos más Otros Residuos Sólidos no de RCD
PBI	=	Producto Bruto Interno
PE	=	Persistencia
PNIR	=	Plan Nacional Integrado de Residuos
PNRCD	=	Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición
RA	=	RCD aprovechables
RAEE	=	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
RCD	=	residuos de construcción y demolición
RCDNP	=	RCD no peligrosos
RCDP	=	RCD peligrosos
RD	=	Residuos domiciliarios
PR	=	Periodicidad
RMCD	=	Residuos minerales de construcción y demolición
RNA	=	RCD no aprovechables
RP	=	Residuos Peligrosos
RPM	=	Racionalidad Procedimental Multicriterio
RSP	=	Residuos sólidos peligrosos
RV	=	Reversibilidad
S	=	Sinergia

SINIA	=	Sistema Nacional de Información Ambiental
SIS	=	Seguro Integral de Salud
SPSS	=	Statistical Package for the Social Sciences
VAB	=	Valor Agregado Bruto
VOL	=	Volumen

INTRODUCCION

Los residuos generados por las actividades de construcción y demolición, traen impactos para el medio ambiente. La falta de rellenos sanitarios para su disposición, la falta de compromiso de las autoridades municipales en la implementación de sistemas de gestión ambiental y la falta de educación ambiental de la población implican el manejo inadecuado de estos residuos, los cuales generalmente se desechan sin previo aprovechamiento, lo cual constituye un riesgo para el medio ambiente y la salud del ser humano, no solo al disponer sin reciclar, sino también al disponer de manera desordenada, generando focos contaminantes en lugares públicos de la ciudad de Tacna.

La presente investigación pretende demostrar que es posible sustituir los agregados naturales por agregados reciclados producto de los residuos de construcción y demolición (RCD) para producir nuevo concreto hidráulico, para ello los agregados deben tener un proceso de selección y tratamiento para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, todo ello con la finalidad de mitigar el impacto ambiental en la ciudad de Tacna.

Para esta investigación, los agregados reciclados fueron obtenidos a partir de escombros generados por el Laboratorio de Mecánica de rocas y Concreto de la Facultad de Ingeniería de la UNJBG, éstos residuos son provenientes de los ensayos a compresión de bloques, vigas y columnas de concreto, adoquines, cilindros de concreto, y desperdicio de concreto. Estos residuos tuvieron un proceso de selección y tratamiento que incluye una limpieza adecuada, reducción de tamaño manual, trituración, clasificación manual por medio de la malla N° 4 para separar el agregado grueso del fino para utilizar sólo el agregado grueso reciclado.

El agregado grueso reciclado tratado fue sometido a diferentes pruebas de laboratorio para obtener sus propiedades físicas y mecánicas y para realizar un diseño de mezcla para una resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, esta resistencia fue elegida porque los escombros tenían ese diseño de acuerdo con la selección del material que se realizó in situ.

El nuevo hormigón fue producido con la ayuda de un mezclador de 6 ft^3 , para el diseño se decidió por tres combinaciones en los agregados gruesos 1) 20% agregado grueso reciclado y 80% agregado grueso natural, 2) 50% agregado grueso reciclado y 50% agregado grueso natural 3) 100% agregado grueso reciclado. Estos agregados fueron mezclados con cemento, agua, agregado fino natural y aditivo plastificante de acuerdo con el diseño de mezcla.

También es necesario indicar que para elaborar el concreto y ser usado en las construcciones, la materia prima importante, son los agregados gruesos y finos naturales. Estos fueron extraídos de la cantera de Viñani del distrito de Gregorio Albarracín L. y que, a la sobreexplotación de ésta modifica el medio y genera impactos perjudiciales.

Es por esta razón que se tiene la inquietud de tratar de solucionar este problema ambiental al efectuar la presente investigación, la alternativa es reemplazar el uso de estos agregados naturales por agregados reciclados producto de los residuos de la construcción y demolición los cuales además de ayudar a reducir el impacto al medio ambiente, ayudaría a que el propio municipio de la ciudad de Tacna se beneficie de los RCD reaprovecharles, los materiales que les serviría como insumo para la generación de nuevas obras municipales, en ampliaciones y remodelaciones de viviendas, entre otros. En el caso de los residuos reciclables, sean transferidos a una planta de tratamiento, y por último los residuos que no sean aprovechables a disposición final.

Los resultados demostraron que, si es posible producir agregados reciclados a partir de los RCD y aprovecharlos en la producción de nuevos concretos hidráulicos, para diferentes dosificaciones se tuvo diferentes resultados, pero todos llegaron a resultados aceptables.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las obras de construcción o demolición generan residuos sólidos que alcanzan volúmenes significativos. Algunas de las principales fuentes son: concreto hidráulico, ladrillos, bloques de albañilería, acero, hierro, madera, vidrio, plástico, aluminio, cobre, etc. el impacto sobre el medio ambiente reside principalmente en el depósito de estos, generalmente se hace en tierras a cielo abierto, porque no se cumple con la regulación existente, como resultado, se tiene el daño del Paisaje Visual, la generación de lixiviados, que corren el riesgo de ser transportados por los mantos freáticos superficiales contaminando el agua en ellos. Todo esto causa un impacto negativo en el aire, el agua y el suelo.

En la ciudad de Tacna se realizan obras de construcción civil a través del gobierno local y regional y particulares, permitiendo materializar gradualmente su expansión física, favoreciendo el cumplimiento de los requerimientos cada vez más crecientes de infraestructura, debido al incremento de la población local, de acuerdo a los objetivos y metas propuestas dentro de la política regional. Sin embargo, también se pone de manifiesto un mal manejo ambiental, debido a la generación de desechos producto de las obras y que actualmente se encuentran dispersos, sin una disposición adecuada, esta ineficiencia es atribuida entre otros a la no clasificación de los residuos, sobre todo, porque la mayor parte de estos residuos son susceptibles de valorización, que permita una reutilización y reciclaje para una minimización de las cantidades de residuos sólidos desechados.

Teniendo presente la disposición inadecuada de residuos de construcción y demolición es un tema de importancia en la localidad, merece ser atendida con la mayor brevedad reciclando estos residuos y para asegurarnos de que es

posible la utilización de estos agregados reciclados, es necesario analizar el árido reciclado obtenido de los residuos de construcción y demolición de la ciudad de Tacna, y para ello es necesario realizar ensayos para medir la densidad, la absorción, la resistencia.

Debido a los problemas ambientales del sector de construcción, por la generación de residuos, surge la idea de realizar estudios especializados para encontrar estrategias para la producción de materiales de construcción alternativos en los que se utilicen residuos de construcción y demolición en lugar de materias primas originales.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿En qué medida la producción de agregado reciclado es una alternativa para mitigar los impactos ambientales de los residuos de construcción en la ciudad de Tacna, año 2017?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el nivel del impacto ambiental que producen los residuos de la construcción en el medio ambiente, en la ciudad de Tacna?
- b) ¿En qué medida es posible aprovechar los residuos de la construcción en la producción de agregados reciclados para concreto estructural, en la ciudad de Tacna?

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad los conceptos de ecología y medio ambiente están adquiriendo mayor importancia a nivel mundial, esto afecta directamente a la industria de la construcción, ya que las actividades relacionadas con la construcción pueden tener consecuencias perjudiciales e incluso irreversibles sobre el medio ambiente.

Desde un punto de vista teórico, la investigación aporta a la teoría, en la medida que existe una tendencia al reciclaje de concreto proveniente de residuos de construcción y demolición, debido a la gran demanda de agregados que hay en nuestra ciudad, el elevado costo de estos y a la conservación del medio ambiente, por lo que consideramos un tema valioso, buscando prevenir la contaminación y sobreexplotación de recursos naturales.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación permitirá estructurar métodos con el objeto de medir las variables de estudio, propiciando el diseño de instrumentos de recolección de datos, provenientes de las observaciones en laboratorio, para esto analizaremos en primer lugar las características requeridas de los agregados reciclados, y la normativa que se le aplica. Estudiar la viabilidad técnica de la producción de agregados reciclados, mediante ensayos de laboratorio que permitan conocer sus características, se realizan ensayos para medir la resistencia, la absorción, la densidad y verificar si es posible el uso de estos agregados, debido a que el material depende de su procedencia y del tipo de residuos de la construcción del cual fue obtenido.

En el sentido práctico, la presente investigación toma en cuenta los residuos de la construcción y demolición depositados en diferentes lugares de la ciudad, contaminando el suelo y afectando al paisaje visual, se propone: la producción de agregado reciclado utilizando residuos de construcción, para diversos usos; esto permitirá que sea viable mitigar el impacto ambiental en el suelo y en el paisaje visual en la ciudad de Tacna, que permitirá liberar espacios que actualmente son ocupados, también disminuir la extracción de agregado natural, el cual tiene un fin medioambiental, la reducción de la extracción de este material. Por otro lado, el impacto en el aspecto económico también es considerable, diversos estudios alrededor del mundo han demostrado que estos desechos generan un 40% de los totales producidos por el hombre como se indica en Agenda 21, que es una lista de asuntos que requieren atención debido a su impacto ecológico y que desea promover el desarrollo sustentable en el siglo XXI, que es donde se verán los cambios derivados del impacto ecológico y

su costo tanto para tratamiento como para acarreo asciende a sumas monetarias considerables (García, 2009).

Las informaciones de los trabajos científicos muestran que la actividad de la construcción contribuye con altos niveles de generación de residuos que se percibe principalmente en las ciudades, pero también demuestra las características particulares y distintas que esta actividad posee, a diferencia de otras actividades industriales, nos plantea un tratamiento que es diferenciado en cuanto a las propuestas para ayudar a resolver este problema ambiental.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

El período de tiempo de recolección de la información comprende un año de duración a partir de enero del 2017, por tanto, representa una de las limitaciones del trabajo.

Una limitación es la falta de bibliografía para el contexto de nuestra realidad, ya que la bibliografía especializada con que se cuenta es del mundo académico extranjero que corresponde a otras realidades distintas a la nuestra.

Por otro lado, para el análisis de variables, se sabe que una propuesta de este tipo debe aplicarse a nivel interdisciplinario, es decir, en todas las ciencias que estudian las ciencias ambientales, para obtener resultados más satisfactorios; pero debido a la complejidad de su implementación, para la descripción de las condiciones físicas, biológicas y sociales se realizó sólo en evaluaciones y análisis de información obtenidos de los institutos correspondientes a cada especialidad.

La elaboración de la evaluación de impacto ambiental se limitó solo a la ciudad de Tacna y al año 2017. La muestra con la cual se trabajó en la evaluación del impacto ambiental, corresponde solo a la ciudad de Tacna, siendo una limitación del trabajo.

La cooperación de los responsables de los laboratorios para proporcionar información, disponibilidad de equipos de laboratorio para la ejecución de las pruebas necesarias para nuestro propósito en el tiempo requerido, se realizó ensayos físicos mecánicos de los materiales, ensayos de análisis de suelo y estudio de alteración del paisaje visual, que en nuestro medio es muy limitada, lo cual dificultó el trabajo.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Establecer en qué medida la producción de agregado reciclado es una alternativa para mitigar los impactos ambientales de los residuos de construcción dispuestos inadecuadamente en la ciudad de Tacna, año 2017.

1.5.2 Objetivos específicos

- a) Determinar el nivel de impacto ambiental en el medio ambiente que producen los residuos de la construcción dispuestos inadecuadamente, en la ciudad de Tacna antes y después de aplicar las estrategias de mitigación.
- b) Aprovechar los residuos de la construcción en la producción de agregados reciclados para ser usados como concreto estructural de 210 kg/cm² en la ciudad de Tacna.

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 Hipótesis general

La producción de agregado reciclado es una alternativa viable para mitigar los impactos ambientales de los residuos de construcción en la ciudad de Tacna, año 2017.

1.6.2 Hipótesis específica

- a) El nivel de impacto ambiental que producen los residuos de construcción difiere después de aplicar las estrategias de mitigación ambiental, en la ciudad de Tacna.
- b) Es posible aprovechar los residuos de la construcción en la producción de agregados reciclados para ser usados como concreto estructural dado que la resistencia obtenida es mayor a 210 kg/cm^2 en la ciudad de Tacna.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

El autor (Suárez, 2015), en el trabajo cuyo objetivo fue “propuesta metodológica, a modo de herramienta funcional, que permita evaluar la producción primaria y la producción secundaria de los materiales pétreos y elegir la opción óptima teniendo en cuenta el criterio medio ambiental y el económico”.

La metodología aplicada es una propuesta metodológica para materiales pétreos en construcción. Los parámetros considerados para la elección de los materiales fueron: su cantidad dentro de los RCD y su impacto medioambiental, también por su potencial para ser utilizado en la producción de nuevos materiales de construcción, del mismo modo como el uso para agregados en la producción del concreto. La herramienta para la evaluación utilizada para la propuesta metodológica fue el análisis del ciclo de vida para evaluar los impactos medioambientales y los métodos multicriterio para evaluar los materiales pétreos. Los resultados evidencian que la mejor opción para la producción de concreto estructural en todas las clasificaciones de los criterios evaluados ha sido el concreto estructural con 20% de agregado reciclado. Se concluye, de acuerdo con los resultados de la aplicación de esta propuesta a los materiales evaluados, que el reciclado del RCD en la producción de materiales pétreos es viable, tanto en términos ambientales como económicos en España.

Los autores (Amaru & Miranda, 2017), en el trabajo cuyo objetivo fue “Proponer mecanismos de Gestión Ambiental para el aprovechamiento y disposición adecuada de los residuos de la construcción y demolición generados por los pobladores del distrito de San Bartolo-Lima”. La metodología es de tipo

cuali-cuantitativa y descriptiva, más no experimental, se hizo la recolección de información de la producción de RCD, cantidad generada y tipo de residuos. La metodología para alcanzar los objetivos de la Gestión Ambiental del RCD, consiste en la realización de trabajos de campo. Los resultados fueron obtenidos a partir de encuestas a 251 personas. También se elabora la Matriz de impacto ambiental, en cuanto al Suelo, se encuentra la mala disposición del residuo de la construcción y demolición constituyen impactos de naturaleza negativa, con Intensidad media con área de influencia puntual y corto plazo de manifestación, la permanencia del efecto es fugaz, la reversibilidad es a corto plazo y no se presenta sinergia, tiene una acumulación simple, ya que sería restablecida a sus condiciones originales. La relación causa-efecto es directa, la regularidad de manifestación es irregular. En cuanto al paisaje, sufrirá impactos de naturaleza negativa en consecuencia a la mala disposición de los RCD, con intensidad media y el área de influencia puntual, el plazo de manifestación es inmediato y su permanencia es fugaz, la reversibilidad es a corto plazo, no presenta sinergia, la acumulación es acumulativo. La relación causa-efecto es directa, la regularidad de manifestación es continua. Se concluye el volumen total de RCD aprovechables dispuestos en espacios públicos en el distrito de San Bartolo, de todos los puntos identificados es 13 490,16 m³.

El autor (Carbajal, 2018), cuyo objetivo fue “Analizar la gestión y manejo actual de residuos de las actividades de construcción civil del sector vivienda en Lima y Callao”. Respecto a la metodología la investigación, este trabajo de investigación se elaboró mediante la revisión de documentos científicos y normas tanto legales como técnicas. También se revisó las referencias bibliográficas y los artículos que otros autores. En cuanto a las normas legales y técnicas se revisó la página web del SINIA (Sistema Nacional de Información Ambiental). Por otro lado, se realizó la búsqueda de Normas Técnicas Peruanas relacionadas a los residuos de construcción y demolición en el portal de INACAL. Los resultados fueron la elaboración de un diagnóstico de la gestión y manejo de los RCD del sector vivienda en Lima y Callao. También proponer alternativas de mejora para la gestión y manejo de los RCD del sector vivienda en Lima y Callao.

Se concluye que han surgido algunas empresas especializadas en el manejo de estos residuos dando señales de la creación de un nicho de mercado inserto dentro de la formalidad de la gestión y manejo adecuados de los RCD, se cuenta con una norma técnica (NTP 400.050:2017) especializada en la materia y se han creado mecanismos para la contabilización de este tipo de residuos.

Los autores (Gálvez & Victoria, 2014) publicó el trabajo titulado “Evaluación de la gestión de residuos de la construcción de la ciudad universitaria sede Los Granados, de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Tacna”. Entre la metodología para la evaluación del valor visual del paisaje, se utilizó el método directo de subjetividad representativa, valorando con encuestas. Se realizó el muestreo aleatorio estratificado, con afijación proporcional, donde el tamaño de muestra fue de 258. En la caracterización de los RSC la finalidad fue generar información sobre la cantidad y características de los RSC producidos, mediante el manejo de los métodos de muestreo estadístico y análisis. Primero se determinó los principales componentes de los RSC, y segundo la proporción de cada uno de los componentes. Los resultados evidencian que el valor visual del paisaje de la ciudad universitaria de la UNJBG-Tacna, sede los Granados, tiene un valor numérico de 1,92; con un valor nominal de bajo y una categoría de sin interés. De los RSC, el 86% está compuesto por áridos; el 6,50% y 2,20% lo constituyen ladrillos y mezclas de cemento respectivamente y el 1% está compuesto por residuos de mayor valor económico (fierro, madera, plásticos, envases metálicos, papel, cartón y vidrio). Se concluye que los RSC deben ser clasificados, así mismo el 94% aprecia que la ciudad universitaria está siendo contaminada por los RSC, del cual el 66% manifiesta que el grado de contaminación es alto. El valor visual, que los miembros de la comunidad universitaria le dan al paisaje de la ciudad universitaria es de 1,92, valor nominal bajo, y categoría sin interés.

Los autores (Bedoya & Dzul, 2015), publicó el trabajo titulado “El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana”. El método utilizado fue el de caracterizar las materias primas. Para la selección de las

materias primas, en el caso del agregado grueso reciclado, se utilizó sólo el residuo de hormigón. Estos agregados fueron caracterizados por técnicas físicas: módulo de finura, porcentaje de absorción y densidad del residuo seco. Los resultados evidencian para agregado grueso 25-R; 75% natural-25% reciclado; módulo de finura de la arena: 3,30, peso específico arena: 2,74 g/cm³, absorción arena: 3,00%, peso específico grava: 2,82 g/cm³, peso volumétrico grava compactada: 1 129,00 kg/m³, tamaño máximo de la grava: 19,05 mm, absorción de la grava: 1,34%. Se concluye en este trabajo que los agregados obtenidos a partir del reciclaje de escombros, aunque presentan diferencias en algunas de sus características, pueden ser susceptibles de ser utilizados como materia prima en un nuevo material de construcción como concreto, pues no todas las mezclas son necesarias para el uso estructural. Sin embargo, es factible hacer concreto para uso estructural si se observa que la mezcla con sustituciones del 25% permanece prácticamente igual en su desempeño: resistencia, porosidad y costos, con relación a la mezcla de referencia.

Los autores (Domínguez & Martínez, 2007), publicó el trabajo titulado “Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas”. En la metodología se describe el muestreo de la materia prima siguiendo los criterios del muestreo determinístico intencional, se colectaron en la ciudad de Chetumal, (sureste de México), 42 m³ de residuos de siete lugares distintos, el método expone la fabricación y caracterización de agregados, elementos constructivos y concretos simples reciclados. Los materiales se sometieron a ensayos físico-mecánicos básicos en laboratorio. Se realizó el diseño de mezclas (ACI 211.1); “Práctica para seleccionar las proporciones para concreto normal, pesado y masivo”. Los concretos se diseñaron para resistencias a la compresión de 150, 200 y 250 kg/cm². Los resultados evidencian que no se alcanzaron todos los estándares en su totalidad, pero se encontraron resultados positivos en comparación con materiales de referencia de la región. Características físico-mecánicas del agregado reciclado fueron: módulo de finura de la arena: 2,82, peso específico arena: 1,91 kg/l, absorción arena: 14,03%, peso específico grava: 1,99 kg/l, peso volumétrico

grava compactada: 1 129,00 kg/m³, tamaño máximo de la grava: ¾” o 20 mm, absorción de la grava: 11,82%. Se concluye que la reinsertión de los residuos al ciclo productivo de la construcción es una alternativa con la calidad necesaria, y el módulo de vivienda representa un ejemplo demostrativo para la transferencia de tecnología a la sociedad, además de los beneficios ecológicos implícitos.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Normatividad vigente

En el Perú los principios para la gestión de residuos sólidos de la construcción y demolición se encuentran establecidos en la Ley N° 27314 Ley General de Residuos Sólidos, la Ley N° 28611 Ley General del Ambiente y la Ley N° 28245 Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Por otro lado, el ministerio de vivienda y construcción aprueba el “Reglamento para la gestión de residuos sólidos de la construcción y demolición” y Decreto Supremo que modifica éste Reglamento D.S. N° 019-2016-VIVIENDA, también se tiene la Norma Técnica Peruana NTP 400.050:2017 Manejo de Residuos de la Actividad de la Construcción.

Aunque la legislación actual regula la gestión correcta de estos residuos, ésta no se está llevando a la práctica.

En el Perú, rige desde febrero del 2013 el Reglamento para la Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD).

Objetivos específicos de la norma:

- a) Definir las funciones de las autoridades que intervienen en la gestión de RCD.
- b) Regular la minimización de residuos, segregación en la fuente, reaprovechamiento, almacenamiento, recolección, comercialización, transporte, tratamiento, transferencia y disposición final de los residuos

sólidos no peligrosos y peligrosos procedentes de la actividad de la construcción, demolición.

- c) Regular la recolección de los RCD declarados en abandono que se encuentren en los espacios públicos o privados.
- d) Establecer mecanismos de coordinación, comunicación y seguimiento para la participación de las instituciones y la población en caso de desastre natural, antrópico y emergencia ambiental.
- e) Promover e incentivar la participación de la inversión privada en las diversas etapas de la gestión de los RCD, promoviendo el reaprovechamiento de los recursos que puedan ser generados a partir de los residuos sólidos no peligrosos de la construcción y demolición.

El Reglamento está enmarcado en función a lo dispuesto en la Ley N° 27314 Ley General de Residuos Sólidos y el Decreto Supremo N° 057-2004-PCM Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos y las Normas Técnicas Peruanas de Construcción a cargo del Instituto Nacional de Defensa de la competencia y de la protección de la propiedad intelectual–INDECOPI.

2.2.2 Mitigación de impacto ambiental

Se define mitigación a las medidas que se deben tomar para contrarrestar o minimizar los impactos ambientales negativos que pudieran tener algunas intervenciones antrópicas. Estas medidas deben estar consolidadas en un Plan de mitigación, el que debe formar parte del Estudio de Impacto Ambiental (CONAM, 1999) .

El impacto ambiental que genera la eliminación de una estructura, el impacto de los desastres naturales en las construcciones y los residuos que generan laboratorios e industrias de materiales de construcción hacen una variedad considerable de residuos que causan un impacto en el medio ambiente (Marroquín, 2012). Los residuos de la construcción civil y demolición transformados en agregados reciclados pueden ser empleados, dentro de otras

cosas en la construcción de pavimentos rígidos económicos (Parillo & Camargo, 2015).

El principal atractivo de los agregados reciclados es el aspecto económico, pues ahorra energía y transporte. La explotación de las canteras de los agregados naturales en la ciudad de Tacna, es responsable por grandes impactos ambientales (Gálvez & Victoria, 2014).

Desde el punto de vista ambiental, el reciclaje de escombros es bastante atractivo, pues aumenta la vida útil de los vertederos y previene la degradación de los recursos naturales no renovables; pero desde el punto de vista puramente económico, el concreto reciclado es atractivo cuando el producto es competitivo con otros materiales en relación a costo y calidad. Los materiales reciclados son normalmente competitivos donde hay dificultad en obtener materias primas y lugares de almacenamiento adecuados. Con el uso de materiales reciclados, grandes ahorros pueden ser obtenidos en el transporte de residuos de construcción y materias primas. Esto puede ser notado especialmente en áreas urbanas o en proyectos de construcción donde la demolición y el nuevo trabajo pueden ser reunidos, incluso donde es posible reciclar una gran cantidad de escombros en el mismo lugar de trabajo o cerca. (Parillo & Camargo, 2015).

Actualmente, la ingeniería civil, siguiendo el principio de la construcción de obras amigables con el medio ambiente, se han preocupado por limitar y reutilizar la mayor cantidad de residuos generados durante el proceso de construcción, pues, ignorando el problema, acortamos la vida útil de los depósitos finales de disposición de residuos sólidos municipales en hasta un 35% (Domínguez & Martínez, 2007).

Si estos residuos se trataran adecuadamente, pueden someterse a un procedimiento de reutilización en el mismo trabajo y, por lo tanto, favorecer la vida útil de los lugares de disposición o los vertederos autorizados a recibirlos, además, puede generar oportunidades de trabajo (Amaru & Miranda, 2017). Esto

prolonga la vida útil del lugar de disposición final, puede tener una explotación menor de los bancos de materiales vírgenes y disminuye los costos de transporte, lo que se traduce en un beneficio medioambiental importante.

Por lo tanto, la creación de un programa general para la gestión de estos residuos y normas técnico-ambientales para su reglamentación, puede ser una de las medidas más eficaces para solucionar el problema. Otra opción que puede ser viable es la construcción de plantas de reciclado y trituración para esos residuos en lugares estratégicamente localizados.

Sin embargo, para alcanzar este objetivo, es necesario crear reglamentaciones nacionales para regular los residuos de construcción y evitar su disposición en lugares prohibidos, como barrancos, lechos de ríos y terrenos baldíos, algunos de los destinos más comunes para los residuos.

2.2.3 Impacto ambiental de los residuos de la construcción

Se define impacto ambiental de los RCD a cualquier cambio en el medio ambiente, sea perjudicial o beneficioso, resultante en todo o en parte de las actividades de la industria de la construcción, es decir la alteración inducida en el ambiente por una determinada actuación.

Una actividad que ayuda al crecimiento económico es la industria de la construcción, que tiene que ver directamente con el ambiente, generando grandes cantidades de residuos de construcción. Por definición, los RCD son todos los residuos generados por la actividad de remodelación, excavación, demolición o construcción de una obra, tanto pública como privada (Bedoya & Dzul, 2015).

Si un relleno sanitario está diseñado y construido para poder operar diez años con una buena operación y un monitoreo riguroso, en el momento de dejar los residuos de la construcción en ese lugar, su vida útil se reduce para operar

menos de siete años. Como consecuencia, un mayor deterioro ambiental podría desencadenarse. Esto se debe a tres factores principales; la falta de lugares para depositar residuos sólidos, la contaminación del suelo con solventes y metales pesados derivados de algunos materiales utilizados en la construcción, así como la creación de nidos de vectores nocivos que pueden transmitir enfermedades (Chavez, 2014).

2.2.4 Gestión y manejo de residuos de la construcción y demolición.

En el Perú, se publicó el Reglamento para Gestión y Manejo de Residuos de Actividades de Construcción y Demolición, aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA y Decreto Supremo que modifica este Reglamento D.S. N° 019-2016-VIVIENDA.

Entre las principales disposiciones de este reglamento se encuentran las siguientes (Parillo & Camargo, 2015):

- Definición de residuos.
- Definición de residuos peligrosos.
- Manejo de residuos.
- Declaración anual de manejo de residuos.
- Restauración de áreas

Obligaciones del generador de residuos de las actividades de la construcción y demolición (Parillo & Camargo, 2015):

- De acuerdo a los impactos ambientales que genere el proyecto, deberá contar con Certificación Ambiental aprobada por la autoridad ambiental correspondiente.
- Presentar a la autoridad correspondiente, el Plan de Manejo de Residuos Sólidos, así como la declaración Anual del Manejo de

Residuos Sólidos y el Manifiesto de Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos, de ser el caso.

- Los residuos podrán ser almacenados temporalmente en la misma obra, para lo cual se determinará un área, considerando su accesibilidad para el traslado y criterios de seguridad, salud, higiene y ambientales.
- Contratar a una EPS-RS, registrada en ante DIGESA y autorizada por la municipalidad correspondiente para la prestación de los servicios de recolección, transporte y disposición final, según sea el caso.
- Recolectar y embalar los residuos sólidos considerados como peligrosos en lugares y envases seguros dentro de la obra, previa clasificación y descripción de las características por tipo de residuo, asegurando el etiquetado de cada envase para su traslado a un relleno de seguridad.
- Conducir un registro sobre la generación y manejo de los residuos sólidos en las instalaciones bajo su responsabilidad, entre otros (Artículo 35, Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA).
- Está prohibido el abandono de residuos en bienes de dominio público: playas, plazas, parques, vías, caminos, áreas reservadas, bienes reservados y afectados en uso a la defensa nacional; áreas arqueológicas; áreas naturales protegidas y sus zonas de amortiguamiento; cuerpos de agua, marinas y continentales, acantilados, entre otros.

Los residuos provenientes de las actividades de construcción deben ser convenientemente manejados hasta su disposición final por una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos con autorización de DIGESA. Para este propósito, deben colocarse temporalmente en áreas delimitadas e identificadas o en recipientes apropiadamente etiquetados.

Los vehículos que realizan la eliminación de los residuos deben tener autorización del respectivo municipio de acuerdo con el "Reglamento para la gestión de residuos sólidos de construcción y demolición".

Toda obra debe segregar los residuos *peligrosos* de los *no peligrosos*, a fin de darles el tratamiento adecuado, hasta su disposición final (Ministerio de Vivienda, 2010).

Los *Residuos no peligrosos*, se clasifican según el tratamiento que se haya decidido en cada residuo (Tabla 3):

- *Reutilizar* algunos residuos que no necesitan tratamiento previo para incorporarlos en el ciclo de producción; por ejemplo: residuos de demolición para concreto ciclópeo de baja resistencia.
- *Recuperar* componentes de residuos que, sin tratamiento previo, sirven para producir nuevos elementos; por ejemplo: embalaje de madera como elementos de encofrado de baja resistencia.
- *Reciclar* algunos residuos, que pueden utilizarse como materia prima para un nuevo producto, después del tratamiento adecuado; por ejemplo: el uso de carpeta de asfalto deteriorado como un agregado de nueva mezcla asfáltica (granulado de asfalto) después de un proceso de trituración y zarandeo.

Los *Residuos peligrosos*, se almacenan temporalmente en áreas aisladas, debidamente marcadas, hasta que se entreguen a empresas especializadas para su disposición final.

Adicionalmente, se tendrá en cuenta lo establecido por la Norma Técnica Peruana: NTP 400.050 "Manejo de Residuos de la Actividad de Construcción" y por la Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento, ambos vigentes (Tabla1, Figura 1).

Tabla 1

División de materiales según proceso constructivo NTP 400.050

EXCEDENTES DE REMOCIÓN	EXCEDENTES DE OBRA	ESCOMBROS
Todo material proveniente del movimiento de tierras, dividiéndose en tierras utilizables, reciclables y de disposición final.	Son los materiales de construcción (procesados o no) que resultan de sobrantes de ejecución de obra, dividiéndose en reutilizables, reciclables y de disposición final.	Son los generados por la demolición parcial o total de las obras de construcción. Se divide en reutilizables, reciclables y de disposición final.

Fuente: Elaboración propia en base a Norma Técnica Peruana 400.050

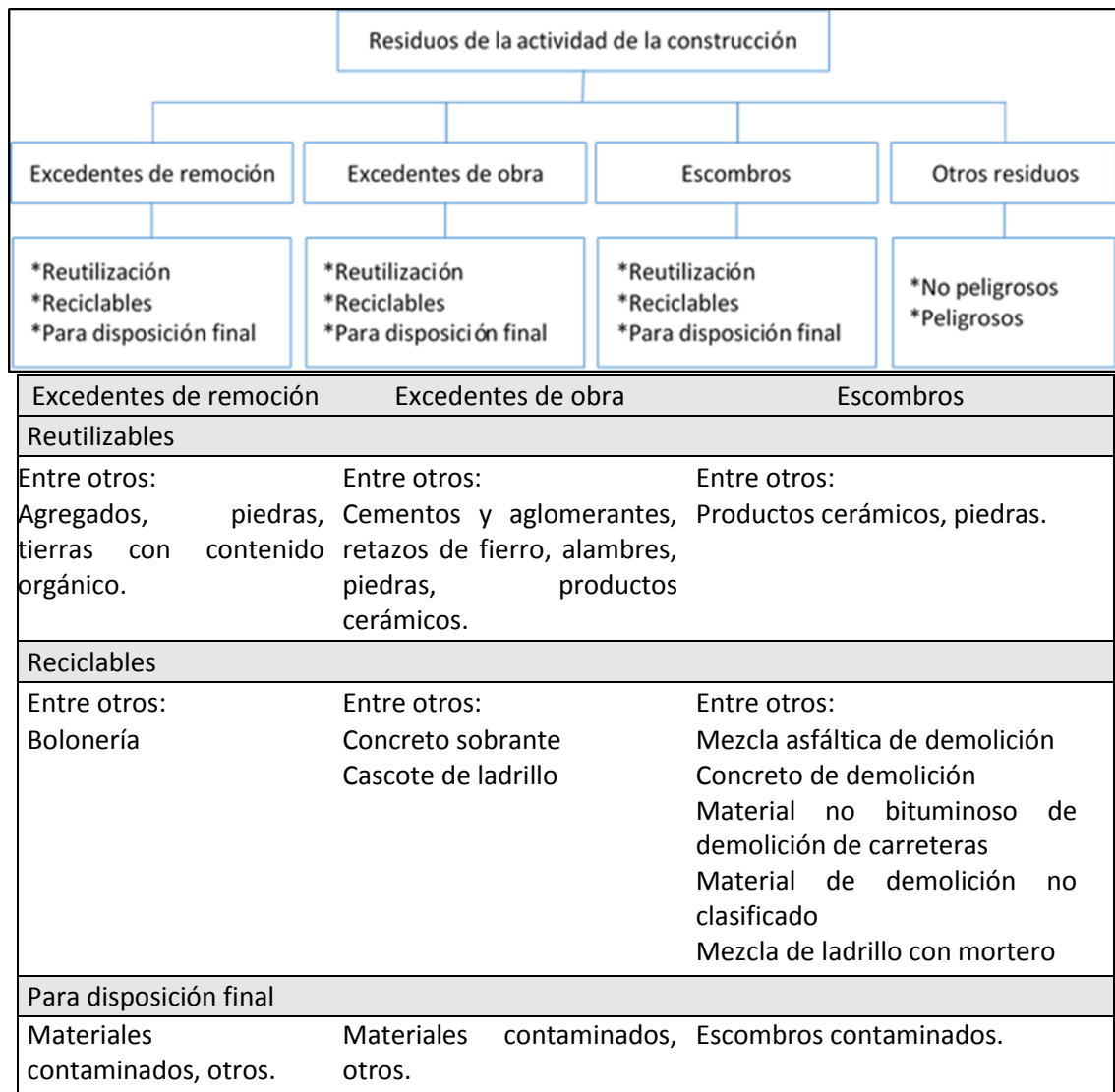


Figura 1. Residuos de la actividad de la construcción.

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.050. Manejo de Residuos de la Actividad de la Construcción.

II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición inmerso en el Plan Nacional Integral de Residuos 2006-2016 - España.

En términos previstos en el artículo 5 de la ley 10/1998, de residuos, el objeto del presente II Plan Nacional de RCD y establecer los objetivos de prevención, reutilización, reciclado, otras formas de valorización y eliminación de los RCD en España, las medidas para conseguir dichos objetivos (Tabla 2), los medios de financiación y el procedimiento de revisión.

Tabla 2*Objetivos del Plan de Residuos de Construcción y Demolición II PNRCD*

OBJETIVO	DESCRIPCIÓN
Reducir al máximo la tasa de generación de RCD (más de un 0,5% anual)	Consiste en reducir la actual tasa de generación de RCD estimada en 1000 Kg/habitante-año Este objetivo se basa en la aplicación del principio de prevención de la legislación de residuos.
Reducir a cero el vertido incontrolado de RCD en 2008	Consiste en disminuir el porcentaje actual de vertido no controlado (28% de la generación de RCD) hasta su desaparición. Incluye la clausura de los vertederos no adaptados al Real Decreto 1481/2001. Este objetivo se basa en la aplicación del artículo 2, Ley 5/2003 de residuos de la Comunidad de Madrid (" <i>j</i>) <i>Impedir el abandono, el vertido y, en general, cualquier disposición incontrolada de los residuos</i> ")
Sellado y restauración de terrenos degradados por depósito de RCD en 2008	La Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio ha puesto en marcha un Programa de Sellado y Restauración de Vertederos de Residuos de Construcción y Demolición para el periodo 2005-2007 que permitirá el sellado y restauración de terrenos degradados por el depósito de este tipo de residuos. Este objetivo se basa en la aplicación del artículo 2, Ley 5/2003 de residuos de la Comunidad de Madrid (" <i>k</i>) <i>Regenerar los espacios degradados</i> ")
Utilización de árido reciclado en obras públicas en 2008	Las obras públicas de la Comunidad de Madrid contemplarán la utilización de áridos reciclados siempre que sea técnicamente viable, por encima de un 5% del total necesario para la ejecución de la obra. Este objetivo se basa en la aplicación del artículo 55 de la Ley 5/2003 de residuos de la Comunidad de Madrid (" <i>Con el fin de fomentar y favorecer la utilización de materiales recuperados como sustitutivos de materias primas naturales, siempre que sea técnicamente viable</i> ")
Valorización del 65%-80% de los RCD previamente clasificados ("RCD limpios") en 2008	El objetivo es posibilitar la venta del árido reciclado que sale de las plantas. El objetivo, más conservador del 65%, se calcula para prever la capacidad de vertederos necesarios. Se llevará a cabo un vertido controlador de la fracción no valorizable del árido.
Tratamiento del 100% de los RCD generados en el 2010	De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1481/2001 y en la Decisión 2003/33/CE
Separación de un 100% de otras fracciones no áridas valorizables del RCD en 2010	Además de la sub-corriente de hormigón, ladrillos, tejas, etc., existen corriente importantes como el plástico, la madera, el papel y el cartón, el metal, el vidrio y otros que pueden ser objeto de reciclaje o valorización energética con la particularidad de que ya existe una demanda de estos materiales.
Conseguir la comercialización de todo el árido reciclado	Implica la comercialización de entre 3,3 y 4 millones de toneladas de árido reciclado en el escenario objetivo en el año 2016
Reutilización del 100% de los RCD de Nivel I	Consiste en la reutilización de tierras y materiales pétreos de excavación no contaminados en obras de construcción, o en el acondicionamiento, relleno restauración de espacios degradado, con la garantías necesarias, en estas últimas actuaciones, para que con su empleo se logre una mejora ambiental efectiva.

Fuente: II PNRCD 2006-2016-España, (Díaz, 2015).

La información de partida sobre producción y gestión de RCD para la redacción del II PNRCD se ha obtenido de los planes regionales o locales, de

otras fuentes de información relevante (empresas constructoras, gestoras de residuos, etc.) y, cuando no se ha encontrado información fiable, mediante estimaciones basadas en indicadores.

El II PNRCD forma parte del Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) para el periodo 2007-2015, ver Tabla 82: Composición de los RCD, subproductos y aplicación, en el Anexo 3 de la presente tesis.

2.2.5 Indicadores impacto ambiental de residuos de construcción

2.2.5.1 Disposición de los residuos de la construcción

El sistema convencional utilizado para un correcto manejo de los residuos sólidos generados por los escombros, comprende una serie de etapas operacionales desde que se generan los desechos, la evacuación segura, almacenamiento, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final (Gonzales, 2002). Para la disposición, siendo la última etapa operacional del manejo de residuos sólidos, el método más aplicable prácticamente para todo tipo de desechos es el relleno sanitario, definido como una técnica de disposición final de los residuos en el suelo con las instalaciones especialmente diseñadas y operadas como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control lo suficientemente seguros como para minimizar efectos adversos para el ambiente y para la salud pública (Marroquín, 2012).

Los rellenos sanitarios han sido el método más económico y ambientalmente aceptable para el descarte de residuos sólidos en todo el mundo. La gestión de los vertederos implica la planificación, el diseño, la operación, el cierre y el control de los rellenos sanitarios (Marroquín, 2012).

2.2.5.2 Tipos de desechos de construcción

La clasificación del RCD está constituida principalmente por el diagnóstico y el origen del mismo, para su etapa subsiguiente de reciclaje o reutilización, respectivamente, favoreciendo el ambiente y la economía en términos de la explotación de esos recursos naturales no renovables (Martínez, Del Valle, & Gonzalez, 2012).

Los tipos de residuos utilizados para el concreto reciclado son de obras que han sufrido daños por causas naturales, mala planificación, obras que hayan cumplido su funcionalidad y materiales de la industria de hormigón, pisos u otros materiales manufacturados, seleccionándolos de acuerdo con sus características físicas (Marroquín, 2012). Esos son:

- **Demolición**

Estos residuos proceden de la remodelación y demolición de edificios, de proyectos de repavimentación de carreteras, reparación de puentes y de limpieza asociada con desastres naturales. Estos materiales dependen de la edad del edificio y del uso específico del mismo en el caso de los de servicios. Los materiales dependen mucho de la edad y el tipo de infraestructura a demoler. No es una actividad frecuente (Martínez et al., 2012).

Normalmente, los residuos se componen principalmente de hormigón, asfalto, ladrillos, bloques y suciedad, otro porcentaje por la madera y productos relacionados y un pequeño porcentaje de residuos diversos.

- **Construcción**

Residuos de la excavación, edificación y obras públicas, reparación y mantenimiento, reconstrucción y rehabilitación. Por lo general se reutilizan en gran medida. Generados básicamente por recortes, materiales rechazados debido a su calidad inadecuada y roturas debido al manejo inadecuado.

Generación de residuos poco significativa en el caso de edificación (Martínez et al., 2012).

También de desechos generados por laboratorios (Figura 2); a partir de los ensayos de compresión de ladrillos, bloques, tubos y columnas de hormigón, adoquines, tejas, cilindros de concreto y residuos de hormigón fresco (Sánchez, 2014).



Figura 2. Desechos generados por el laboratorio de Mecánica de Rocas y Concreto de la UNJBG.

Fuente: Elaboración propia.

- *Desastres naturales*

Por su naturaleza, los desastres naturales se pueden caracterizar en un rango que va desde los desastres climatológicos hasta los geológicos. Los desechos se generan cuando las construcciones civiles colapsan por cualquiera de estos fenómenos naturales (Marroquín, 2012).

De acuerdo al ámbito de gestión y según la Ley General de Residuos Sólidos, Ley N°27314, los residuos sólidos se clasifican en dos grupos: los residuos municipales y los no municipales, lo cual se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Clasificación de los residuos de acuerdo a su gestión.

CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	DISPOSICIÓN FINAL
Residuos municipales:		
Residuos domiciliarios, comerciales, de limpieza de espacios públicos, etc.	Comunes	Relleno sanitario
Residuos no municipales:		
RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos);	No peligrosos	Relleno sanitario
RCD (Residuos de la Construcción y Demolición), Residuos hospitalarios, etc.	Peligrosos	Relleno de seguridad

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 4 se recogen composición en peso de los RCD producidos en obras de construcción:

Tabla 4

Composición en peso de los RCD.

MATERIALES	% DE COMPOSICIÓN
FRACCION PÉTREA	75,0
Ladrillos, baldosas y otros cerámicos	54,0
Hormigón	12,0
Piedra	5,0
Arena, grava y otros áridos	4,0
RESTO	25,0
Madera	4,0
Vidrio	0,5

MATERIALES	% DE COMPOSICIÓN
Plástico	1,5
Metales	2,5
Asfalto	5,0
Yeso	0,2
Basura	7,0
Papel	0,3
Otros	4,0

Fuente: (Díaz, 2015)

La composición del RCD varía en función del tipo de infraestructura, reflejada en sus principales componentes, el tipo y la distribución porcentual de las materias primas utilizadas por el sector. Por otro lado, la composición del RCD, depende de la edad del edificio o estructura que está sujeta a la demolición.

La Tabla 5 muestra una posible distribución del porcentaje en volumen de las diferentes materias primas utilizadas en la construcción.

Tabla 5

Composición en volumen de las materias primas en la construcción.

Arena	60%
Yeso natural	1%
Metales	4%
Grava	14%
Caliza (Producción de cemento)	6%
Arcilla	6%
Piedra natural	4%
Madera	2%
Petróleo (plásticos)	3%
Total	100%

Fuente: (Díaz, 2015)

Para iniciar el Plan de Gestión Integrada de la RCD de la Comunidad de Madrid (2002-2011), los RCD se dividieron en dos grupos, de acuerdo con sus características y origen (Figura 3).

1. Tierras y materiales pétreos (Nivel I).
2. Escombros (Nivel II).

La gestión correcta de los RCD consiste en separar todos sus componentes no inertes, como residuos peligrosos y, a continuación, recuperar al máximo los materiales aprovechables.

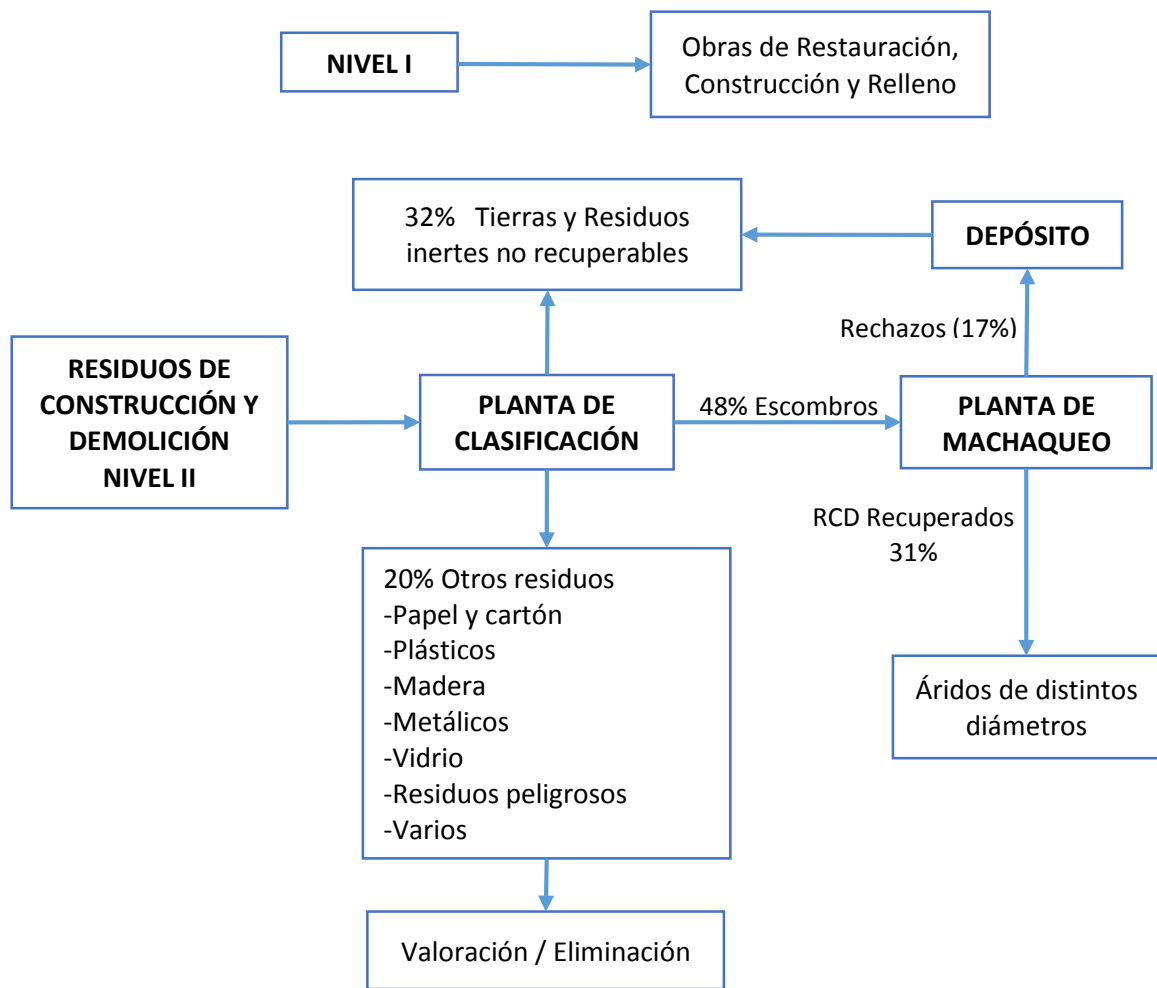


Figura 3. Clasificación de los RCD

Fuente: (Díaz, 2015)

La composición media del RCD se muestra en la Tabla 6. Como se puede ver, la mayoría de las fracciones en términos de contribución en peso son minerales (o agregados), aproximadamente el 80% del total generado. Generalmente el tratamiento aplicado a los RCD consiste en una clasificación previa y, posteriormente, en una trituración. En la clasificación previa se retiran las fracciones no áridas, obteniéndose un resto que se denominará, en adelante “RCD limpio”, constituido mayoritariamente por fracciones áridas. También se muestra la composición de los RCD en porcentaje en la Tabla 7.

Tabla 6*Relación de componentes en peso de RCD.*

COMPONENTE	% Sobre total
Fracciones minerales (o áridas)	
Ladrillos, baldosas y cerámicos	54,0%
Hormigón	12,0%
Piedra	5,0%
Arena, grana y otros áridos	9,0%
<i>Total fracciones minerales (o áridas)</i>	<i>80,0%</i>
Fracciones no minerales (o no áridas)	
Material clasificable	
Papel	0,5%
Plástico	3,0%
Madera	6,0%
Metales	5,0%
Vidrio	0,5%
<i>Total material clasificable</i>	<i>15,0%</i>
Voluminosos de obra	
Cartonaje	1,0%
Plástico Industrial	1,0%
Madera	3,0%
<i>Total voluminosos de obra</i>	<i>5,0%</i>
Total	100,0%

Fuente: Plan de Castilla-La Mancha de Residuos de Construcción y Demolición (2006 a 2015)

Tabla 7*Tabla de composición de los RCD en porcentaje.*

TIERRAS Y RESIDUOS INERTES NO RECUPERABLES	32,0%
ESCOMBROS	48,0%
RCD recuperables	31,0%
Rechazos	17,0%
Residuos de tipología variada	20,0%
Madera	3,0%
Metales	2,0%
Plástico	1,0%
Papel y Cartón	0,3%
Yeso	0,2%
Residuos urbanos	9,0%
Otros	4,5%

Fuente: PNRCD 2001 a 2006.

2.2.5.3 Impacto en el suelo

El reciclaje de los RCD permite compatibilizar el desarrollo económico de la sociedad con la preservación del ambiente que la sustenta; conocido como desarrollo sostenible (WBCSD, 2009), aunque no sea esta una actividad actualmente desarrollada por desconocimiento de los métodos más adecuados para el tratamiento y gestión de este tipo de residuos (Martínez et al., 2012).

Desde el punto de vista de la evaluación ambiental, se concluye que el cemento es, el material que más influye en las emisiones, en la mayoría de las categorías de impacto analizadas. En general, estos residuos, en términos generales, son inertes, siendo la ocupación de grandes espacios, generando polvo y ruido, siendo estos los principales.

2.2.5.4 Impacto en el Paisaje Visual

El estudio del paisaje se hace a partir de dos enfoques principales. La primera sería un enfoque holístico que identifica el paisaje con todo el ambiente, contemplándola como un indicador de las interrelaciones entre todos los elementos del ambiente, vivo (plantas, animales y hombre) e inerte (rocas, agua y aire). El otro enfoque considera el paisaje visual, como una expresión de los valores estéticos y emocionales del ambiente (Briceño, 2009).

Para evaluar el paisaje, se debe tener en cuenta lo siguiente:

La *visibilidad* se refiere al espacio que puede ser visto desde un determinado punto o área, que técnicamente es llamado cuenca visual. El ambiente a ser estudiado será el ambiente del proyecto y será determinado por el territorio a partir del cual es visible, siendo definida por la superposición de las cuencas visuales reales. Las cuencas visuales y por tanto la visibilidad, puede ser determinada por medios manuales o automáticos, con base en datos topográficos (altitud, pendiente, orientación), complementados por otros que

pueden cambiar la percepción del paisaje (condiciones climáticas, transparencia de vegetación, accesibilidad) (Ortiz, 2012).

La *calidad del paisaje* incluye tres elementos perceptuales, las características intrínsecas del punto, la calidad visual del ambiente inmediato y la calidad del fondo escénico (Medina, 2017). La calidad puede ser estimada directamente en la naturaleza global del paisaje, influenciando algunas de sus características o componentes del paisaje: topografía, agua, vegetación, naturalidad, fragilidad, singularidad.

La capacidad del paisaje para absorber los cambios que ocurren en ella, será determinada por los valores alcanzados por los atributos arriba mencionados.

Presencia humana, la población local tendrá un impacto en la calidad del paisaje, de modo que los centros urbanos, carreteras y otros puntos paisajísticos que aparecen dentro de la zona de visibilidad serán tenidos en cuenta.

Los impactos en el paisaje afectan el sentido de la vista, dando lugar a sensaciones molestas, como la pérdida de visibilidad o la calidad del paisaje (Muñoz, 2017). Los más importantes son:

- La afectación de la topografía natural del terreno.
- La desaparición de la cobertura vegetal.
- Incendios, inundaciones y otras catástrofes antropogénicas.
- La modificación de ciertos cursos de agua y el secado de lagos y depósitos.
- Cambios en los usos del suelo.
- La alteración de estructuras.
- La introducción de nuevas obras de ingeniería.
- Contaminación por emisiones de polvo, humo y aire contaminado.

El valor del paisajístico de un subsistema del medio se refiere a sus valores perceptivos, incluyendo consideraciones estéticas. Denota la expresión de los valores estéticos y emocionales del ambiente natural.

El valor del paisajístico tendrá en cuenta: la visibilidad o territorio que puede apreciarse desde una determinada área o punto (cuenca visual); la calidad paisajística que incluye las características intrínsecas del punto (morfología, vegetación, presencia de agua, etc.), la calidad visual del entorno inmediato (500 a 700 m) (litología, formaciones vegetales, grandes masas de agua, etc.), y la calidad del fondo escénico (intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales y su diversidad, geomorfología, etc.); la fragilidad o capacidad del paisaje de absorber los cambios que ocurren en ella; y la frecuencia humana, una vez que la población afectada afecta directamente la calidad del paisaje (serán tenidas en cuenta: centros urbanos, accesibilidad, puntos escénicos, áreas con población temporal, dentro de la zona de visibilidad, etc.) (Conesa, 2009).

En la evaluación de estos méritos, el paisaje es generalmente considerado como un conjunto proveniente de la agregación de los caracteres físicos del medio físico, de las características físicas del medio biótico, además del trazo físico de la transformación humana.

Paisajes o belleza escénica: lugares con valores estéticos pueden ser perjudicados por las actividades del hombre, aun cuando son permanentes, siempre que su uso y desarrollo estén adecuadamente planeados (Larraín, 1989).

Las fotografías de paisajes han sido una de las técnicas más utilizadas para analizar las preferencias, pues proporcionaron a los investigadores un medio de experimentación simple, barato y rápido (Benayas, 1990).

2.2.6 Proceso de producción de agregado

2.2.6.1 Definición de cantera

La cantera es la fuente de suministro de suelo y piedras necesarias para la construcción de una obra. Una cantera es una explotación minera, generalmente a cielo abierto, donde se obtienen rocas industriales, ornamentales o agregados. Dependiendo del tipo de material que se está buscando, puede ser de suelos, piedras o mixtos.



Figura 4. Canteras de Viñani en el D.C.G.A.L.-Tacna.

En este sector se realiza la actividad extractiva de piedras y otros materiales utilizados para la construcción.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los principales requisitos, se puede tener una selección de canteras considerando:

- Disponibilidad del material, que tenga potencia o proporción suficiente del agregado requerido.

- Calidad del mismo y que debe ser verificada mediante ensayos de laboratorio que son fundamentales para aceptar o rechazar un agregado.
- Proximidad de las obras a la cantera y acceso a ella (medios de transporte) que influyen en el costo del proyecto y que determinan su elección.
- En el presente estudio, para determinar la selección de una cantera adecuada para una obra, se analizó principalmente la calidad y características del agregado de la cantera de Viñani, distrito Gregorio Albarracín L.–Tacna (Figura 4).

2.2.6.2 Exploración

Esto define a las actividades que determina si un banco de materiales, cumple los requisitos para su explotación.

Se tiene varios métodos de explotación, para investigar primero, corresponde el reconocimiento del terreno in situ, tipo de agregado, volumen necesario, disponibilidad de los materiales.

a) Métodos

Para la exploración y localización de los bancos de materiales, se realizan por métodos exploratorios, tales como: estudio de mapas geológicos o fotografías aéreas, fotointerpretación, método de prospección física o reconocimiento terrestre directo.

b) Muestreo

El muestreo es la recolección del agregado de acuerdo a la forma en que se encuentra en la cantera.

Estos se efectúan recogiendo la cantidad adecuada de material, dependiendo del ensayo que se desea realizar. Si en una misma cantera hay dos o más zonas diferenciadas, se puede zonificar la cantera para muestrear de acuerdo a esta. Las muestras, deben estar, bien identificadas y herméticamente

cerradas para conservar el contenido de humedad natural del material, son llevadas al laboratorio a ser probado y entonces evaluar los resultados para determinar su uso en obra.

Se ubican estratégicamente, para que el muestreo sea lo más representativo posible en cada una de las canteras, teniendo el cuidado especial de que las muestras obtenidas estén limpias y libres de impurezas, por lo que la recolección se realiza fuera del área urbana y es previamente excavado alrededor de 15 cm para eliminar los materiales orgánicos, las piedras.

2.2.6.3 Explotación

Son las actividades, mediante los cuales los materiales son extraídos de un banco para ser utilizados en una obra determinada, las actividades necesarias para la explotación son:

Limpieza del suelo, extracción corte con buldócer siempre de arriba para abajo, ampliamente se puede realizar con buldócer que por ser una máquina de fuerza y que su función es de cortar y empujar, este resulta más económica que realizarlo con el cargador frontal de 104,398 kW (140 HP) como mínimo con una capacidad 7,6 metros cúbicos y transporte con volquete de al menos 10 metros cúbicos.

El equipo más usado en la explotación de un banco de materiales suele incluir, algunos de los siguientes:

Tractor sobre oruga (buldócer), cargador frontal, volquete.

Para una buena obtención de material del banco, y producir agregados adecuados, se debe tener en cuenta:

- No mezcle materiales residuales (capa de desbroce o el over), con los materiales de la explotación.
- En el apilamiento, el material debe mezclarse de la mejor manera posible para obtener uniformidad.
- Busque mojar los suelos finos en los bancos.
- Cargue el material de abajo hacia arriba, evitando la segregación.

En el caso de tener bancos de material, con exceso de piedras y diámetros mayores que los requeridos en las especificaciones técnicas, se recomienda la utilización de una planta de trituración, donde se realizan los siguientes trabajos más comunes, incluyendo:

a) *Carguío*

La actividad más común es el carguío, existen sistemas y equipos para cargar, pero uno de los más usados es el de carga - acarreo con el cargador frontal sobre neumáticos (Figura 5), están diseñadas para un rendimiento alto en los entornos más agresivos, perfecto para canteras y agregados de construcción.



Figura 5. Cargador frontal de ruedas en las Canteras de Viñani en el D.C.G.A.L.-Tacna.

Fuente: Elaboración propia

Para este sistema, los cargadores requieren que el área donde se ejecuta el trabajo sea nivelada, sin rocas que puedan cortar los neumáticos, se usa de preferencia con una trituradora móvil, ubicada a una distancia media de 50 metros del punto de carga, unida por un camino de pendiente no mayores de 10% o de 20% en rampas cortas.

b) *Trituración o chancado*

Otra actividad indispensable en la producción de agregados, es la trituración o chancado. Estos equipos se clasifican en:

La *trituración primaria*, es la que recibe la materia prima de los bancos de materiales, después de haber sido pre-zarandeado, en una malla de barras, lo reduce a un tamaño menor, aceptable por la trituradora secundaria.

La *trituración secundaria*, consiste en una tolva de alimentación vibratoria horizontal o inclinada, en la que se deposita la materia prima que cae hacia una cámara, donde se encuentran dos mandíbulas o quijadas de acero, una de las cuales es fija y la otra móvil, las que se encargan de reducir el tamaño del material.

Las trituradoras de mandíbula, se denominan por dos números que representan en mm, las dimensiones de las mandíbulas. Entonces, por ejemplo, se tiene 400x275, 550x380, 650x480 y la 800x550, etc., en las que el primer número es el ancho de la mandíbula y el segundo su altura.

También se utiliza, aunque en menor grado, como trituradoras primarias a las de impacto, que consisten de martillos, placas y barras rompedoras, donde el material se estrella y pueden reducir su tamaño de 7,5 cm a 2,5 cm.

Los rendimientos promedio de estas chancadoras, van de 50 a 500 t/h, según la clase de material, potencia y tamaño de la máquina. Puede ser esta máquina de doble o simple martillo y de eje vertical u horizontal.

Las trituraciones secundarias pueden ser conos, martillos, y son las que casi siempre entregan el producto final, de los tres tipos, la más usada es del cono que tritura a presión

Las *trituradoras terciarias o de cono fijo*, son las que reducen el material al tamaño de la arena.

En la Figura 6 puede observarse una sección de una planta móvil para la producción de agregados reciclados donde observa la trituradora de mandíbulas que incorpora y el separador magnético.

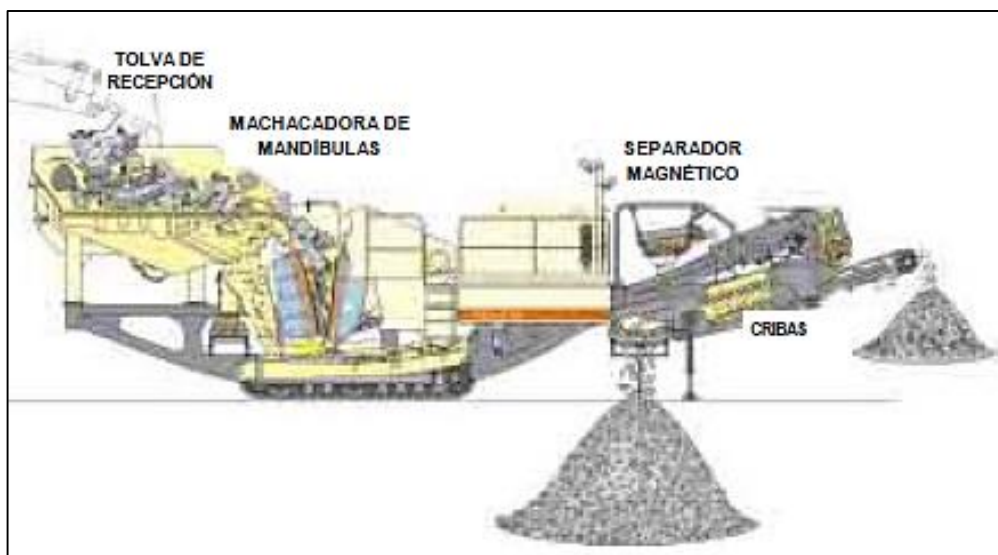


Figura 6. Planta móvil reciclado de RCDs.

Fuente: (F. López, 2008)

c) *Zarandeo*

El zarandeo es la operación por la que se separan los elementos gruesos de los finos. Es conveniente diferenciar los términos de malla, tamiz y zarandas.

Malla, es el elemento separador de tamaño y puede ser de barras de acero, alambre, planchas metálicas o chapas perforadoras, caucho o plástico.

Tamiz, es el elemento separador, colocado dentro de un marco que puede ser lineal, circular o elíptico, libre o forzado.

El *zarandeo primario* o pree-zarandeo, separa el material por clasificar de los tamaños mayores de 10 mm, estas pueden ser de mallas fijas.

La selección de la zaranda correcta para un trabajo en particular, depende de la experiencia en obras anteriores; otro factor es el espacio disponible y del monto de la inversión.

Además de lo anterior, la selección de la zaranda está supeditada a resistencia del desgaste y a la exactitud del tamaño a seleccionar.

Algunos factores colaterales que condicionan estas labores los constituyen básicamente la potencia de explotación, el rendimiento y las distancias de transporte al sitio de procesamiento

d) *Equipo para la producción de agregados*

El agregado se introduce en una tolva con una criba de corte a través de una cinta transportadora. Todo lo que pasa se transporta a otras cribas dispuestas en serie y con luces de malla correspondientes a los cortes de la grava, formando los diferentes acopios (Figura 7).



Figura 7. Tolva con una criba de corte a través de una cinta transportadora en las Canteras de Viñani en el D.C.G.A.L.-Tacna.

Fuente: elaboración propia.

Para el proceso de producción de los agregados de pétreos, son necesarios equipos para su explotación, carga, transporte y producción (Figura 7). La unidad de proceso consistirá en una unidad de clasificación y, en su caso, en una unidad de trituradora equipada con trituradoras primarias (Figura 8), secundarias y terciarias, cuando sea necesario, así como en un equipo de lavado. La instalación debe estar equipada con los filtros necesarios para controlar la contaminación ambiental de acuerdo con los reglamentos vigentes.

El cuadro siguiente, resume las principales propiedades de los tres sistemas de trituración.

Características de los sistemas de trituración (F. López, 2008):

CARACTERÍSTICA	MANDÍBULAS	IMPACTOS	CONO
Capacidad	Alta	Media	Baja
Costo producción	Bajo	Media	Alto
Desgaste	Bajo	Bajo	Alto
Calidad del árido	Bajo	Media	Alto
Contenido de finos	Bajo	Medio	Alto
Consumo de energía	Bajo	Medio	Alto

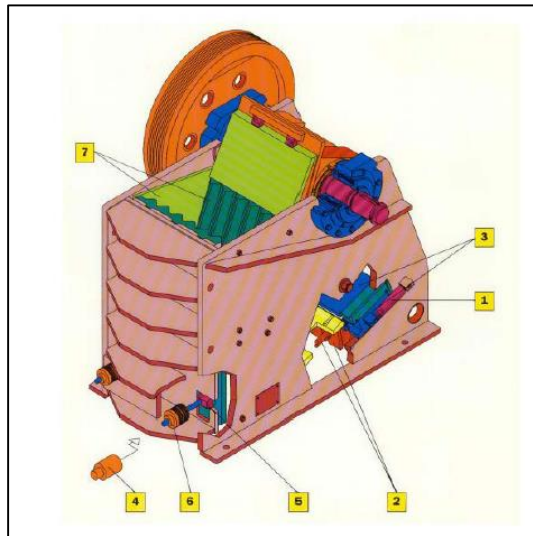


Figura 8. Corte de una trituradora de mandíbulas simple efecto.

Fuente: (Díaz, 2015)

Donde:

1. Cilindro hidráulico de doble efecto.
2. Sistema de retroceso de la biela.
3. Corredera.
4. Gato hidráulico de desmontaje de mandíbulas.
5. Cuñas de bloqueo (sistema de fijación).
6. Arandelas elásticas.
7. Juego de mandíbulas y blindajes laterales.

La clasificación de los productos, de acuerdo con su tamaño, se realiza por medio de cribas con diferentes luces de malla. Estas cribas incorporan sistemas vibratorios de baja frecuencia y gran amplitud que aceleran el proceso de cribado. Por lo general se colocan en una posición inclinada para realizar el proceso de separación más cómodamente.

2.2.7 Proceso de producción de agregado reciclado

Para la caracterización del concreto elaborado con agregados reciclados se recoge del estudio realizado por diferentes autores como un proceso que se

puede clasificar en tres etapas, la primera que consistió en identificar y obtener la materia prima, la cual obtuvieron de la demolición de pavimentos. La segunda etapa, donde procesaron esta materia prima y obtuvieron así el agregado grueso que las utilizaron en la elaboración del concreto, caracterizando a ésta física y químicamente, y la tercera que consistió en diseñar mezclas de concreto para después caracterizarlo en su estado fresco y endurecido (Báes, 2010).

En el siguiente diseño propuesto, todo el ciclo de generación y gestión de RCD fue tomado en consideración. Se estima que los RCD, después de pasar por una clasificación inicial, el 32% serán tierras y residuos inertes no recuperables que van directamente al depósito, el 20% serán variados y serán entregados a los gestores para disposición o recuperación adecuada, y los restantes 48% irá a la planta de reciclaje. De este 48% se estima un rechazo del 17% que irá al depósito.

Por lo tanto, el 49% de los residuos tienen como destino final el depósito controlado de residuos de construcción y demolición y el 31% serán valorados como agregados para construcción.

A continuación, el esquema general de una planta de reciclaje se muestra en la Figura 9:

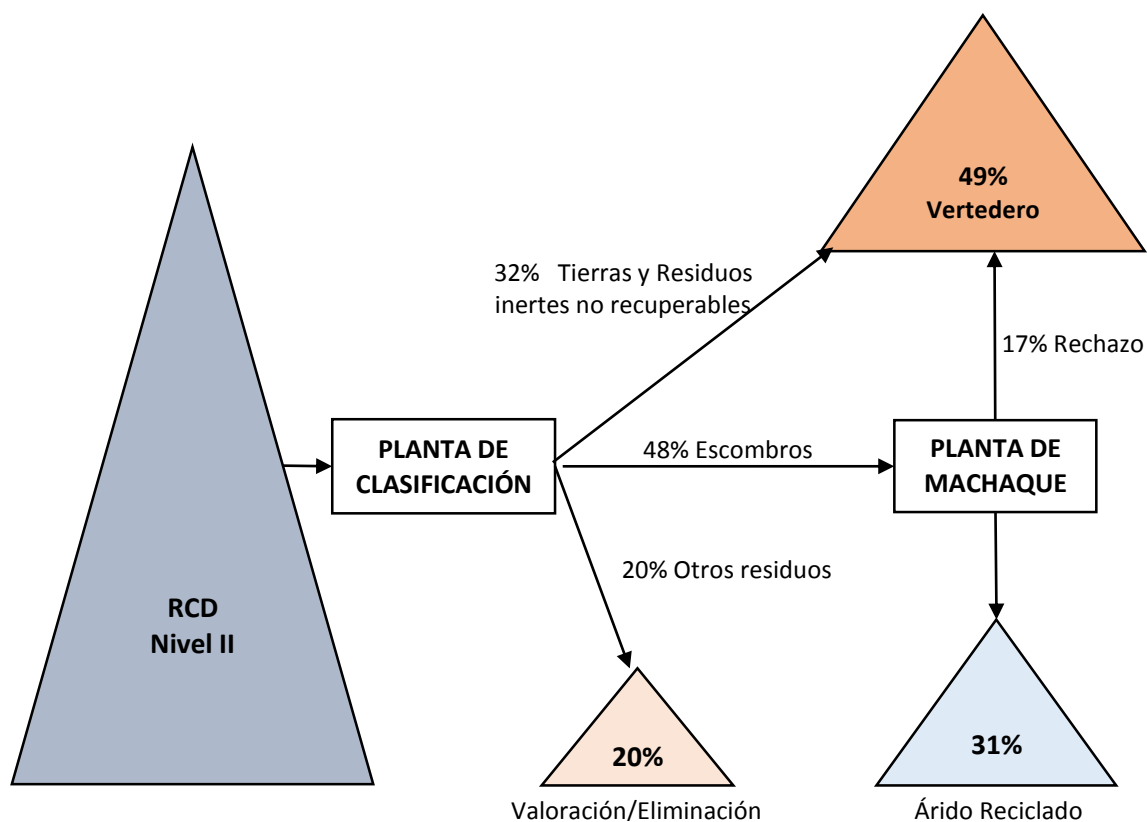


Figura 9. Esquema de una planta de tratamiento de RCD.

Fuente: (Díaz, 2015).

En la planta de clasificación, los diferentes materiales se separan de acuerdo al esquema de la Figura 9. Por un lado, los materiales inertes como suelos que no se recuperarán, se separan del proceso, estos materiales se depositan en la planta, siempre que tengan un espacio y esté permitido, o deberían transportarse a las instalaciones que hayan sido habilitadas para ese uso por la administración.

En segundo lugar, el resto de los residuos se separa, estos materiales pueden reciclarse o no, entre los reciclables están el papel, cartón, vidrio y plásticos, que se entregarán después de la separación a los gestores autorizados de residuos los que se encargarán de retirarlos, en algunos casos como el del papel o metal puede constituir una fuente de ingresos para la planta, sin embargo, hay otros materiales, como madera, algunos tipos de plástico o

residuos peligrosos cuya retirada por los gestores autorizados constituirá un costo para la planta.

La operación de la planta de reciclaje tiene, como ya se ha dicho, dos partes diferenciadas, clasificación y trituración. La clasificación de materiales es la parte más compleja en términos de operación. Las características del material en la recepción son aquellas que determinan las condiciones del proceso y, en el caso español (Díaz, 2015), suponen una situación complicada por la heterogeneidad de los residuos. La planta de trituración también debe incluir una serie de características específicas para este tipo de material.

El requisito básico para el cumplimiento del mandato de calidad es una seguridad cualitativa, vinculada a un sistema de múltiples controles, que consecuentemente acompaña el material de construcción, desde la demolición hasta la reutilización.

La garantía de calidad se realiza de forma más amplia a través de medidas tomadas en la sección de entrada y tratamiento, como:

- Demolición selectiva de edificios.
- Control de entrada en la instalación de reciclaje.
- Amontonar según la clase de material.
- Alimentación apropiada según el material y su mezcla.
- Preparación como por ejemplo pre trituración para hormigón, selección de trozos de madera y material sintético.
- Cribado previo, clasificación.
- Separación de piezas metálicas.
- Lugares para colocar la clasificación y residuos combustibles.
- Separación por aire y también lavado húmedo.

Un diagrama básico, la Figura 10, del proceso incluye inicialmente los procesos de clasificación y trituración primaria y secundaria, con sus relaciones de flujo.

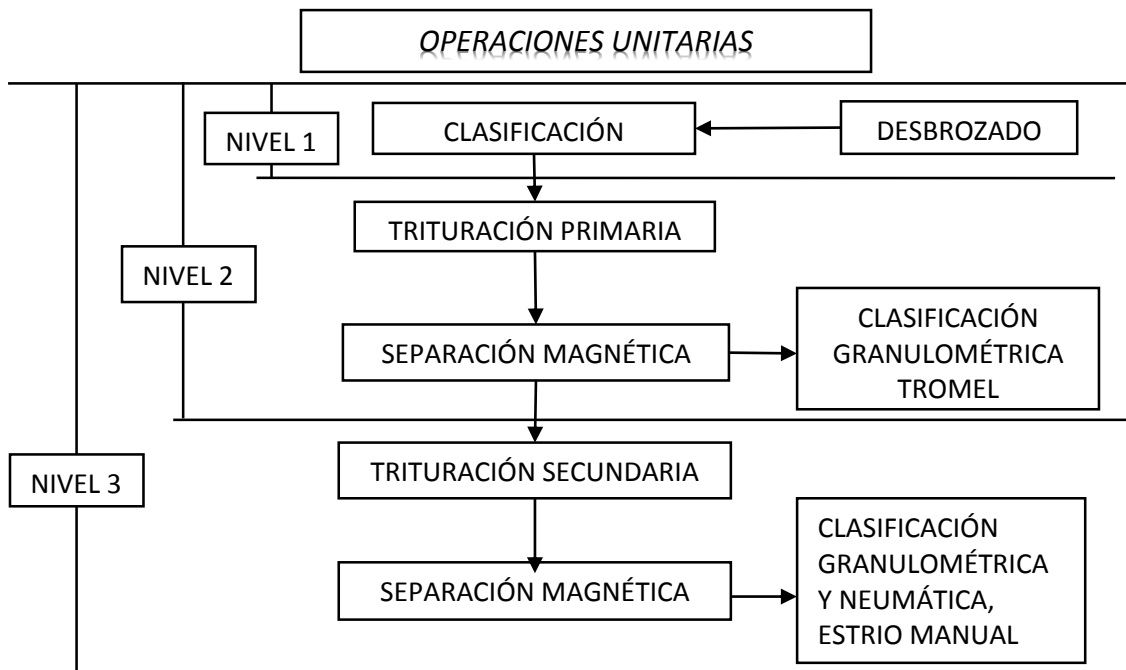


Figura 10. Diagrama de flujo de una planta de tratamiento de RCD.

Fuente: (Díaz, 2015).

La capacidad de la planta debe estar entre 280000 t/año y 450000 t/año registrado en el histórico. Comienza con 2 turnos de trabajo 8 horas cada uno.

2.2.7.1 Demolición selectiva

La demolición selectiva se realiza para separar e impedir la mezcla de materiales perjudiciales como madera, cartón, plásticos, etc., de los agregados reciclados que se desean obtener. El proceso de demolición selectiva se lleva a cabo desmantelando en primera instancia los marcos y sacando los desechos, a continuación, se desmantela la carpintería de taller (puertas, ventanas, etc.), la cubierta o tejado y las instalaciones (agua, saneamiento, electricidad, gas, etc.).

Posteriormente se demuele las divisiones y, finalmente se procede a demoler la estructura (F. López, 2008).



Figura 11. Fracciones obtenidas de un proceso selectivo de demolición.

Fuente: Elaboración propia.

El tratamiento del RCD no debe iniciar en la planta de tratamiento, sino debe considerarse a partir de su producción, en el instante de la deconstrucción o demolición en las mismas obras de ingeniería y construcción.

Así, para obtener agregados reciclados (AR) de calidad, es necesario separar las diferentes fracciones por medio de un proceso selectivo de demolición (Figura 11), resultando en un aumento en el costo de demolición. Para compensar, las plantas de tratamiento de RCD deben tener tasas diferenciadas dependiendo del grado de contaminación y mezcla de fracciones que el RCD posee en su recepción.

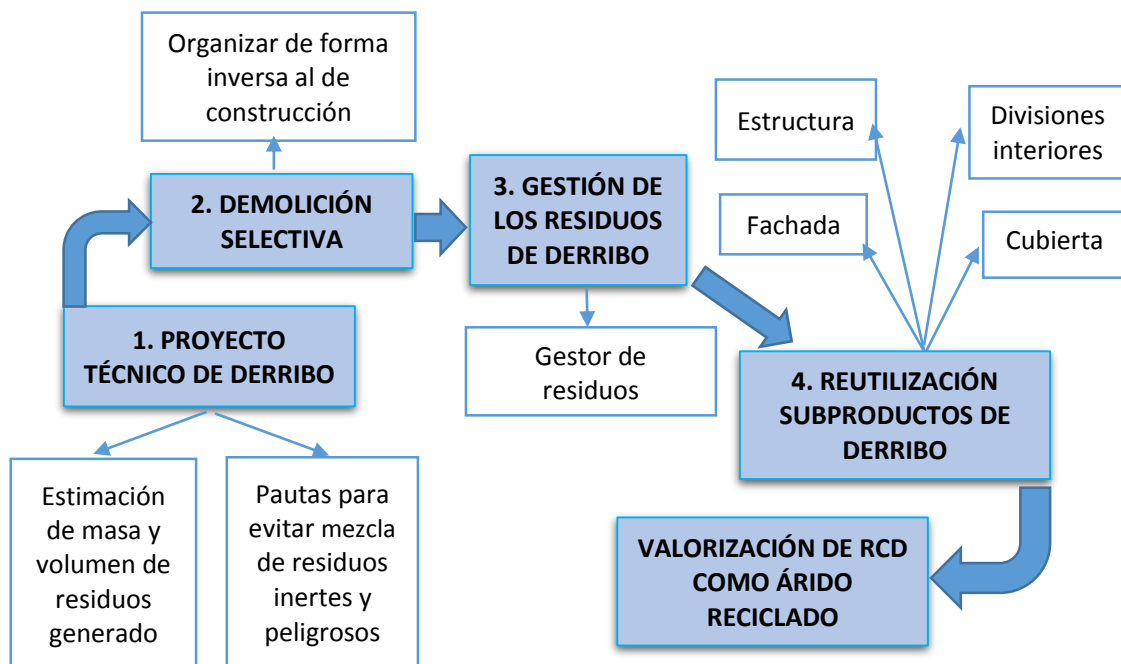


Figura 12. Esquema general del ciclo de vida de un RCD.

Fuente: (Ayuso et al., 2015).

Todos los elementos de las tres primeras etapas (Figura 12), deben depositarse por separado en contenedores o apilados en acopios independientes para su posterior entrega a los gerentes o recicladores. Los RP serán embalados, almacenados y etiquetados de forma independiente, no pudiendo mezclarse entre sí, ni con otro tipo de residuo, debiendo ser entregados a gestores autorizados para su tratamiento.

El resto de las fracciones obtenidas en las tres primeras etapas (madera, vidrio, metales, plásticos endurecidos, etc.) deben entregarse a un gestor autorizado para cada caso para proceder a su reciclado, si procediera.

Sin duda, el proceso selectivo de demolición será más caro que la demolición tradicional, pero puede compensarse en parte por la reducción de los costos de transporte y de las tasas de vertido. Los residuos de obras civiles

tienen un bajo nivel de contaminación, pero, como en la mayoría de los RCD de estructuras de edificación, si la demolición no se realiza selectivamente, el proceso de separación y selección que ha de realizarse posteriormente en la planta de reciclaje implica un aumento de costos.

2.2.7.2 Plantas de producción de agregados reciclados

Las plantas de producción de agregados reciclados pueden clasificarse de acuerdo con su movilidad en fijas, semifijas y móviles. Considerando los sistemas de procesamiento y la tecnología que incorporan, se clasifican en las plantas de 1ª, 2ª y 3ª generación (F. López, 2008).

Las plantas de primera generación no incorporan mecanismos para la eliminación de sustancias contaminantes, excepto los separadores magnéticos.

Las plantas de segunda generación incorporan, antes del aplastamiento, sistemas manuales o mecánicos para eliminar contaminantes, así como algún sistema de limpieza del producto obtenido. Son las plantas más difundidas en el reciclaje de concreto.

Las plantas de tercera generación procesan y permiten la reutilización de materiales secundarios considerados contaminantes de los agregados reciclados.

Las plantas fijas incorporan sistemas para la eliminación de impurezas y contaminantes. Su capacidad productiva, en general, superior a las plantas móviles. Estas plantas son ampliamente utilizadas como elementos auxiliares en plantas fijas o como una alternativa de las mismas. En la actualidad pueden procesar hasta 400 t/h.

2.2.7.3 Etapas del proceso de producción de agregados reciclado

El comité del ACI 555 sugiere el siguiente procedimiento para la producción de agregados reciclados (Figura 13 y 14):

1. Los RCDs llegan a la planta mezclados en un contenedor descargándose en el suelo para su *almacenamiento*. Mediante grúa se extraen las piezas más grandes de madera, de acero, paredes aislantes y otros metales. Los bloques más grandes de concreto se reducen con un martillo hasta conseguir el tamaño adecuado (80 mm). Esto es la *pre-selección manual o mecánica*.
2. Antes de triturar y clasificar el material se realiza un *pre cribado* del mismo con el fin de realizar un control de tamaño. Consta de una malla de 10 mm para eliminar los materiales finos.
3. La *trituración primaria* consiste en la primera trituración, la cinta de alimentación lleva los RCD al molino. Dicho molino rompe los bloques a través de la acción de pantallas solidarias al bastidor de trituración mediante esfuerzos de compresión y cizalladura. Admite tamaños hasta de 80 mm.
4. El *separador magnético*, situado a la salida del molino, separa los elementos metálicos.
5. El material resultante va a una cabina de triaje donde, manualmente, se *eliminan los restos* de plásticos, maderas o metales no detectados en el separador magnético se eliminan.
6. El agregado reciclado se introduce en una tolva con una *criba de corte* de 40 mm a través de una cinta transportadora. Todo lo que pasa se transporta a otras cribas dispuestas en serie y con luces de malla correspondientes a los cortes de la grava y arena, formando los diferentes acopios. Lo que queda retenido pasa a la trituración secundaria.
7. En la *trituración secundaria* se reduce el tamaño del material utilizando otro molino de impactos hasta obtener la granulometría adecuada.

PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCIÓN DE AGREGADO RECICLADO

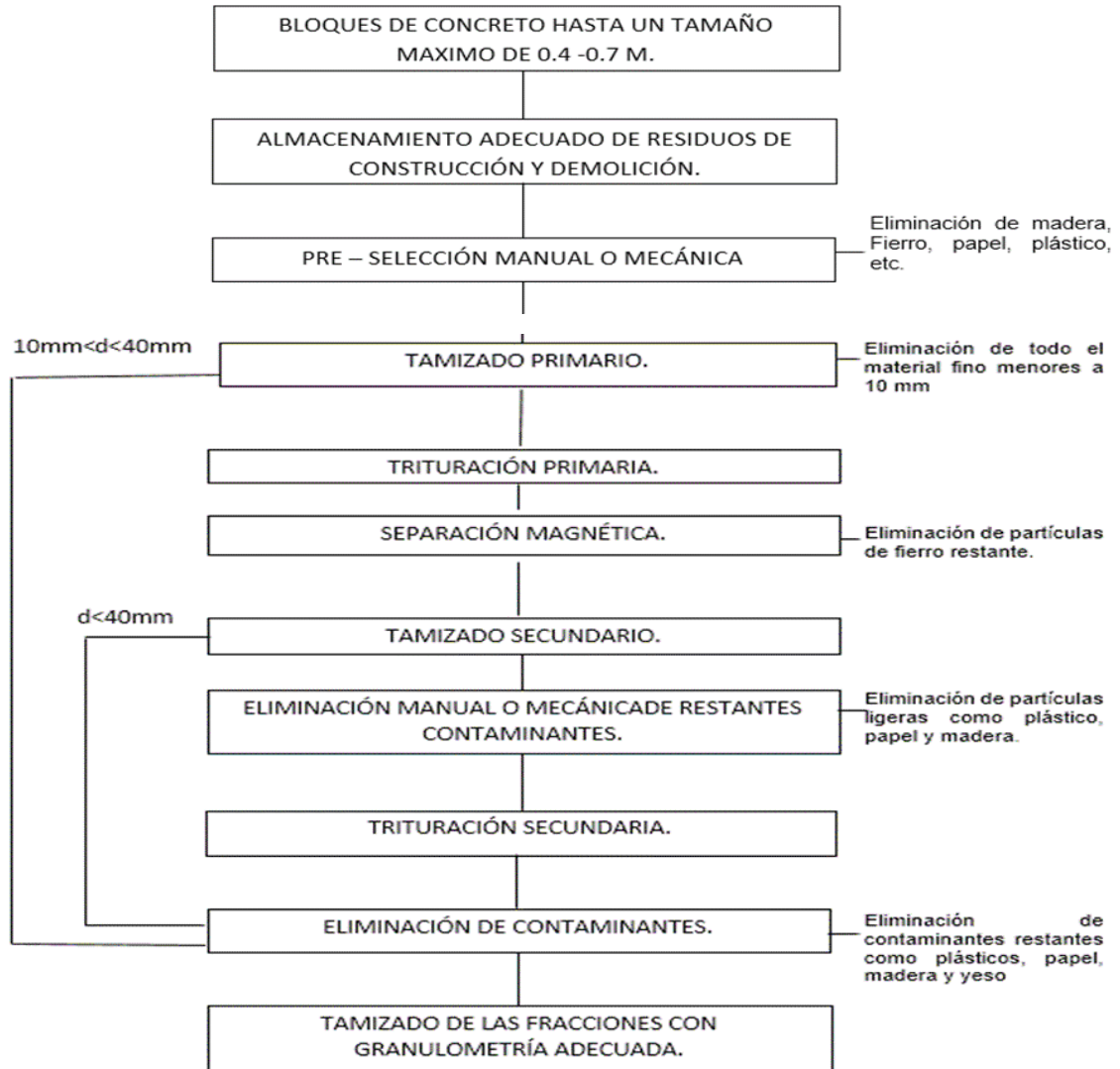


Figura 13. Procedimiento para la producción de agregados reciclados sugerido por el comité del ACI 555.

Fuente: Elaboración propia.

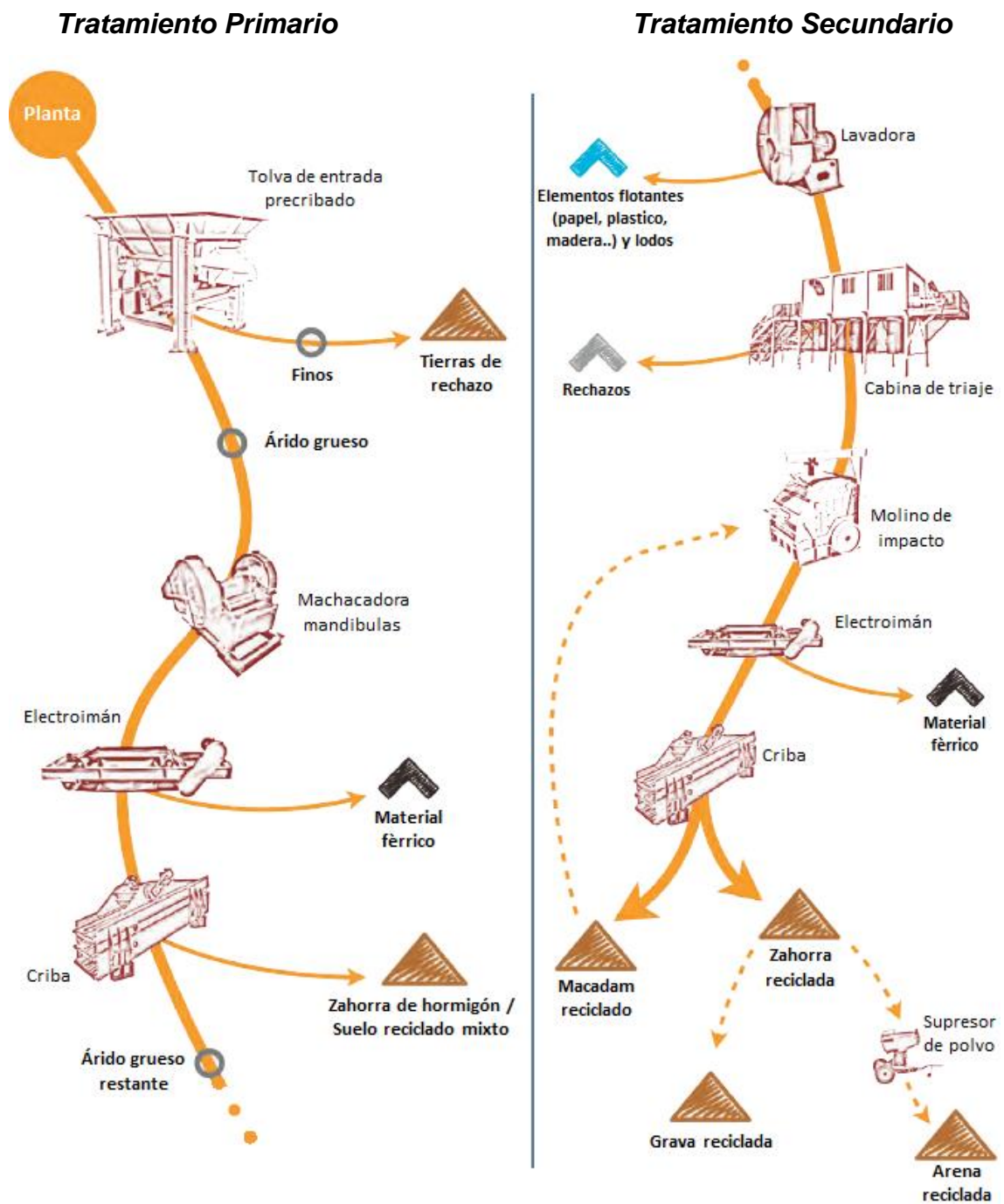


Figura 14. Propuesta de sistema de gestión de RCD.

Fuente: (Ayuso et al., 2015).

2.2.8 Producción de agregado reciclado para la fabricación de concreto

En la actualidad se recicla una cantidad muy limitada de RCD. Sin embargo, como las cantidades de RCD están en continuo crecimiento, aparecen numerosas razones por las que deberían desarrollarse métodos de impulso del reciclaje de los RCD (Bedoya, 2003). Los actuales estudios a nivel Europeo muestran grandes posibilidades en este campo. Desde el punto de vista puramente económico, el reciclaje de RCD sólo es atractivo si el producto obtenido es competitivo en relación a los productos naturales, tanto en coste como en calidad (Gonzales, 2002).

Aunque el concreto reciclado como escombros presenta un balance ambiental y técnico positivo, entonces de ser empleado en la construcción de nuevas obras y remodelación de aquellas existentes, aún no es motivo suficiente para que éste se introduzca como un material de uso normal en una comunidad, ya que tanto para habitantes, constructores y autoridades municipales es fundamental el factor económico, es decir, el costo que un material actualmente no convencional tendrá en el mercado (Marroquín, 2012).

La viabilidad del reciclaje depende de factores ajenos a sí mismo, como son una adecuada legislación en cuanto al canon de vertido y obligatoriedad del reciclaje. El tratamiento de los residuos generados en España, en la actualidad, supondría un coste muy superior a los costes de vertido actuales. A esto se une el hecho de la dificultad que se encontrará al comercializar los materiales reciclados, lo que sólo hará viable la actividad recicladora a partir del momento en que se vea favorecida por la legislación o aumenten las tarifas de vertido (Gonzales, 2002).

Cuando se exponen importantes ventajas de la reutilización y el reciclaje de escombros para crear nuevos concretos, es indudable que el beneficio ambiental para los ecosistemas urbanos es evidente y cuantificable. Pero, de acuerdo a las dinámicas de una sociedad en la cual hasta ahora el factor

económico predomina por encima del factor ambiental, se hace necesaria la comprobación científica acerca del desempeño de un material que utilizará escombros como agregados (Marroquín, 2012)

El concreto reciclado es simplemente un concreto antiguo que será triturado para producir partículas con características de agregados. En otros países, se ha utilizado con éxito como agregado en sub-bases granulares, cemento suelo y en concreto nuevo como única fuente o como sustituto parcial del nuevo agregado (WBCSD, 2009).

El reciclaje de RCD, es un sector económicamente rentable y altamente organizado en algunos países europeos, como Alemania y Holanda, donde hay escasez de recursos naturales y el gran valor económico que se da al suelo, ha obligado a incentivar el reciclaje por muchos años con resultados muy positivos (Navarro, 2007). Todos estos hechos convergen en la necesidad de investigar acerca de las características de estos residuos sólidos inertes, con el fin de conocer su idoneidad para ser aplicados en la industria de la construcción (Marroquín, 2012; WBCSD, 2009).

Algunos beneficios clave del concreto reciclado incluyen (WBCSD, 2009):

- Reducción de residuos en basurales y degradación asociada de la tierra.
- Sustitución de recursos vírgenes y reducción de costos ambientales asociados a la explotación de recursos naturales.
- Costos de transporte reducidos: muchas veces, el concreto puede ser reciclado en locales de construcción y demolición o cerca de áreas urbanas, donde será reutilizado
- Reducción del pago de tasas e impuestos asociados al vertido de residuos.

- Buen rendimiento en algunas aplicaciones debido a sus buenas propiedades de compresión y densidad (por ejemplo, como una sub-base de carretera).
- En algunos casos, generación de empleos en la industria del reciclaje de concreto.

2.2.9 Indicadores de producción de agregado reciclado

2.2.9.1 Índice de resistencia a la carga puntual $I_s(50)$.

El índice de resistencia a la carga puntual corregida $I_s(50)$ se calcula eliminando los dos valores más altos y los dos valores más bajos de una muestra de 10 o más pruebas válidas y calculando la media de los valores restantes (ONN, 1999).

A partir del índice de carga puntual corregido $I_s(50)$, la resistencia a la compresión no confinada se puede estimar. En el concreto, la resistencia a la compresión se define como la máxima carga axial de las muestras de concreto (Anicama, 2010).

2.2.9.2 Abrasión

La abrasión de los agregados no debe ser mayor de 50% (Etxeberria, 2004), de acuerdo a los ensayos realizados el valor de abrasión de los agregados reciclados varían de 26% a 28%. (Domínguez & Martínez, 2007), arrojó el siguiente resultado del agregado grueso: material natural 35,70%, material reciclado 43,40%.

El valor del coeficiente de los ángulos del agregado de concreto reciclado puede variar en un rango muy amplio de 25-42%, dependiendo, del tamaño de las partículas y de la calidad del concreto original entre otros factores (Arriaga, 2013).

2.2.9.3 Granulometría

La granulometría es la distribución del tamaño de las partículas de un agregado, que se determina a través del análisis de los tamices (cedazos, cribas). En España no existe ninguna especificación sobre la granulometría del agregado grueso reciclado para su empleo en concreto, aunque para evaluar la distribución de tamaños, se pueden comparar con las condiciones que establece la norma ASTM C 33 para el agregado grueso (Sánchez de Juan, 2004).

El agregado fino no deberá tener más de 45% retenido entre 2 tamices consecutivos y su módulo de finura deberá estar entre 2,3 y 3,1 (Sarg, 2010).

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites especificados en la NTP 400.037. En cuanto al tamaño de las partículas de los agregados reciclados, no hay consenso de estudios estandarizados y comparables usando una variedad de tamaños de partículas. Sin embargo, en el Reino Unido, se recomienda que los agregados reciclados tengan un tamaño máximo de entre 16 mm y 20 mm .

También recomienda que, para agregados gruesos, se puede suponer que el tamaño de partícula óptimo de agregados reciclados es el mismo que para los agregados convencionales (Basurco, 1999).

El porcentaje de la fracción gruesa, resultante del proceso de trituración, oscila entre 60% y 90%, en función del tipo de machacadora. Cuando se emplea el mismo tipo de trituración en diferentes escombros aparecen nuevas variables que tienen una marcada influencia en la granulometría de los agregados, como es caso de la calidad del concreto de origen. Los tamaños máximos del agregado reciclado, mayormente utilizados en el concreto estructural, son de 20 y 25 mm (Martínez et al., 2012).

2.2.9.4 Porcentaje de absorción

La absorción del agregado reciclado es una de las propiedades que determina la calidad del mismo. Presenta gran diferencia con respecto al agregado natural. Los valores de absorción total pueden llegar hasta un 15% y ser hasta cinco veces mayores que en el agregado natural. Esto se debe fundamentalmente al mortero que presentan adherido los agregados reciclados en su composición (A. López, 2010). En Cuba se fija la absorción de agua de los agregados naturales para su empleo en concreto en un 3%, según la NC 215:2005 (Martínez et al., 2012).

La absorción del agregado fino (Domínguez & Martínez, 2007) arrojó el siguiente resultado para la muestra natural 7,99%. Mientras que para (Parillo & Camargo, 2015) los para valores obtenidos en agregados gruesos reciclados van desde un 3,3% hasta un 13%. Sobrepasando en algunos casos el valor límite de un 5% establecido por la norma EHE 08 (F. López, 2008).

2.2.9.5 Peso específico

Los pesos específicos obtenidos de los ensayos realizados son menores a los de un agregado convencional; el agregado reciclado provenientes de residuos de construcción y demolición tiene un peso específico de 2,456 g/cm³ para los agregados cuyo origen son los residuos de construcción el peso específico es de 2,481 g/cm³. (Domínguez & Martínez, 2007) arrojó los siguientes resultados del agregado grueso: material natural 2,03 Kg/l, material reciclado 1,99 Kg/l.

Según (Arriaga, 2013) la densidad saturada con superficie seca varía entre 2 300 y 2 500 kg/m³. Muchos estudios informan sobre los intervalos de densidades (2 290 a 2 490 kg/m³) en función del tamaño de los agregados. La densidad de agregados reciclados de concreto disminuye con el tamaño más pequeño de los agregados (Etxeberria, 2004).

Densidad del agregado fino (Domínguez & Martínez, 2007) arrojó los siguientes resultados del agregado fino: muestra natural 2,10 Kg/l, y módulo de finura muestra natural 2,53, muestra reciclada: densidad 1,91 kg/l y módulo de finura 2,82.

El concreto convencional normalmente usado tiene un peso unitario o densidad que varía de 2 200 a 2 400 kg/m³. La masa volumétrica del concreto varía de acuerdo con la cantidad y la densidad del agregado, la cantidad de aire retenida o intencionalmente incluida y las cantidades de agua y cemento (Rivva, 2000).

2.2.9.6 Peso volumétrico

Peso volumétrico seco y suelto (Domínguez & Martínez, 2007) arrojó los siguientes resultados del agregado grueso: material natural 1061,00 Kg/m³, material reciclado 1129,00 Kg/m³.

Peso volumétrico seco y compacto (Domínguez & Martínez, 2007) arrojó los siguientes resultados del agregado grueso: material natural 1 138,00 Kg/m³, material reciclado 1 176,00 Kg/m³.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- *Agregado reciclado.* Agregado producido a partir del proceso de reutilización de RCD. Pasa por los procesos de clasificaciones o limpieza, trituración primaria, trituración secundaria y trituración terciaria (Mamani, 2015).
- *Aprovechamiento.* Proceso mediante el cual se recupera los materiales provenientes de los RCD, se realiza para reincorporarse en el ciclo económico productivo en forma ambientalmente eficiente por medio de procesos como. reutilización, reusó y reciclaje (Amaru & Miranda, 2017).

- *Concreto de demolición.* Fragmentos de concreto obtenidos por demolición de elementos de construcciones civiles de concretos simples o armados y de pavimentos de concreto, incluye al concreto excedente de obra (MINAM, 2012).
- *Concreto reciclado.* El concreto reciclado es aquel concreto cuyos agregados provengan parcial o completamente de granulados de concreto, gravas y arenas de reciclaje (Ministerio de Vivienda, 2013).
- *Contenido de Humedad.* En los agregados existen poros, los cuales se encuentran en la intemperie y pueden estar llenos con agua, estos poseen un grado de humedad, con él podríamos saber si nos aporta agua a la mezcla (Mamani, 2015).
- *Desecho.* Material producido por la actividad humana que se necesita eliminar y se considera sin ningún valor. Son desechados en rellenos sanitarios (Martínez et al., 2012).
- *Escombros.* Material residuo de actividades como demolición, remodelación y construcción. Normalmente, los escombros se clasifican como residuos urbanos, aunque están más relacionados con una actividad industrial que doméstica. Es todo residuo sólido que ha quedado de las actividades de construcción, reparación, de demolición, obras civiles u otras actividades relacionadas o complementarias (Sánchez, 2014).
- *Escombrera.* Es el lugar de disposición final donde se deposita de manera ordenada los materiales o residuos no aprovechables (inertes) procedentes de las actividades de construcción o demolición, pudiendo definirse espacios para los residuos peligrosos (rellenos de seguridad) (Ministerio de Vivienda, 2013).

- *Excedente de remoción.* Cubre todos los materiales excedentes del movimiento de la tierra (Ministerio de Vivienda, 2013).
- *Granulado de concreto.* Material secundario de construcción proveniente del tratamiento del concreto y mortero de demolición hasta llevarlo a partículas de tamaño similar al de los agregados (Ministerio de Vivienda, 2013).
- *Granulado no clasificado.* Material secundario obtenido a través del tratamiento de material de demolición no clasificado (Ministerio de Vivienda, 2013).
- *Gravas o arenas de reciclaje.* Es el material secundario de construcción obtenida a través del tratamiento de materiales no industriales (Ministerio de Vivienda, 2013).
- *Impacto ambiental.* Efecto que una actividad, obra o proyecto, o cualquiera de sus acciones y componentes tiene en el ambiente o en sus elementos constituyentes. Puede ser positivo o negativo, directo o indirecto, acumulativo o no, reversible o irreversible, extenso o limitado (Sánchez, 2014).
- *Materiales pétreos.* Están incluidos, los conglomerados, piedras, yeso, mármol, cal, canteras, rocas, entre otros (Ministerio de Vivienda, 2013).
- *Material de demolición no clasificado.* Materiales o mezclas de materiales provenientes de la demolición de edificaciones, constituidos por compuestos minerales no metálicos, que no reúnen las condiciones para ser considerados concreto de demolición (Ministerio de Vivienda, 2013).
- *Material particulado.* Conformado por partículas, que flotan en el aire donde la mayoría de ellas no pueden ser observadas (Decreto Supremo N°074-2001-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire). Son un tipo de contaminación del aire que afecta a la salud de las

personas. Se diferencian según su tamaño en dos grupos principales. a. Grandes, denominados PM10 (entre 2,5 y 10 micrómetros) y b. Pequeñas, denominadas PM2,5 (menos de 2,5 micrómetros) (Ministerio de Vivienda, 2013).

- *Mitigación de impactos ambientales.* Se entiende también por mitigación al conjunto de medidas que se pueden tomar para contrarrestar o minimizar los impactos ambientales negativos que pudieran tener algunas intervenciones antrópicas. Estas medidas deben estar consolidadas en un Plan de mitigación, el que debe formar parte del estudio de impacto ambiental (CONAM, 1999) .
- *Norma.* Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido que suministra para uso común y repetido. En el caso de las normativas de construcción estas son de tipo jurídico (Vivienda, 8, junio, 2006)
- *Producción.* Cualquier tipo de actividad destinada a la fabricación, elaboración u obtención de bienes y servicios. La producción de áridos reciclados procedentes de los RCD se realiza de forma similar al proceso que se emplea para producir áridos naturales machacados. Las plantas que se emplean con dicha finalidad incorporan varios tipos de trituradoras, tamizadoras y equipos para eliminar los residuos no deseados (Suárez, 2015)
- *Reciclaje.* Proceso que consiste en someter a una material o producto ya utilizado a un ciclo determinado para obtener un material nuevo de este. Es la utilización de un ciclo determinado para la formación de una nueva materia prima desde desechos (Bedoya & Dzul, 2015).
- *Residuos de construcción.* Constituyen un amplio porcentaje del total de los residuos generados por el ser humano y son aquellos generados durante la construcción, renovación y demolición de cualquier tipo de estructura

construida como centros comerciales, instituciones, puentes, calles, avenidas, diques, casas, edificios, canales de riego, entre otras (Bedoya & Dzul, 2015)

- *Residuos sólidos de la construcción y demolición.* 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 (Ministerio de Vivienda, 2013).

- *Residuos de demolición.* Materiales excedentes de las construcción que se originan como resultado de las operaciones de desmontaje o derribos de edificios u otro tipo de construcciones (Ministerio de Vivienda, 2013).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de investigación

Según el fin que persigue la investigación es aplicada, porque su aporte está dirigido a la solución mediante la producción de agregado reciclado que es una alternativa para mitigar los impactos ambientales de los residuos de construcción en la ciudad de Tacna. Por su carácter es cuantitativo, porque la preponderancia del estudio de los datos se basa en la cuantificación y cálculo de los mismos.

3.1.2 Diseño de investigación

En una primera parte el diseño es descriptivo cualitativo y cuantitativo, ya que se realizó la recolección de información y evaluación de los focos de depósitos con residuos de construcción, seguidamente se evaluó el impacto ambiental de los residuos sobre el suelo, paisaje visual y otros componentes ambientales. En una segunda parte el diseño es experimental, dado que se experimentó con el diseño de una mezcla usando agregado reciclado para fabricar concreto estructural para obras civiles. Y prospectiva porque, se evaluó la minimización del impacto ambiental en el futuro, debido a que la utilización de agregado reciclado proveniente de los residuos de construcción, tienden a disminuir y, por tanto, minimizar los impactos ambientales que generan los residuos de la construcción que se encuentran depositados inadecuadamente en diferentes zonas de la ciudad de Tacna.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población

La población es conformada por 14 focos de residuos sólidos de construcción depositados en 4 zonas de mayor incidencia y 27 briquetas de concreto reciclado, divididas en tres grupos de ensayo, la primera 9 briquetas al 20% de agregado grueso reciclado, 9 briquetas al 50% con agregado grueso reciclado y 9 briquetas al 100% con agregado grueso reciclado.

3.2.2 Muestra

Se trabajó con toda la población, que se encuentra descrita anteriormente en el numeral 3.2.1.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 8

Operacionalización de las variables.

Variable	Concepto operativo	Indicadores	Instrumento de recolección de información
<p>Variable Independiente:</p> <p>Producción de agregado reciclado</p>	<p>Son los agregados de residuos provenientes del reciclado de concreto de residuos de construcción. También de escombros generados por laboratorios provenientes principalmente de los ensayos a compresión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de resistencia • Abrasión • Granulometría • Contenido de humedad • % de absorción • Peso específico • Peso unitario 	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de observación de laboratorio
<p>Variable dependiente:</p> <p>Impactos ambientales de residuos de construcción</p>	<p>Efecto de los residuos de la construcción tiene sobre el ambiente o sus elementos constituyentes. Puede ser de tipo positivo o negativo, directo o indirecto, acumulativo o no, reversible o irreversible, extenso o limitado, entre otras características, es decir la alteración inducida en el medio ambiente por la actividad de la industria de la construcción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Disposición de los residuos de la construcción. • Tipos de desechos de construcción • Impacto en el suelo. • Alteración del Paisaje Visual. • Naturaleza • Intensidad • Extensión • Momento • Persistencia • Reversibilidad • Sinergia • Acumulación • Efecto • Periodicidad • Recuperabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de campo • Matriz de impactos ambientales

Fuente: Elaboración propia.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la variable independiente

Producción de agregado reciclado; se aplicó la técnica de observación y su instrumento la ficha de observación de laboratorio que comprende los siguientes formatos, que fueron proporcionados por el laboratorio de Mecánica de Rocas y Concreto de la UNJBG. Se emplearon los siguientes formatos para los ensayos siguientes (Anexo 4):

- Índice de resistencia a la carga puntual $I_s(50)$
- Abrasión los ángeles
- Peso unitario suelto arena
- Peso unitario compactado arena
- Peso específico y absorción arena
- Contenido de humedad arena
- Módulo de fineza de la arena
- Contenido de Humedad del agregado grueso
- Peso específico y absorción agregado grueso
- Análisis granulométrico
- Características físicas de los agregados

Para la variable dependiente

Impactos ambientales de residuos de construcción; se revisaron normas peruanas e internacionales, que facilitaron el desarrollo de la investigación.

Para determinar el Impacto ambiental, se utilizó la técnica de observación y su instrumento la ficha de observación de campo: Ficha de registro de RCD depositados en espacios públicos-Ministerio de vivienda (Anexo 1), adicionalmente la Matriz de identificación de impactos causa efecto y Matriz de importancia de impactos ambientales (ver Tablas 29 y 31).

3.5 EQUIPOS, MATERIALES E INSTRUMENTOS

Materiales

Los materiales se pueden observar en las Figuras 15, 16 y 17. Estos son:

- Agregado Fino.
- Agregado Grueso natural
- Agregado Grueso reciclado.
- Cemento Yura IP.
- Agua potable.
- Aditivo plastificante.



Figura 15. Obtención de agregados naturales de la Cantera de Viñani en el D.C.G.A.L.-Tacna

Fuente: Elaboración propia.



Figura 16. Obtención de agregado grueso reciclado de escombros de la C.U. UNJBG
Fuente: Elaboración propia.

Equipos

Los equipos se listan en la Tabla 9 y en la Figura 18.



Figura 17. Cemento IP puzolánico y aditivo plastificante.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9

Equipos.

ENSAYO	INSTRUMENTO O EQUIPO
Romper Concreto de demolición.	Martillo eléctrico rompedor.
Análisis granulométrico del agregado fino y grueso – mediante tamices	Juego de tamices (3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/5", 1/4", No 4, N° 10, N° 40, N° 60, N° 100, N° 200)
Ensayo de asentamiento del concreto reciclado	Cono de Abrams
Ensayo la determinación de la resistencia a compresión del concreto, en muestras cilíndricas	Maquina estándar (especificada en ASTM C 39)

Fuente: Elaboración propia



Figura 18. Equipos utilizados en laboratorio de Mecánica de Rocas y Concreto de la UNJBG.

Fuente: Elaboración propia.

Instrumentos

Los instrumentos utilizados para su desarrollo fueron: programa Microsoft Excel 2010, Programa Microsoft Word 2010, SigmaPlot 12.0, SPSS 22.0.

3.6 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.6.1 Procesamiento

Para el procesamiento de la información se utilizó el programa Excel y el programa estadístico SPSS 22.0, con lo cual, se elaboraron las tablas y gráficos.

La metodología seguida en la realización de la presente Tesis fue la siguiente:

1. Estudio bibliográfico para conocer el estado actual del conocimiento:
En el estudio bibliográfico se recogió información sobre el agregado reciclado de RCD, sobre propiedades de agregado reciclado y características del concreto reciclado, dosificaciones.

2. Definición de los principales objetivos a determinar:

El principal objetivo a determinar, fue establecer en qué medida la producción de agregado reciclado es una alternativa para mitigar los impactos ambientales de los residuos de construcción, al sustituir parte del agregado grueso natural por agregados gruesos reciclados en concretos reciclados estructurales para uso en obras civiles.

Para ello, se destaca como objetivo prioritario el estudio de los materiales, en especial el estudio del agregado reciclado, para poder definir los requisitos de calidad que deben satisfacer tanto el árido reciclado como el concreto reciclado elaborado con agregado reciclado.

3. Planificación del trabajo experimental.

- 3.1. Característica de los materiales.

Se inicia el trabajo experimental con la búsqueda de los materiales necesarios no disponibles en el laboratorio de estudio, siendo este el

laboratorio de Mecánica de Rocas y Concreto de la Facultad de Ingeniería de la UNJBG.

Todos estos materiales, una vez provisionados, se proceden a realizar ensayos de comprobación y caracterización de sus propiedades.

3.2. Determinación de los parámetros de dosificación de concreto reciclado.

El número de muestras para esta investigación estará determinado por los siguientes parámetros:

- a) Resistencia de diseño del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- b) Tamaño máximo nominal del agregado grueso: 3/4"
- c) Tiempo de rotura del espécimen de concreto: 7, 14 y 28 días.

Para poder realizar una sustitución parcial de los agregados gruesos, se debe disponer de una dosificación la cual se procede a poner en punto con los materiales disponibles y según la dosificación de referencia elegida, adecuándose a los materiales propios. Las cantidades por m^3 de concreto fueron determinados empleando el método del comité 211 del ACI.

3.3. Fabricación del concreto reciclado con agregados reciclados:

Seleccionándose el árido grueso objeto del estudio situado en la fracción granulométrica 4-19 mm. Se han ensayado con la dosificación resultante y porcentajes de sustitución del agregado reciclado (%AR) del 20%, 50% y 100%.

3.4. Resultados, conclusiones y futuras líneas de investigación.

Una vez fabricado el concreto reciclado con los parámetros definidos y diferentes porcentajes de agregado grueso reciclado, se procede a caracterizar las especificaciones del concreto en estado fresco y endurecido.

En base a estos resultados se procede a analizar los resultados y elaborar las conclusiones del trabajo.

Paralelamente a todas las fases anteriores se recogen las posibles líneas de investigación, mediante las cuales se puede profundizar en el estudio de los concretos reciclados con agregados reciclados.

3.6.2 Análisis de la información

Para el análisis de la información se utilizó estadísticos descriptivos, de tendencia central y de dispersión. También se utilizó la matriz de impacto ambiental.

El método usado para probar la normalidad de datos, siendo muestra pequeña < 30 se tomó la prueba de Shapiro Wilk W_c .

Para la primera hipótesis específica, se utilizó la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon es una prueba no paramétrica para comparar el rango medio de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas. Se utiliza como alternativa a la prueba t de Student cuando no se puede suponer la normalidad de dichas muestras.

Para la prueba de la segunda hipótesis específica se utilizó el estadístico t de Student para muestra única. En esta prueba se evalúa la hipótesis nula de que la media de la población estudiada es igual a un valor especificado μ_0 .

CAPITULO IV

MARCO FILOSÓFICO

4.1 FUNDAMENTOS DE LA RACIONALIDAD AMBIENTAL DESDE EL ANÁLISIS EPISTEMOLÓGICO DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) y los Estudios de Impacto Ambiental (ESIA) incluidos en estos constituyen la principal herramienta metodológica para determinar la existencia o no de un impacto antrópico en el medio ambiente. La EIA es el procedimiento administrativo para la realización del ESIA, que es un estudio técnico-metodológico propiamente dicho. Estos estudios ambientales se establecieron en 1969 en los Estados Unidos y luego se extendieron al resto del mundo desarrollado y en parte al mundo en desarrollo. La EIA busca remediar las consecuencias perjudiciales de las actividades antropogénicas en el medio ambiente, así como destacar las positivas.

La determinación de un impacto ambiental es un paso fundamental para la preservación del medio ambiente y el control ambiental de las actividades humanas. Sin embargo, esta herramienta está ideológicamente constituida por criterios de racionalidad de la actual sociedad occidental post-industrial. Es decir, encaja dentro de los criterios generales de racionalidad, criterios culturalmente compartidos por una sociedad en el contexto contemporáneo de la era post-industrial. Este conjunto de criterios (interrelacionados) conforman los referentes epistemológicos de la teoría y metodología aplicadas en estudios ambientales. De la noción de "ambiente" a las metodologías aplicadas para determinar el "impacto ambiental", implican nociones de racionalidad incorporadas culturalmente. La racionalidad referida en la presente tesis se refiere a la utilizada para llegar a una teoría ambiental subyacente a las evaluaciones y estudios

ambientales. Todo este conjunto de teorías e instrumentos y metodológicos se basa en un conjunto de fundamentos epistemológicos ligados a una idea y representación del ambiente. Análisis y estudios ambientales siempre, por ejemplo, involucran una noción de "desarrollo sustentable/crecimiento económico", una idea de cómo es posible mantener cierto equilibrio ambiental estable y cómo intervenir con medidas correctivas para evitar el desequilibrio de otros, un grupo de supuestos teóricos sobre las condiciones de equilibrio o desequilibrio del ambiente. En resumen, la racionalidad y los criterios generales que caracterizan a las EIA, su fundamentación y la posibilidad de alcanzar una racionalidad alternativa que nos permite tomar una posición filosófica al respecto, son discutidos a continuación (March, 2005).

4.2 DEFINICIÓN DE RACIONALIDAD

La razón constituye la facultad humana de argumentar de acuerdo con principios lógicos que deberían ser universalmente válidos, y la reflexión filosófica fue identificada con el ejercicio del pensamiento racional. La razón es, entonces, una facultad inherente a la raza humana como tal y cuyo ejercicio aproxima a los hombres a la verdad, pero no la verdad teocéntrica y metafísica, sino a la verdad, una verdad antropocéntrica y física y los principios de la argumentación racional en ser puramente formales, como ellos fueron aceptados por los filósofos antiguos.

A partir de una perspectiva antropológica, la racionalidad es una forma generalizada de reflexión sobre cultura y medio ambiente, que actúa como un límite de interacciones comunicacionales y comportamentales entre los miembros de una sociedad (determina qué criterios y actitudes son "racional" o "no"). Como forma de acción comunicativa de la sociedad, la racionalidad es el resultado de un plan comunicacional de interrelación entre los miembros de la sociedad. Este plan está regulado por un código (cultural) particular de transmisión y recepción de información entre los miembros del mismo. Entonces, la racionalidad es asumida como el producto materializado - a nivel del sistema

de reglas de la sociedad - de lo que es culturalmente considerado "razón". La razón, como la expresión más abstracta de la racionalidad, ha sido objeto de una discusión intelectual por milenios de la historia filosófica de la civilización actual. "El sentido común", una expresión con la que el lenguaje coloquial expresa una racionalidad colectiva compartida, presenta una serie de componentes ideológicos mínimos (creencias culturalmente compartidas acerca del mundo) para la clasificación de una acción o un pensamiento como pertenecientes al "sentido común" (se califica como relevante para el dominio de la racionalidad). Estas creencias forman el marco de sistemas de reglas organizadas "racionalmente" para que los miembros de una sociedad interactúen unos con otros y con su ambiente.

La obtención de una nueva "racionalidad ambiental" exigirá necesariamente una nueva racionalidad comunicativa. Una racionalidad que incluye formas de diálogos basados en la aceptación de la capacidad de regeneración de los sistemas naturales. La racionalidad instrumental constituye el emergente más típico de una forma ideológica típica de la sociedad postindustrial. Este emergente, en su actual forma magnificada, lleva a la desintegración de los sistemas naturales utilizados por la sociedad para sustentarse y desarrollarse. Sin embargo, la racionalización o la instrumentalidad no constituyen segmentos autónomos de la racionalidad de una cultura, sino partes componentes de una ideología. Por esa razón, por ejemplo, si una instrumentalidad culturalmente orientada es elaborada para fines mediáticos en lugar de inmediatos, sería muy útil para la ejecución de acciones antrópicas basadas en una nueva racionalidad ambiental. Habermas y Marcuse indican el problema de una acentuación excesiva de una forma de racionalidad; si esta acentuación disminuye, llegaría a una noción más equilibrada de racionalidad, que se traduciría en nuevas prácticas culturales.

Por lo tanto, es pertinente observar que una instrumentalidad excesiva, como es actualmente visto en la sociedad postindustrial, es una distorsión de una racionalidad humanizada, que debería considerar, necesariamente, respeto

por los sistemas naturales y del tiempo de recuperación y reconstitución. Las EIA son el producto de una racionalidad que busca generar mecanismos correctivos y preventivos de los efectos de esa distorsión de la racionalidad. Los ESIA, además, constituye un intento, a partir de la visión postindustrial, de iniciar un diálogo básico con los sistemas naturales, con aquellos ámbitos que son ajenos a la cultura y que poseen otras reglas de comunicación. Entender el código de comunicación de estos sistemas naturales es el primer paso para alcanzar una racionalidad ambientalmente construida.

La racionalidad que deja una ejecución monológica de sus acciones para abrazar una ejecución dialógica de ellos (el ejercicio de la instrumentalidad ejerce un control unilateral sobre los sistemas naturales, no considera su respuesta para proyectar sus acciones futuras). De este modo, un enfoque apropiado sería: una racionalidad dialógica que aceptaría la diversidad cultural y la pluralidad étnica como base ideológica. Cuanto más visiones del ambiente sean compartidas y conocidas, una imagen más flexible surgirá como resultado de las interacciones entre diferentes estilos culturales.

En general, dentro del contexto del lenguaje natural, la expresión "racionalidad" en sentido amplio, funciona como un adjetivo calificador de los actos o acciones realizados en la vida cotidiana y, fundamentalmente, se define con base en su contrario: la ausencia *racional* e *irracional* o, también, cualitativa, *arracional*. En esta tesis por racionalidad se entiende también a un *corpus* de presupuestos ideológicos que informan sobre la lógica particular de las acciones de los individuos, tanto entre sí y con el mundo en que están insertos. Se supone también que este *corpus* está ligado a otros campos simbólicos del orden cultural: por ejemplo, creencias en fenómenos más allá de la percepción sensorial actual que regulan los principales aspectos ambientales en el desarrollo de la vida cotidiana, las visiones del mundo y la percepción diferencial de contextos espacio - temporales. Además, la racionalidad constituye uno de los puentes que articula los subsistemas de la estructura de la cultura: lo ideológico, lo tecnológico y lo económico-distribucional.

4.3 FUNDAMENTOS PARA UNA RACIONALIDAD AMBIENTAL

La "racionalidad plural", es decir, una racionalidad que soporta una multiplicidad de visiones del ambiente y de la naturaleza y al mismo tiempo es lo suficientemente flexible para permitir que los sujetos sociales ajusten sus sistemas y actividades de valor a este nuevo marco filosófico, es una forma de evolución cultural que permite usar una variedad de direcciones y no una única dirección en la interacción con el ambiente. Teniendo en cuenta que es posible establecer una diversidad de vínculos con la naturaleza y no sólo con una, se determina una nueva forma de representación e intervención en el medio ambiente. No habría otra manera única de interactuar con el ambiente, sino una variedad de maneras de conectarse con el ambiente. Esta racionalidad alternativa constituye la base filosófica fundamental para modificar diferentes creencias y presupuestos epistemológicos, los cuales son asumidos como válidos por la gran diversidad de especialistas que realizan estudios ambientales.

La revisión de esas nociones de verdades ambientales llevaría a descartar algunas y confirmar otras, pero, a diferencia de la visión única del medio ambiente, habría alcanzado un nuevo nivel teórico de estudio ambiental. Este nivel se basa en un plano reflexivo, en un plano que permite revisar y analizar diferentes visiones teóricas y epistemológicas. Este plan se llama en este trabajo como epistemología ambiental (teoría del conocimiento del medio ambiente). La epistemología ambiental pretende ser un canal abierto para la cristalización de nuevas visiones e ideologías sobre representaciones alternativas del medio ambiente y, también, de problemas ambientales. Además de analizar epistemológicamente las ciencias que estudian las cuestiones ambientales, la epistemología ambiental constituiría una teoría del conocimiento ambiental, un área de estudios epistemológicos que se interesa en analizar cómo se elaboran diferentes conceptos ambientales. Este nuevo campo epistemológico constituye la estructura filosófica apropiada para el desarrollo de una racionalidad alternativa, según lo exigido por los estudios ambientales actuales.

4.4 LA RACIONALIDAD A SER UTILIZADA EN LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL

La racionalidad no constituiría una propiedad, ya sea en el sentido de la calidad de la que están dotados de espíritus técnicos científicos, y de los cuales los demás son desprovistos; o en el sentido que los técnicos y científicos poseen. Y, además, el pensamiento fraccionario que divide todo lo global ignora la complejidad de los contextos antropológicos y del contexto planetario. El pensamiento contextual busca siempre buscar la relación de inseparabilidad e inter-retroacción entre todos los fenómenos y su contexto, y de todo el contexto con el contexto planetario.

Un nuevo conocimiento cuya antropología se funde con un conocimiento ecológico constituye un salto epistemológico para la actual concepción ambiental que caracteriza la cultura global, una vez que la misma naturaleza ontológica del "ambiente" es presentada como multidimensional, multifactorial y espacio-temporal, con una complejidad de interconexiones mostrada heurísticamente por la Ecología "un pensamiento organizador o sistémico que conciba la relación" (March, 2005).

Esta representación constituye una alternativa a la visión actual producida por la fragmentación de los componentes del ecosistema debido a las acciones antrópicas lineales. Sorprendentemente, esta representación se encuentra en los fundamentos epistemológicos de la ecología y, antes, de la cibernética. A la luz de los actuales problemas ambientales que afectan a las sociedades globalizadas, queda claro que es necesario reflexionar a partir de un nuevo logos, un logos que reformule la racionalización por la racionalidad y, también, la unidimensionalidad por la multidimensionalidad recuperando el pensamiento contextual y la visión holística. Sólo adoptando un racionalismo crítico, en el sentido de Karl Popper (en un sentido metodológico) a partir de este punto, podemos hablar de estudios ambientales en sentido estricto.

4.5 RACIONALIDAD E IMPACTO AMBIENTAL

El fin último de la Evaluación del Impacto Ambiental, consiste en llegar a ser una herramienta idónea para la armonización de las actividades antrópicas con el ambiente. El estudio de Impacto Ambiental está informando, desde una lectura meta-comunicativa, que el ambiente posee factores sensibles que deben ser tenidos en cuenta antes de realizar una determinada actividad antrópica. Otro metamensaje informa acerca de que el ambiente constituye una entidad reparable, posee un conjunto de factores a los que se les pueden ser restituidos sus equilibrios originales (Chantada, 2012).

En suma, la inclusión antrópica en el ambiente, si se controla con ciertas metodologías y técnicas, no necesita ser traumática o perjudicial, sino sólo otra actividad dentro del ambiente. El medio ambiente no es un ente intocable, pero es lo suficientemente flexible para permitir ciertos emprendimientos porque todo se corrige, se mitiga y se controla (Almeida, 2008).

En este sentido, la contradicción sociedad/ambiente se aborda desde un lugar que permite la evolución de las actividades tecnológicas. No se observa a esta contradicción como un enfrentamiento obstruccionista sino, desde una visión holística resolutive, como una interacción dinámica entre dos sistemas que arribarán a un potencial estado de equilibrio común, con la construcción de vías alternativas de vinculación entre el sistema ambiental y el sistema socio-cultural. El estudio debe constituir el primer cambio de conciencia ambiental a un nivel tecno-ideológico en la actual sociedad global post-industrial.

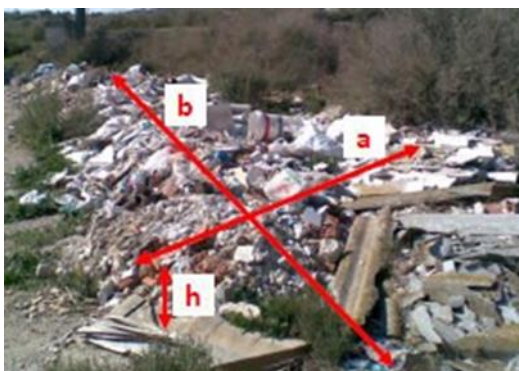
A la luz de los actuales problemas ambientales que afectan a las sociedades globalizadas, queda claro que es necesario reflexionar a partir de un nuevo logos, un logos que reformule la racionalización por la racionalidad y, también, la unidimensionalidad por la multidimensionalidad recuperando el pensamiento contextual y la visión holística. Sólo adoptando un racionalismo crítico, en el sentido de Karl Popper (en un sentido metodológico) a partir de este punto, podemos hablar de estudios ambientales en sentido estricto.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 CÁLCULO DE VOLUMEN DIAGNÓSTICO

En el Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión y Modernización Municipal del año 2013, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento estableció la meta 9 “Identificación, cuantificación y clasificación de los RCD depositados en espacios públicos” y la meta 32 “Plan de Gestión de RCD depositados en espacios públicos y de obras menores”. Para efectuar el cálculo, tomamos como referencia el “Anexo: *Estimación de Volúmenes*” del Plan de incentivos a la mejora de la gestión y modernización municipal – PI 2014 Guía para el cumplimiento de la Meta 39, tal como se muestra en el Anexo 1 de la presente tesis. Se puede observar que los RCD se distribuyen en espacios públicos que incluyen la longitud por ancho y altura, utilizando para este caso la fórmula paraleloidal/trapezoidal (Figura 19).



$$VOL = a \times b \times h \quad [1]$$

a: ancho medio

b: largo medio

h: altura media

Figura 19. Fórmula para la Estimación de Volúmenes de RCD, para la forma de Trapezoide/Paralelepípedo.

Fuente: (Ministerio de Vivienda,2013).

En la Tabla 10, se toman los datos y en la Tabla 12, se muestra el cálculo de los volúmenes en los lugares identificados, todos los lugares fueron calculados con la fórmula del trapecoide o paralelepípedo. La ec. [1] fue usada para cálculos del volumen de RCD.

Tabla 10

Datos recogidos en campo para cada lugar identificado – 2017.

Nº	Código de Registro	Método Aplicado para el Cálculo de Volumen	Datos de Campo		
			Ancho a (m)	Largo b (m)	Alto h (m)
1	RCD-LEGU-0001	Trapezoide	15,00	27,00	1,35
2	RCD-LEGU-0002	Trapezoide	23,00	22,00	1,20
3	RCD-LEGU-0003	Trapezoide	20,00	27,00	1,40
4	RCD-LEGU-0004	Trapezoide	20,00	40,00	1,85
5	RCD-LEGU-0005	Paralelepípedo	20,00	185,00	1,80
6	RCD-VIÑA-0001	Trapezoide	18,00	25,00	1,72
7	RCD-VIÑA-0002	Trapezoide	14,00	52,00	0,90
8	RCD-VIÑA-0003	Trapezoide	36,00	40,00	1,55
9	RCD-VIÑA-0004	Trapezoide	50,00	23,00	1,75
10	RCD-VIÑA-0005	Paralelepípedo	18,00	148,00	1,80
11	RDC-DGAL-0001	Paralelepípedo	3,50	400,00	0,70
12	RDC-DGAL-0002	Paralelepípedo	30,00	600,00	1,50
13	RDC-DGAL-0003	Paralelepípedo	56,00	500,00	2,80
14	RCD-TACN-0001	Trapezoide	7,30	11,47	0,70

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de ficha de campo (Anexo 2).

Todos los lugares fueron calculados mediante las fórmulas de la Figura 19 Fórmulas para la Estimación de Volúmenes de RCD.

5.2 IDENTIFICACIÓN DE LUGARES CRÍTICOS CON RCD DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS

La ciudad de Tacna no tiene una ordenanza municipal para disponer sus residuos provenientes de actividades de construcción, demolición y acondicionamiento de viviendas de manera adecuada.

El problema de la disposición inadecuada se basa en lo siguiente:

- Lugares cercanos a la ciudad, no cumplen la norma de 1000 m.
- Riesgo de ocupación precaria.
- Relleno informal.
- Desconocimiento de la situación de sus planes de cierre.

Los lugares críticos en donde se identificaron el mayor volumen de RCD, están ubicados en las calles de: A. B. Leguía, a lo largo de la línea del tren del Dist. G. Albarracín Lanchipa, seguido de los RCD dispuestos inadecuadamente a lo largo de la cantera de Viñani y en proporciones menores en avenidas y calles de la ciudad de Tacna (Figura 20).



Figura 20. Agregado grueso reciclado a partir de escombros de la C.U. UNJBG.

Fuente: Elaboración propia.

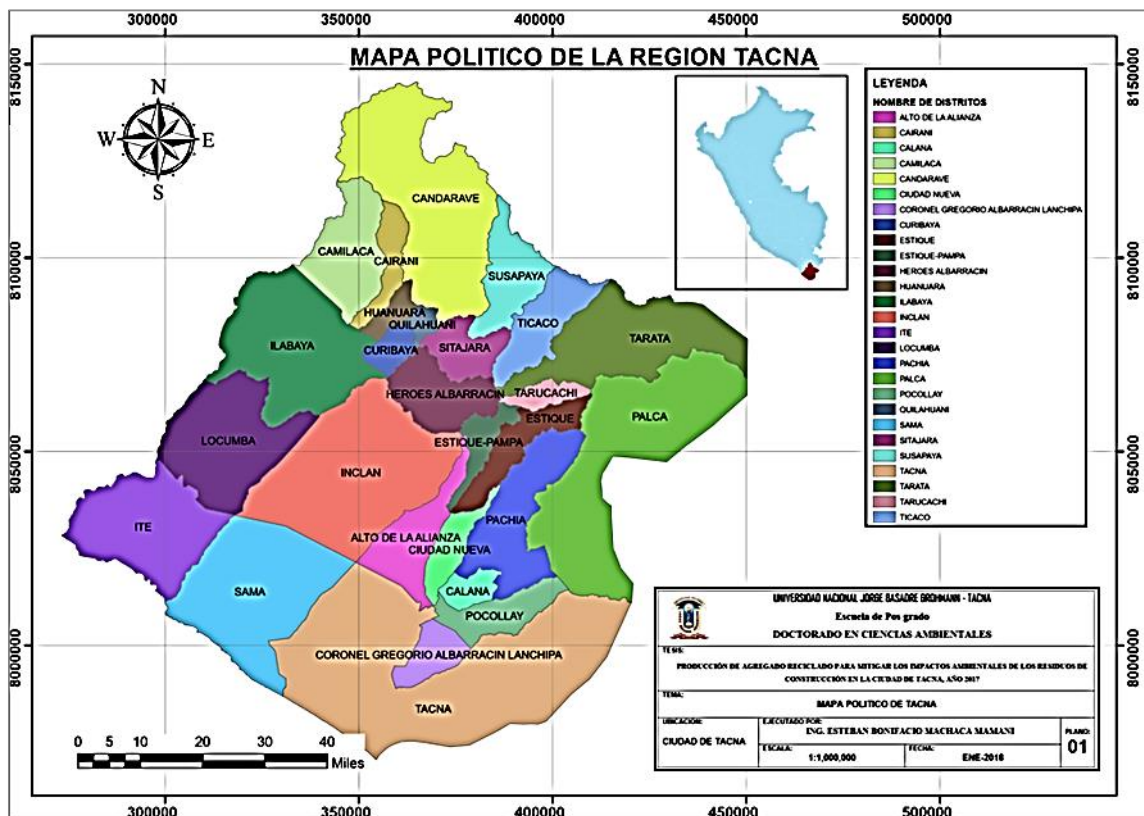


Figura 21. Mapa político de la región Tacna.

Fuente: Elaborado según Equipo Técnico PAT- PDU 2014-2023.

El diagnóstico lo realizamos entre noviembre y diciembre del año 2017 para el desarrollo de la presente tesis. La Figura 21 muestra el Mapa Político de la región Tacna.

Los lugares identificados en su mayoría se localizan en calles y a lo largo de avenidas, línea de tren, lotes abandonados y cantera de Viñani y en su minoría en calles de la ciudad. Donde los puntos identificados fueron (Tabla 11).

Tabla 11*Lugares identificados de disposición inadecuada de los RCD.*

Nº	Código de Registro	Dirección (Avenida/Calle/ Jirón y Cuadras)	Inspector	Fecha de Inspección
1	RCD-LEGU-0001	Coop. 1º de setiembre, Mz25-Lt 1	Machaca. Esteban	2017-11-26
2	RCD-LEGU-0002	Hijos de Leguía	Machaca. Esteban	2017-11-26
3	RCD-LEGU-0003	Av. Collpa	Machaca. Esteban	2017-11-26
4	RCD-LEGU-0004	Av. Collpa-José Gálvez	Machaca. Esteban	2017-11-26
5	RCD-LEGU-0005	I.E. Cristo Rey-Urb. Villa Edén	Machaca. Esteban	2017-11-26
6	RCD-VIÑA-0001	Av. 28 de agosto	Machaca. Esteban	2017-12-03
7	RCD-VIÑA-0002	Sldo. Quiterio Gallardo	Machaca. Esteban	2017-12-03
8	RCD-VIÑA-0003	Complejo Deportivo Viñani	Machaca. Esteban	2017-12-03
9	RCD-VIÑA-0004	Av. La Cultura	Machaca Esteban	2017-12-03
10	RCD-VIÑA-0005	Av. La Cultura	Machaca Esteban	2017-12-03
11	RDC-DGAL-0001	Av. May. Federico Mazuelos	Machaca Esteban	2017-12-10
12	RDC-DGAL-0002	Av. Municipal	Machaca Esteban	2017-12-10
13	RDC-DGAL-0003	Cantera Viñani	Machaca Esteban	2017-12-10
14	RCD-TACN-0001	Ciudad Universitaria UNJBG	Machaca Esteban	2017-12-10

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de campo del Anexo 2

Adicional a lo anterior se pudo ubicar los lugares críticos de disposición inadecuada de RCD en los siguientes mapas (Figuras 23, 24 y 25): Mapas de identificación de lugares críticos, en el que utilizamos como herramienta el GPS manual marca Garmin modelo 72H (Figura 22), cámara fotográfica, libreta de notas y lápiz.



Figura 22. GPS manual marca Garmin modelo 72H

Fuente: Elaboración propia.

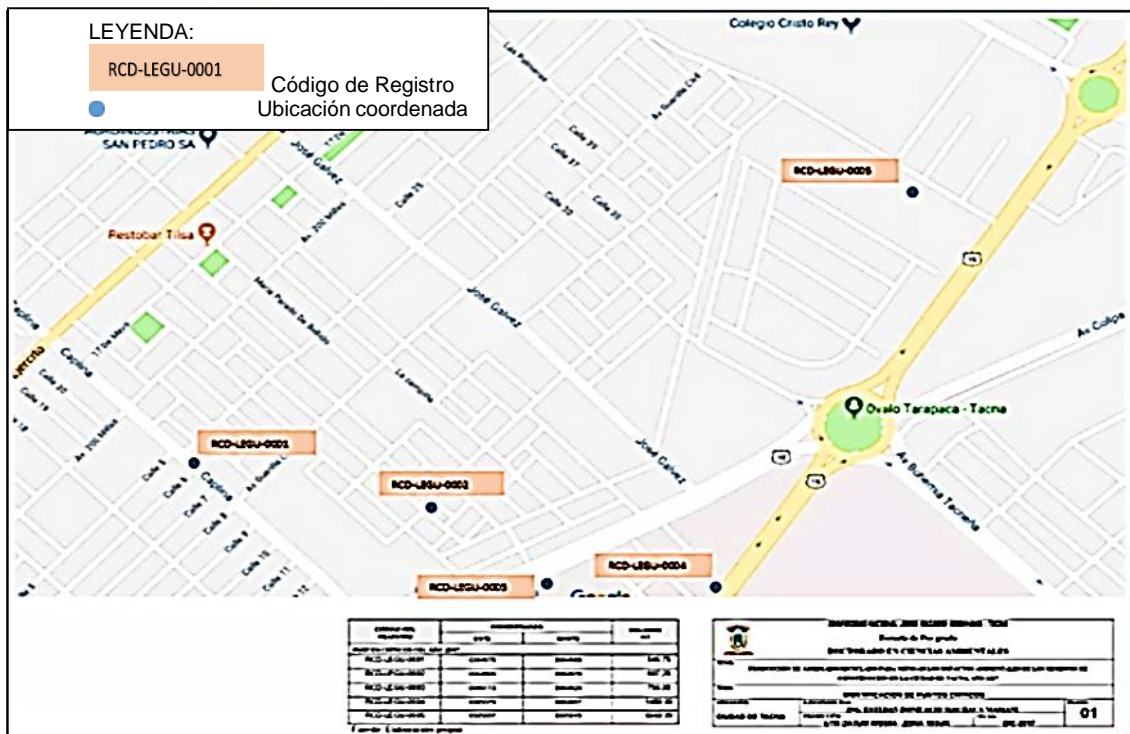


Figura 23. Mapa de identificación de lugares críticos zona de AB. Leguía-2017

Fuente: Elaboración propia.

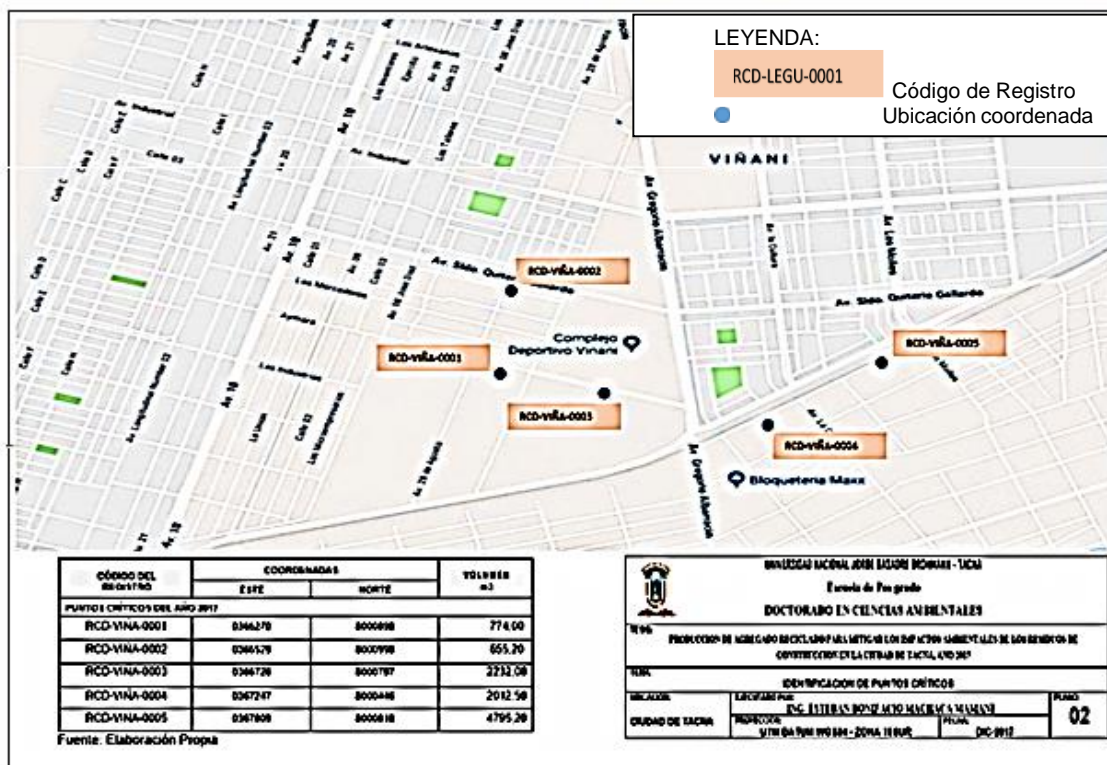


Figura 24. Mapa de identificación de lugares críticos zona de Viñani-2017.

Fuente: Elaboración propia.

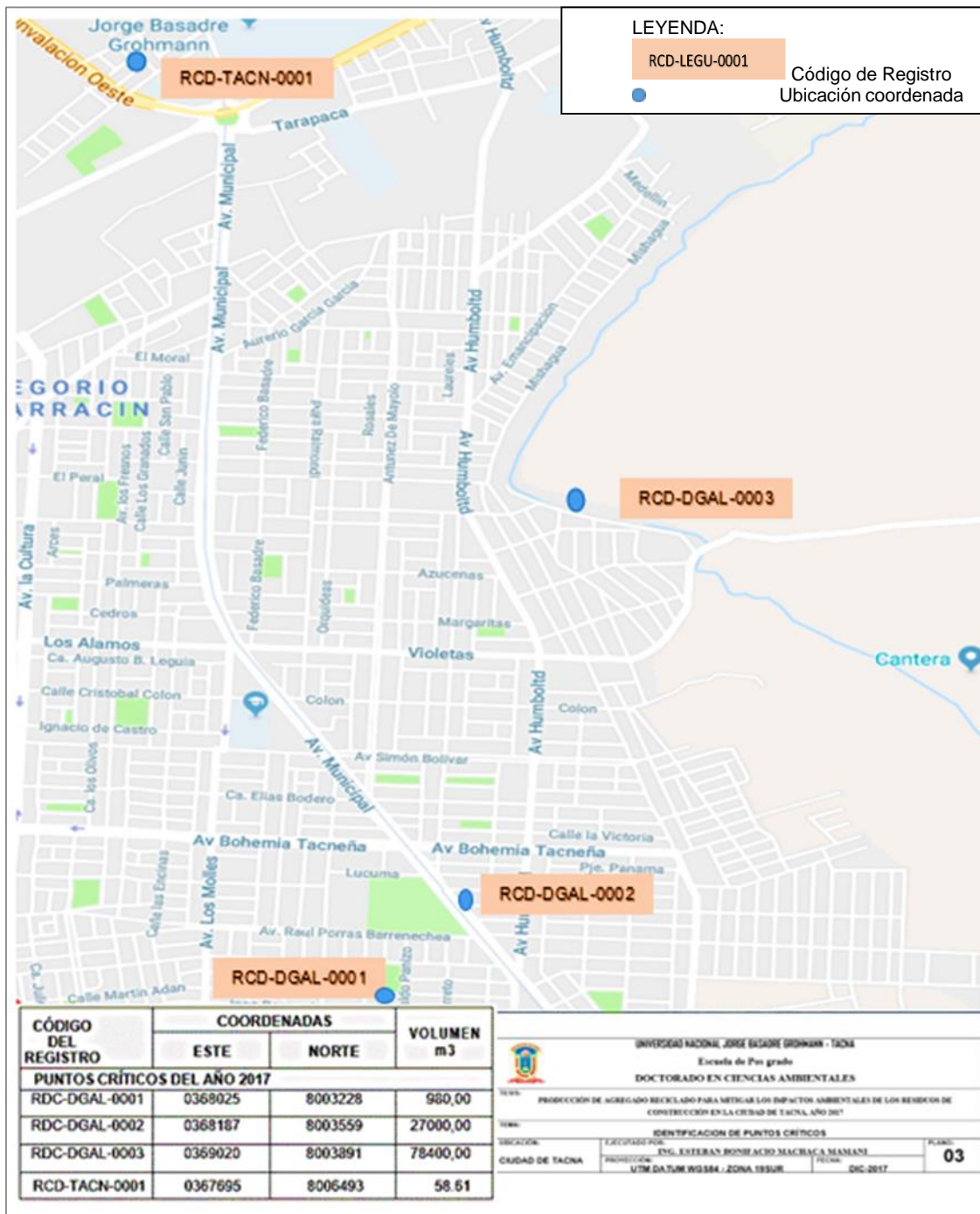


Figura 25. Mapa de identificación de lugares críticos zona de D. G. Albarracín L. y ciudad de Tacna-2017.

Fuente: Elaboración propia

5.3 CARACTERIZACIÓN DE RCD DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS

5.3.1 Volumen del diagnóstico de RCD depositados en espacios públicos

A continuación, se presentan en la Tabla 12, los volúmenes encontrados en los lugares críticos de disposición inadecuada.

Tabla 12

Volúmenes de los lugares críticos identificados.

N ^o	CÓDIGO DEL REGISTRO	COORDENADAS		VOLUMEN m ³
		ESTE	NORTE	
1	RCD-LEGU-0001	0364678	8004569	546,75
2	RCD-LEGU-0002	0364969	8004970	607,20
3	RCD-LEGU-0003	0365113	8004926	756,00
4	RCD-LEGU-0004	0365379	8004957	1 480,00
5	RCD-LEGU-0005	0365657	8005615	6 660,00
6	RCD-VIÑA-0001	0366270	8000898	774,00
7	RCD-VIÑA-0002	0366529	8000998	655,20
8	RCD-VIÑA-0003	0366726	8000797	2 232,00
9	RCD-VIÑA-0004	0367247	8000446	2 012,50
10	RCD-VIÑA-0005	0367809	8000818	4 795,20
11	RDC-DGAL-0001	0368025	8003228	980,00
12	RDC-DGAL-0002	0368187	8003559	27 000,00
13	RDC-DGAL-0003	0369020	8003891	78 400,00
14	RCD-TACN-0001	0367695	8006493	58,61
Volumen total				126 957,46

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de campo del Anexo 2

5.3.2 Estimación de clasificación de RCD depositados en espacios públicos

La estimación de clasificación encontrada de los RCD en los lugares críticos dispuestos inadecuadamente, para la presente tesis se clasificó en (Carbajal, 2018):

- RCD no peligrosos.
- RCD peligrosos.
- Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición.

Los volúmenes obtenidos con relación a la clasificación se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13

Clasificación de residuos de la construcción y demolición.

Nº	CODIGO DEL REGISTRO	VOLUMEN TOTAL	RCD no peligrosos	RCD peligrosos	Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición
		VOL (m ³)	RCDNP (m ³)	RCDP (m ³)	ORSNCD (m ³)
01	RCD-LEGU-0001	546,75	492,08	0,11	54,57
02	RCD-LEGU-0002	607,20	576,84	0,06	30,30
03	RCD-LEGU-0003	756,00	642,60	0,08	113,32
04	RCD-LEGU-0004	1 480,00	1 406,00	0,74	73,26
05	RCD-LEGU-0005	6 660,00	5 661,00	39,96	959,04
06	RCD-VIÑA-0001	774,00	696,60	0,15	77,25
07	RCD-VIÑA-0002	655,20	622,44	0,07	32,69
08	RCD-VIÑA-0003	2 232,00	2 142,72	0,22	89,06
09	RCD-VIÑA-0004	2 012,50	1 851,50	0,20	160,80
10	RCD-VIÑA-0005	4 795,20	4 315,68	1,92	477,60
11	RDC-DGAL-0001	980,00	950,60	0,10	29,30
12	RDC-DGAL-0002	27 000,00	24 300,00	8,10	2 691,90
13	RDC-DGAL-0003	78 400,00	66 640,00	784,00	10 976,00
14	RCD-TACN-0001	58,61	55,68	0,01	2,92
Volúmenes de clasificación:		126 957,46	110 353,74	835,71	15 768,01

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de campo del Anexo 2

Donde:

$$VOL = RCDNP + RCDP + ORSNCD \quad [2]$$

RCDNP: RCD no peligrosos

RCDP: RCD peligrosos

ORSNCD: Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición

$$RCDNP = RMCD + ORCDNP \quad [3]$$

RCDNP: RCD no peligrosos

RMCD: Residuos minerales de construcción y demolición

ORCDNP: Otros RCD no peligrosos

$$RCDP = MCDT + ORCDP \quad [4]$$

RCDP: RCD peligrosos

MCDT: Maderas de construcción y demolición tratadas

ORCDP: Otros RCD peligrosos

$$ORSNCD = RD + RSP \quad [5]$$

ORSNCD: Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición

RD: Residuos domiciliarios

RSP: Residuos sólidos peligrosos

5.3.3 Estimación de componentes de RCD depositados en espacios públicos

La estimación de componentes de los RCD inadecuadamente dispuestos en lugares críticos, para la presente tesis se dividió en (Tablas 14 y 15):

- Ladrillo
- Concreto de demolición
- Granulado no clasificado
- Excedente de remoción (excavación de obras de infraestructura) y;
- Otros

Tabla 14

Estimación porcentual de componentes de los RDC - 2017.

Nº	CÓDIGO DEL REGISTRO	VOLUMEN TOTAL (%)	COMPONENTES DE RCD				
			Unidad (%)				
			Ladrillo	Concreto de Demolición	Granulado no clasificado	Excedente de remoción (excavación)	Otros
			L	CD	GNC	ER	
01	RCD-LEGU-0001	100%	9%	57%	14%	8%	12%
02	RCD-LEGU-0002	100%	7%	50%	27%	10%	6%
03	RCD-LEGU-0003	100%	9%	45%	12%	17%	17%
04	RCD-LEGU-0004	100%	13%	45%	15%	15%	12%
05	RCD-LEGU-0005	100%	4%	47%	14%	8%	27%
06	RCD-VIÑA-0001	100%	7%	27%	26%	20%	20%
07	RCD-VIÑA-0002	100%	5%	45%	30%	10%	10%
08	RCD-VIÑA-0003	100%	3%	33%	40%	17%	7%
09	RCD-VIÑA-0004	100%	2%	32%	40%	16%	10%
10	RCD-VIÑA-0005	100%	4%	38%	30%	15%	13%
11	RDC-DGAL-0001	100%	5%	40%	33%	18%	4%
12	RDC-DGAL-0002	100%	7%	37%	24%	20%	12%
13	RDC-DGAL-0003	100%	9%	37%	20%	15%	19%
14	RCD-TACN-0001	100%	4%	65%	15%	8%	8%

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de campo del Anexo 2

Tabla 15*Estimación de componentes de los RDC - 2017.*

Nº	CODIGO DEL REGISTRO	VOLUMEN TOTAL (m³)	COMPONENTES DE RCD				
			Unidad (m³)				
			Ladrillo L	Concreto de Demolición CD	Granulado no clasificado GNC	Excedente de remoción ER	Otros
01	RCD-LEGU-0001	546,75	49,21	311,65	76,55	43,74	65,61
02	RCD-LEGU-0002	607,20	42,50	303,60	163,94	60,72	36,43
03	RCD-LEGU-0003	756,00	68,04	340,20	90,72	128,52	128,52
04	RCD-LEGU-0004	1 480,00	192,40	666,00	222,00	222,00	177,60
05	RCD-LEGU-0005	6 660,00	266,40	3 130,20	932,40	532,80	1 798,20
06	RCD-VIÑA-0001	774,00	54,18	208,98	201,24	154,80	154,80
07	RCD-VIÑA-0002	655,20	32,76	294,84	196,56	65,52	65,52
08	RCD-VIÑA-0003	2 232,00	66,96	736,56	892,80	379,44	156,24
09	RCD-VIÑA-0004	2 012,50	40,25	644,00	805,00	322,00	201,25
10	RCD-VIÑA-0005	4 795,20	191,81	1 822,18	1 438,56	719,28	623,38
11	RDC-DGAL-0001	980,00	49,00	392,00	323,40	176,40	39,20
12	RDC-DGAL-0002	27 000,00	1 890,00	9 990,00	6 480,00	5 400,00	3 240,00
13	RDC-DGAL-0003	78 400,00	7 056,00	29 008,00	15 680,00	11 760,00	14 896,00
14	RCD-TACN-0001	58,61	2,34	38,10	8,79	4,69	4,69
Total de componentes		12 6957,46	10 001,85	47 886,30	27 511,96	19 969,91	21 587,44

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de campo del Anexo 2

Donde:

L: Ladrillo

CD: Concreto de demolición

GNC: Granulado no clasificado

ER: Excedente de Remoción

$$Otros = ORCDNP + RCDP + ORSNCD \quad [6]$$

Donde:

ORCDNP: Otros RCD no peligrosos

RCDP: RCD peligrosos

ORSNCD: Otros Residuos Sólidos no de la construcción y demolición

5.3.4 Estimación de RCD aprovechables - 2017

La estimación de RCD aprovechables encontrados en los lugares críticos de disposición inadecuada, para la presente tesis se dividieron en:

- RCD aprovechables
- RCD no aprovechables

Los volúmenes obtenidos con relación a la estimación de cantidades de RCD aprovechables se presentan en la Tabla 16, para el año 2017.

Tabla 16

Estimación de cantidades de RCD aprovechables – Año 2017.

Nº	CÓDIGO DEL REGISTRO	VOLUMEN TOTAL (m ³)	RCD APROVECHABLE <i>RA</i> (m ³)	RCD NO APROVECHABLE <i>RNA</i> (m ³)
01	RCD-LEGU-0001	546,75	437,40	109,35
02	RCD-LEGU-0002	607,20	510,05	97,15
03	RCD-LEGU-0003	756,00	498,96	257,04
04	RCD-LEGU-0004	1 480,00	1 080,40	399,60
05	RCD-LEGU-0005	6 660,00	4 329,00	2 331,00
06	RCD-VIÑA-0001	774,00	464,40	309,60
07	RCD-VIÑA-0002	655,20	524,16	131,04
08	RCD-VIÑA-0003	2 232,00	1 696,32	535,68
09	RCD-VIÑA-0004	2 012,50	1 489,25	523,25
10	RCD-VIÑA-0005	4 795,20	3 452,54	1 342,66
11	RDC-DGAL-0001	980,00	764,40	215,60
12	RDC-DGAL-0002	27 000,00	18 360,00	8 640,00
13	RDC-DGAL-0003	78 400,00	51 744,00	26 656,00
14	RCD-TACN-0001	58,61	49,23	9,38
Total de cantidades de RCD		126 957,46	85 400,12	41 557,35

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de campo del Anexo 2.

$$RA = L + CD + GNC \quad [7]$$

Donde:

RA	:	RCD aprovechables
L	:	Ladrillo
CD	:	Concreto de demolición
GNC	:	Granulado no clasificado

$$RNA = ER + Otros \quad [8]$$

Donde:

RNA	:	RCD no aprovechables
ER	:	Excedente de Remoción
Otros	:	Otros RCD no peligrosos + RCD peligrosos + Otros Residuos Sólidos No de RCD

[9]

5.4 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área ambiental de influencia directa comprende las áreas urbanas de la ciudad de Tacna, CP Augusto B. Leguía, hasta la periferia del distrito Gregorio Albarracín L., paralelo a la línea del ferrocarril Tacna-Arica, lugares donde se desarrollan actividades de construcción, demolición y generación de RCD (Figura 26).

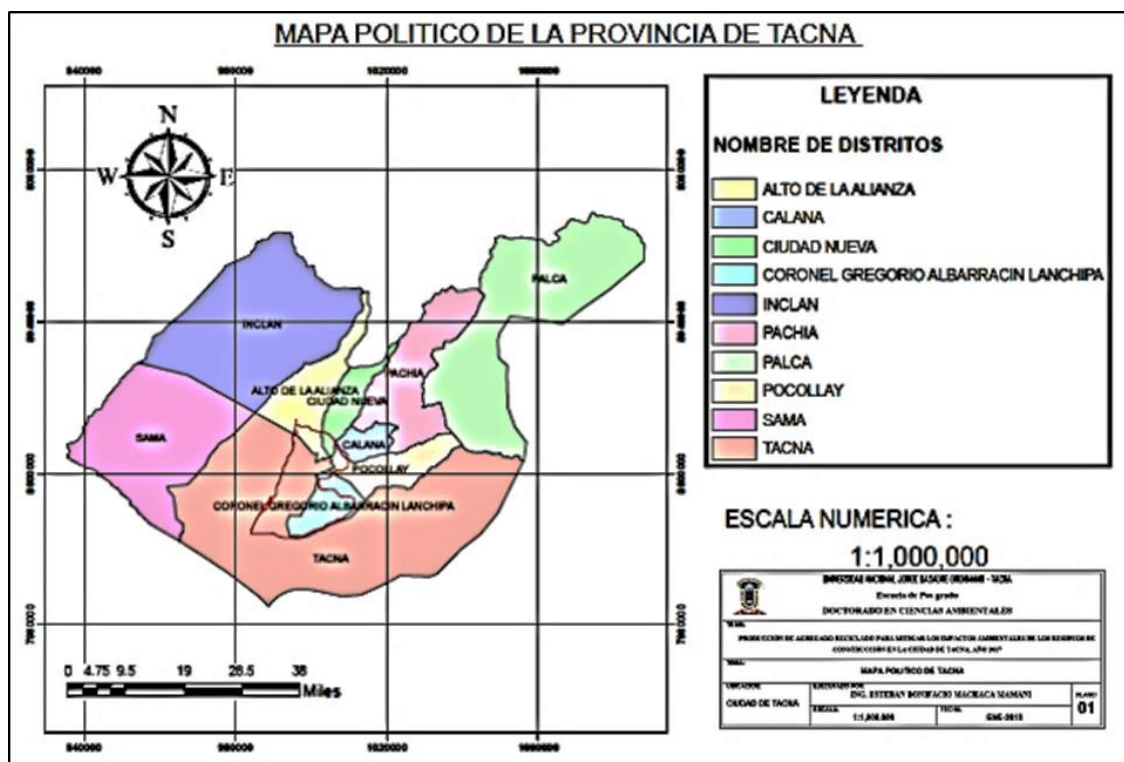


Figura 26. Área ambiental de influencia directa comprende las áreas urbanas de la ciudad de Tacna-2017.

Fuente: Elaborado según Equipo Técnico PAT- PDU 2014-2023.

Desde los años 40 del siglo XX, la ciudad experimentó un fuerte crecimiento poblacional acompañado de un ingreso migratorio constante, principalmente de las tierras altiplánicas. Este crecimiento demográfico originó la creación de 3 distritos urbanos (Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa) y la absorción de parte del distrito de Pocollay en el área urbana de Tacna.

Para la descripción de las condiciones físicas, biológicas y social se realizó evaluaciones y análisis de información obtenidos de los institutos correspondientes a cada especialidad, se realizó una evaluación sistemáticas de la información del:

- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) para efectuar una descripción adecuada de la geología y geomorfología.

- Las condiciones climatológicas se trabajó con data de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)
- Para desarrollar y complementar datos relacionados con la flora y la fauna se trabajó con información del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP).

5.4.1 Características físicas

5.4.1.1 Climatología

La Provincia de Tacna donde se encuentran la zona de estudio, tiene un clima heterogéneo es decir en verano es cálido y en invierno es de templado a frío La temperatura media es de 18,6 °C, con una máxima de 32 °C y una mínima de 8 °C. Considerando que la ciudad de Tacna es parte del desierto de Atacama, por lo que el clima es seco con casi ausencia de lluvias, dadas las precipitaciones que llegan a ser inferiores a 20 mm/año.

5.4.1.2 Calidad del suelo.

En la Figura 27, se muestra los puntos donde se tomaron muestras de suelo contaminado por RCD y suelo natural, en la Ciudad Universitaria de la UNJBG (Punto N° 14: RCD-TACN-0001 del Anexo 2). En la Tabla 17, se tiene los resultados del análisis de suelo realizado en el laboratorio de microscopia de la Escuela de Metalurgia de la UNJBG.



a) Izquierda toma de Muestra de suelo contaminado RCD-Ciudad Universitaria UNJBG y derecha toma de Muestra de suelo natural Ciudad Universitaria UNJBG



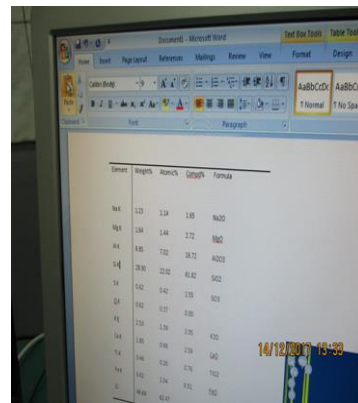
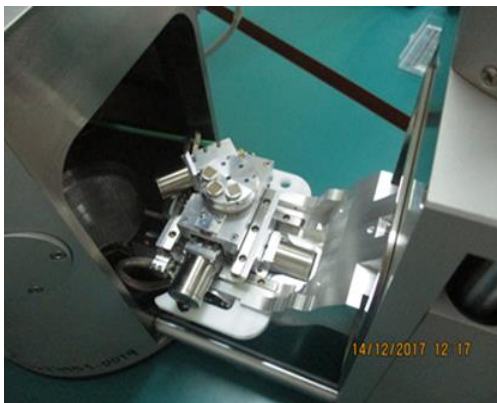
b) Coordenadas del lugar de Obtención de muestras de suelo.



c) Toma de muestra para análisis de suelos.



d) Disposición de las muestras en el equipo.



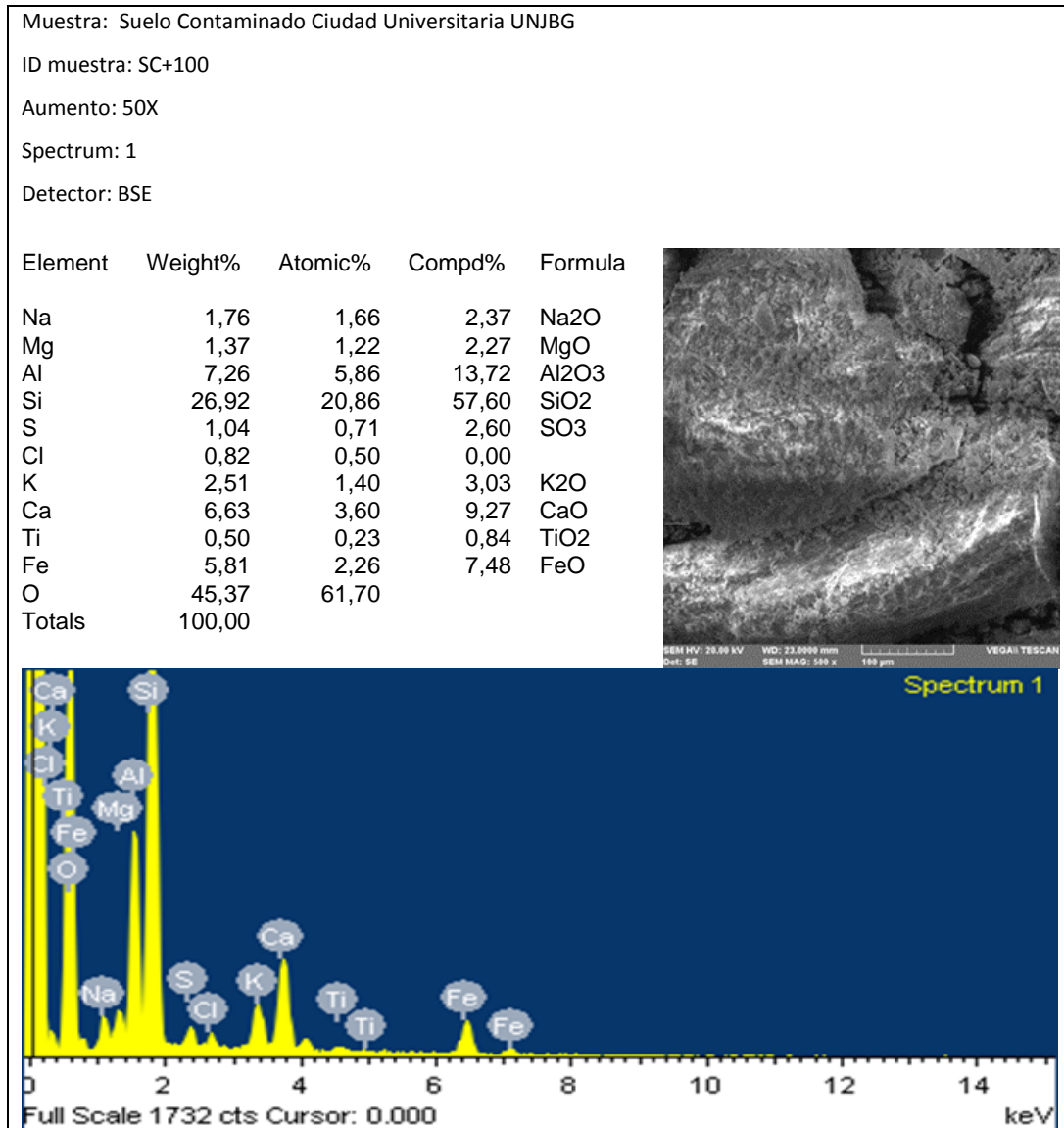
e) Análisis de laboratorio de suelo contaminado por RCD en el laboratorio de microscopia de la Escuela de Metalurgia de la UNJBG.

Figura 27. Análisis de laboratorio de Suelo contaminado por RCD en el laboratorio de microscopia de la Escuela de Metalurgia de la UNJBG.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17

Muestra: suelo contaminado RCD-Ciudad Universitaria UNJBG



Fuente: Resultados de análisis de laboratorio de Suelo contaminado por RCD en el laboratorio de microscopia de la Escuela de Metalurgia de la UNJBG-2017.

Tomando en cuenta la Tabla periódica de elementos en la biosfera. Selinus et al., (2005), y los datos informativos de los elementos (Figura 28).

Aluminio. Elemento traza en la biosfera, peso atómico: 26,9815385; 8,07% de abundancia en la corteza terrestre.

Calcio. Elemento minoritario en la biosfera, peso atómico: 40,078; 3,65% de abundancia en la corteza terrestre.

Silicio. Elemento traza esencial, peso atómico: 28,855; 27,69% de abundancia en la corteza terrestre.

1H																	2He																														
3Li	4Be											5B	6C	7N	8O	9F	10Ne																														
11Na	12Mg											13Al	14Si	15P	16S	17Cl	18Ar																														
19K	20Ca	21Sc	22Ti	23V	24Cr	25Mn	26Fe	27Co	28Ni	29Cu	30Zn	31Ga	32Ge	33As	34Se	35Br	36Kr																														
37Rb	38Sr	39Y	40Zr	41Nb	42Mo	43Tc	44Ru	45Rh	46Pd	47Ag	48Cd	49In	50Sn	51Sb	52Te	53I	54Xe																														
55Cs	56Ba	57-71	72Hf	73Ta	74W	75Re	76Os	77Ir	78Pt	79Au	80Hg	81Tl	82Pb	83Bi	84Po	85At	86Rn																														
87Fr	88Ra	89-103	104Db	105Jl	106Rf	107Bh	108Hn	109Mt	110	111																																					
<table border="1"> <tr> <td>57La</td><td>58Ce</td><td>59Pr</td><td>60Nd</td><td>61Pm</td><td>62Sm</td><td>63Eu</td><td>64Gd</td><td>65Tb</td><td>66Dy</td><td>67Ho</td><td>68Er</td><td>69Tm</td><td>70Yb</td><td>71Lu</td> </tr> <tr> <td>89Ac</td><td>90Th</td><td>91Pa</td><td>92U</td><td>93Np</td><td>94Pu</td><td>95Am</td><td>96Cm</td><td>97Bk</td><td>98Cf</td><td>99Es</td><td>100Fm</td><td>101Md</td><td>102No</td><td>103Lr</td> </tr> </table>																		57La	58Ce	59Pr	60Nd	61Pm	62Sm	63Eu	64Gd	65Tb	66Dy	67Ho	68Er	69Tm	70Yb	71Lu	89Ac	90Th	91Pa	92U	93Np	94Pu	95Am	96Cm	97Bk	98Cf	99Es	100Fm	101Md	102No	103Lr
57La	58Ce	59Pr	60Nd	61Pm	62Sm	63Eu	64Gd	65Tb	66Dy	67Ho	68Er	69Tm	70Yb	71Lu																																	
89Ac	90Th	91Pa	92U	93Np	94Pu	95Am	96Cm	97Bk	98Cf	99Es	100Fm	101Md	102No	103Lr																																	

Elementos mayoritarios | Elementos minoritarios | elementos traza | elementos traza esenciales | gases nobles | los

Figura 28. La tabla periódica de elementos en la biosfera.

Fuente: (Galán & Romero, 2008)

La tabla periódica (Figura 28) incluye unos 70 elementos metálicos, y de ellos 59 pueden ser considerados “metales pesados”, que son aquellos con peso atómico mayor que el del hierro (55,85 g/mol). Con esta precisión se excluirían metales con pesos atómicos menores que el del Fe y que con frecuencia pueden ser metales contaminantes, como el V (50,95), Mn (54,44), Cr (52,01) y a otros que realmente no son metales como As, F y P. Por ello, resulta mejor hablar de contaminación por “elementos traza”, si bien hay que reconocer que la mayoría de los contaminantes inorgánicos son “metales pesados” (Espinoza, 2001). En general todos los elementos traza son tóxicos si se ingieren o inhalan en cantidades suficientemente altas y durante largos períodos de tiempo. Selenio, flúor y molibdeno son ejemplos de elementos que presentan un estrecho margen

(del orden de unas pocas ppm) entre los niveles de deficiencia y los tóxicos (Tabla 18).

Tabla 18

Concentraciones geoquímicas normales y anómalas de algunos elementos traza en suelos

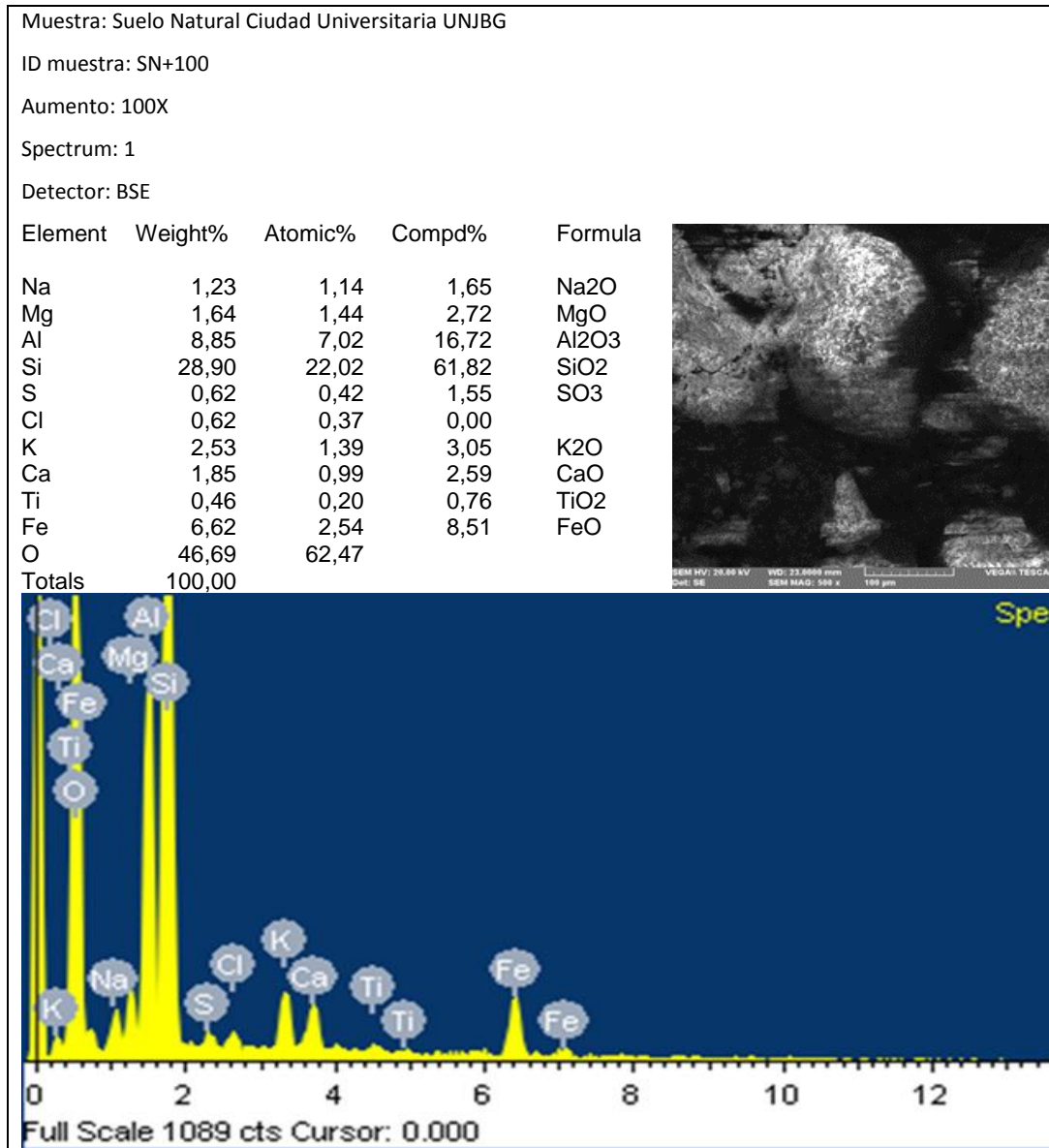
Elemento	Rango normal (ppm)	Concentraciones anómalas (ppm)
As	<5-40	Hasta 2 500
Cd	<1-2	Hasta 30
Cu	<1-60	Hasta 2 000
Mo	<1-5	10-100
Ni	2-100	Hasta 8 000
Pb	10-150	10 000 o más
Se	<1-2	Hasta 500
Zn	25-200	10 000 o más

Fuente: (Galán & Romero, 2008)

La EPA (US Environmental Protection Agency) incluye en la lista de contaminantes prioritarios los siguientes trece elementos traza: antimonio, arsénico, berilio, cadmio, cromo, cobre, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y zinc, introduciendo al berilio, respecto a las listas anteriores de los más tóxicos y disponibles.

Tabla 19

Muestra: Suelo natural RCD-Ciudad Universitaria UNJBG.



Fuente: Resultados de análisis de laboratorio de Suelo natural por RCD en el laboratorito de microscopia de la Escuela de Metalurgia de la UNJBG-2017.

Con toda esta información y analizando los resultados de las dos muestras de suelo “normal” (Tabla 17) y suelo “contaminado” (Tabla 19) de esta investigación y no existiendo específicamente normatividad sobre valores de LMP para uso que nos indiquen contaminación, los valores de Al, Ca y Si que se

notan en incremento en la muestra llamada “contaminada” se deberían a la incorporación de mayor material de RCD incorporados sobre los materiales de la composición de una muestra de suelo “normal” o promedial y que no representan verdaderamente una contaminación sino más bien un impacto reiterativo que puede transformarse en contaminación cuando tengamos marco legal para comparar los valores de la concentración de los elementos tomados en cuenta en los análisis futuros de suelos por incorporación de RCD, por lo demás Al, Si y Ca no son denominados metales pesados del suelo y por ende contaminantes por tener peso atómico menor que el del Hierro. El impacto producido por estos metales al introducirse por incorporación de RCD a un suelo promedial o normal conforman acciones que modifican la estructura promedial de la estructura de un suelo por acciones antrópicas, pero que no representan peligro desde el punto de vista de la afectación a los ecosistemas y los organismos.

5.4.1.3 Hidrología

Más del 90% de la población de Tacna vive en la cuenca del río Caplina, que tiene un caudal promedio de sólo 1,00 m³/s, equivalente a 114 m³/habitante/año.

5.4.1.4 Geomorfología

El entorno geomorfológico del valle Caplina está constituido por las planicies costaneras; formadas por la acumulación aluvial y volcánica con derrames tufáceos; durante el Cuaternario Pleistoceno. El encajamiento fluvial entre las planicies costaneras, ha dado lugar a la formación de los taludes; que bordean el valle y la ciudad de Tacna, de igual forma las superficies colinosas; y por último Unidades geomorfológicas del Sistema antrópico. Los procesos que inciden en el escenario de la ciudad de Tacna corresponden fundamentalmente a las transformaciones realizadas por la población. Estos se clasifican en tierras de cultivo, medio urbano y medio agro urbano.

5.4.1.5 Geología

Geológicamente, la ciudad de Tacna se encuentra en la repisa continental formada por rellenos aluviales, derrames lávicos, acumulaciones piroclásticas y cenizas volcánicas; del Cuaternario Pleistoceno; así como, por las acumulaciones fluviales del Cuaternario Holoceno o Reciente. Zona de materiales fluviales (bloques, cantos, gravas y arenas), de buenas propiedades geotécnicas para las construcciones. Ubicada en el fondo del valle sobre la cual se asienta la ciudad.

5.4.2 Ambiente biológico

5.4.2.1 Flora

En el área de influencia directa de la zona en estudio no existe una flora y fauna natural abundante. Aunque se puede afirmar que existe algo de flora ornamental y fauna doméstica, gracias al interés de los pobladores. La zona en estudio cuenta con pequeñas áreas en las cuales se producen especies como: hierbas aromáticas, plantas ornamentales.

5.4.2.2 Fauna

La fauna representativa corresponde a las aves silvestres entre las que destacan las palomas y pequeñas aves. La fauna doméstica se observa en el sector urbano comprobando la existencia de poblaciones de perros (mayoritariamente), gatos, gallinas y patos.

5.4.3 Ambiente demográfico

La metodología aplicada para el levantamiento de la línea social fue multidisciplinaria comprendiendo la fase de gabinete, donde se tomó información

de fuentes oficiales como son el Instituto Nacional de Estadística e Información (INEI), Ministerio de Salud, Ministerio de Educación, etc.

La recolección de datos bibliográficos se obtuvo en las siguientes fuentes:

- Censo de Población y vivienda del año 2007-INEI
- Sistema estadístico regional –Compendio estadístico 2011
- Principales Indicadores Departamentales 2006-2009-INEI
- Mapa de pobreza distrital de FONCODES 2006 actualizados con los datos 2007
- Ministerio de Educación – ESCALE (Estadística de Calidad Educativa)
- Ministerio de Salud.

5.4.3.1 Población

Según información estimada por el INEI al 2011, el número de habitantes es de 324 498, representando el 1,1 por ciento del total nacional; la población urbana alcanza el 91 por ciento del total.

Cabe destacar que el mayor segmento poblacional está conformado por edades comprendidas entre los 15 y 65 años de edad consideradas económicamente productivas, aspecto que contribuye positivamente al desarrollo económico y social de la ciudad de Tacna.

5.4.3.2 Viviendas

Según el INEI, al 2007, Tacna es la cuarta región con el menor déficit habitacional, encontrando un déficit habitacional urbano de 20 510 residencias. (Incluyendo viviendas ocupadas sin servicios básicos completos). Tacna entre 2001 y 2007 tuvo un crecimiento de 26 689 lotes, correspondiendo al 51% del resultado obtenido por el INADUR en 2001, mientras que la población en el

mismo período sufrió un aumento del 14,5%; hecho que evidencia la entrega de lotes y habilitaciones indiscriminadas en la ciudad.

Posteriormente, entre el 2007 y el 2014 se han entregado habilitaciones entre viviendas taller para microempresarios, y vivienda, en un promedio de 1000 ha que corresponden a su vez un promedio de 20 000 lotes, mientras que en el mismo periodo la población solo aumentó el 12% (242 451 – 271 826).

5.4.4 Características socioeconómicas

5.4.4.1 Estructura productiva

El PIB de Tacna contribuye con el 1,3% del total nacional (INEI, 2017). La estructura del VAB en el departamento de Tacna destaca Minería, con una participación del 37,8%, seguida por Otros servicios (15,3%), Comercio (11,2%), y Construcción (8,9%) (Tabla 20):

Tabla 20

El valor agregado bruto 2016, valor a precios constantes de 2007(miles de soles).

Actividad	VAB	Estructura %
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	275,981	4,2
Pesca y Acuicultura	20,581	0,3
Extracción de Petróleo, Gas y Minerales	2 461,986	37,8
Manufactura	288,708	4,4
Electricidad, Gas y Agua	68,335	1,0
Construcción	580,025	8,9
Comercio	731,135	11,2
Transporte, Almacen,, Correo y Mensajería	466,875	7,2
Alojamiento y Restaurantes	111,094	1,7
Telecom. Y Otros Serv. de Información	215,896	3,3
Administración Pública y Defensa	303,029	4,6
Otros Servicios	996,068	15,3
Valor Agregado Bruto	6 519,713	100,0

Fuente: Elaboración propia en base a PBI por Actividades Económicas, (INEI, 2017).

En los últimos 10 años, la actividad productiva de Tacna registró un crecimiento promedio anual de 4,7%, menor que el observado a nivel nacional (6,3%). Este resultado responde, principalmente, a la evolución presentada por la minería. Las actividades de comercio y servicios tienen perspectivas favorables de crecimiento, del mismo modo construcción y transporte y comunicaciones, especialmente debido al mayor intercambio comercial y flujo de turistas provenientes de Chile. En el sector agrícola, se destacan las culturas de olivo y orégano con larga tradición y liderazgo, que tienden a incorporar cada vez más valor agregado.

5.4.4.2 Educación

El 46% de la población de la ciudad de Tacna tiene nivel educativo secundario; partiendo del año 2005 cabe destacar el nivel superior (universitario y no universitario), cuyas cifras han ido mejorando en los últimos años con porcentajes que superan el 30%. Entre 2004 y 2013, la tasa media anual de crecimiento del gasto público en educación por estudiante fue del 14% al inicial, el 12% en el primaria y el 19% en el secundaria en Tacna.

5.4.4.3 Salud

Según el último censo de 2007, en promedio el 64% de la población de la ciudad de Tacna posee algún tipo de seguro, seguro integral de salud SIS y/o ESSALUD; y el 36% de la población aún no ha accedido a ningún tipo de seguro, siendo necesario fortalecer la cultura de seguro y prevención. De acuerdo a lo señalado por el ASIS 2012, en los últimos años se ha evidenciado una disminución en un 5% en la población asegurada, esto debido al proceso de focalización que se ha llevado a cabo desde el año 2010 con el fin de optimizar la elegibilidad de los afiliados al SIS y garantizar el acceso a la población pobre y extremadamente pobre con la desafiliación de personas que ya cuentan con algún tipo de seguro.

La ciudad de Tacna cuenta con 17,61 ha destinadas a infraestructura sanitaria, compuesta por Puestos de salud, Centros de salud, Hospitales y en un menor porcentaje Clínicas privadas.

5.4.4.4 Turismo

A nivel de las actividades particulares del sector de los servicios, se destaca el turismo, que es una actividad importante que genera vínculos productivos que exigen bienes y servicios relacionados como alimentación, transporte y construcción de infraestructuras, entre otros, contribuyendo directa e indirectamente a la creación de empleo y renta, así como la generación de divisas. Tacna tiene una cartera de atracciones turísticas destacando en los últimos años, principalmente turismo médico, recreativo (casinos) y culinaria.

5.5 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En esta sección, utilizamos una metodología apropiada para realizar la identificación de los posibles impactos generados al medio ambiente y a la salud de la población de la ciudad de Tacna, como consecuencia de la exposición a los RCD, identificando a la disposición inadecuada de residuos de la construcción y demolición.

Para ello se desarrolló matrices para ayudarnos a evaluar los impactos identificados por la disposición inadecuada de residuos de construcción y demolición, utilizando el análisis de la Matriz causa-efecto (Conesa, 2009) como metodología para identificar impactos, la cual fue adaptado para las necesidades de esta tesis.

5.5.1 Matriz causa–efecto

La identificación de posibles impactos ambientales fue hecha a través de esta matriz, que consiste en una tabla de doble entrada, en la cual la primera columna indica las acciones y en cada una de las otras columnas se indica los factores ambientales que pueden verse afectados por las respectivas acciones. De esta forma, en la intersección de una línea de la primera columna (acciones) con una de las otras columnas (factores ambientales), algunas de las características cualitativas de un impacto ambiental pueden ser determinadas según el caso; formando así la estructura de la matriz de identificación de impacto causa-efecto.

5.5.1.1 Identificación de acciones que pueden causar impactos

Se define como acciones en la presente tesis, a la disposición inadecuada de los RCD que provocan a impactos ambientales. Entre los criterios de selección de las acciones, destacamos la significatividad (capacidad de generar alteraciones), la independencia (para evitar duplicaciones), la vinculación a la realidad y la posibilidad de cuantificación, en la medida de lo posible, de cada una de las acciones consideradas. De igual manera, las acciones serán excluyentes, en relación a los demás, para que no incluyan acciones de alcance semejante, en términos de los efectos producidos en el medio ambiente.

La acción que se analiza en esta tesis es la disposición inadecuada de los RCD, que pueden producir impactos.

5.5.1.2 Identificación de componentes ambientales

El ambiente tendrá una mayor o menor capacidad de recepción, que es evaluado a través del análisis de los efectos sobre los principales componentes ambientales que pueden causar la acción identificada de acuerdo con el punto anterior.

La identificación de componentes ambientales busca detectar aspectos del medio ambiente, cuyos cambios causados por la disposición inadecuada de residuos de construcción y demolición, implican cambios positivos o negativos en la calidad ambiental del mismo.

5.5.2 Metodología de evaluación de impactos ambientales

Para la identificación de los impactos ambientales de la acción identificada se utilizará una metodología cuantitativa basada en el uso de modelos predictivos para analizar el comportamiento de determinadas variables en relación a la situación actualmente existente.

Este análisis cuantitativo será complementado con un análisis matricial cualitativo. Esta metodología se basa en la interacción de las actividades y los factores ambientales a fin de identificar y determinar los impactos ambientales.

Se utilizará el método por Vicente Conesa Fernandez-Vítora (Conesa, 2009) para la evaluación de impactos ambientales asociados a casi todos los tipos de actividades con las particularidades del caso.

5.5.2.1 Valoración cualitativa por significancia ambiental

La valoración cualitativa de importancia de los impactos ambientales, incluye un análisis global del impacto, y determina el grado de importancia de éste sobre el ambiente receptor (factores ambientales y sociales). La valoración define la significancia del efecto dependiendo de la modificación de las condiciones iniciales del factor ambiental evaluado.

El método utilizado define un número, por medio del cual se mide la importancia del impacto, el que responde a una serie de atributos de tipo cualitativo, los que se presentan en la Tabla 21: Atributos de impactos ambientales.

Tabla 21*Atributos de Impactos Ambientales.*

ATRIBUTOS DE IMPACTOS AMBIENTALES	
Naturaleza	N
Intensidad	IN
Extensión	EX
Momento	MO
Persistencia	PE
Reversibilidad	RV
Sinergia	SI
Acumulación	AC
Efecto	EF
Periodicidad	PR
Recuperabilidad	MC

Fuente: Elaboración propia en base a guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental (Conesa, 2009).

A continuación se muestra un ejemplo de la celda con sus correspondientes casillas donde se evalúan los impactos (tabla 22):

Tabla 22

Presentación de la valorización de los atributos y del resultado de aplicar la fórmula del índice de importancia (IM).

Atributos											Evaluación	
N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IM	Concepto

Fuente: Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental (Conesa, 2009).

A continuación, se muestra la fórmula del Índice de Importancia (IM).

$$IM = N \times (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC) \quad [10]$$

5.5.2.2 Valorización de los atributos de los impactos ambientales

A continuación en la Tabla 23, se muestra la ponderación de por cada atributo, naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, recuperabilidad, reversibilidad y periodicidad.

Tabla 23

Valoración de los atributos de los impactos ambientales.

VALORACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES			
NATURALEZA (N)		INTENSIDAD (IN) (Grado de destrucción/construcción)	
Impacto beneficiosos	+1	Baja o mínima	1
Impacto perjudicial	-1	Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia)		MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Amplio o extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Critico	(+4)
Critica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		REVERSIBILIDAD (RV) (Reconstrucción por medios naturales)	
Fugaz	1	Corto	1
Temporal	2	plazo	2
Permanente	4	Medio	3
		plazo	4
SINERGIA (SI) (Potencia de la manifestación)		ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	
Sin sinergismo o Simple	1	Simple	1
Sinérgico moderado	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
EFFECTO (EF) (Relación causa–efecto)		PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	
Indirecto o secundario	1	Periódico	1
Directo o primario	4	Irregular	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)		IMPORTANCIA (I)	
Recuperable de manera inmediata	1	$IM = N * (3 * N + 2 * EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Recuperable a medio plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Fuente: Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental (Conesa, 2009).

De esta manera los impactos ambientales negativos quedaron clasificados de la siguiente forma.

- Los impactos con valores entre -13 hasta -25 se consideran bajos, compatibles o leves, con afectación mínima al ambiente o impactos no significativos.
- Los impactos con valores entre -26 hasta -50 se consideran moderados, con afectación al ambiente pero que pueden ser mitigados y/o recuperados.
- Los impactos con valores entre -51 hasta -75 se consideran severos. Para ellos deberán plantearse medidas especiales para su manejo y monitoreo.
- Los impactos con valores entre -76 y -100 se consideran críticos, con destrucción total del ambiente.

En la Tabla 24 se identifica los colores por valoración de impacto, de modo que se ha establecido los siguientes rangos cualitativos, para evaluar su resultado.

Tabla 24

Valoración de impacto.

Valor de Impacto Ambiental (-13 y -100)	Grado de impacto	Significado
-13 ≥ IM ≥ -25	Irrelevantes	La afectación del mismo es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del proyecto o actividad en cuestión
-26 ≥ IM ≥ -50	Moderados	La afectación del mismo, no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas, porque pueden ser mitigados y/o recuperados.
-51 ≥ IM ≥ -75	Severos	La afectación de este, exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prolongado
-76 ≥ IM ≥ -100	Críticos	La afectación del mismo, es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. No hay posibilidad de recuperación alguna.

Fuente: Elaboración propia en base a guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental (Conesa, 2009).

5.5.2.3 Descripción de los atributos de los impactos

A continuación, en la Tabla 25, se describe cada uno de los atributos considerados en la fórmula del Índice de Importancia (IM) del impacto.

Tabla 25

Descripción de los atributos de los impactos.

NATURALEZA (N)
Este atributo hace referencia a la naturaleza del impacto. <ul style="list-style-type: none"> - Si es beneficioso, se considera como positivo +1 - Si es perjudicial, se considera como negativo -1
INTENSIDAD (IN) (Grado de destrucción/construcción)
Este término se refiere al grado de incidencia sobre el componente ambiental en el ámbito específico en que se actúa. <ul style="list-style-type: none"> - Si existe una destrucción total del componente en el área, la intensidad será Total. - Si la destrucción es mínima o poco significativa, la intensidad será baja o mínima. - Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia)
Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad. Se clasifica considerando: <ul style="list-style-type: none"> - Si la acción produce un efecto muy localizado, el impacto tiene un carácter puntual. - Si el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total. - Las situaciones intermedias, según su graduación se considera Parcial y Extenso. - En el caso de que el efecto se produzca en un lugar crucial o crítico se considerará un impacto de ubicación crítica y se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería.
MOMENTO (O) (Plazo de manifestación)
Plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre desde la ejecución de la acción y el comienzo o aparición del efecto sobre el factor del medio considerado. <ul style="list-style-type: none"> - Si el tiempo transcurrido es nulo, el momento será "inmediato". - Si el tiempo transcurrido es inferior a un año, el momento será "corto plazo". - Si es un período de tiempo que va de uno a diez años, el momento será "medio plazo". - Si el efecto tarda en manifestarse más de diez años, el momento será "largo plazo". - Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el plazo de manifestación del impacto, se le atribuirá un valor de una o cuatro unidades por encima de las especificadas.
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)

<p>Se refiere al tiempo, que supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el componente afectado retornaría a las condiciones iniciales.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si la permanencia del efecto es mínima o nula, se considera “efímero o fugaz”. - Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, se considera Momentáneo - Si el efecto permanece sólo por un tiempo limitado, dura entre uno y diez años, haya finalizado o no la acción se considera “temporal o transitorio”. - Si el efecto permanece entre once y quince años se considera “Pertinaz o persistente”. - Si el efecto no cesa de manifestarse de manera continua, durante un tiempo ilimitado superior a los quince años, se considera como “permanente y constante”.
<p>REVERSIBILIDAD (RV) (Reconstrucción por medios naturales)</p>
<p>Se refiere a la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que deja de actuar sobre el medio.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción tiene lugar durante menos de un año, se considera “corto plazo”. - Si tiene lugar entre uno y diez años, se considera “medio plazo”. - Si tiene lugar entre once y quince años, se considera el efecto “largo plazo”. - Si es mayor a quince años, se considera “irreversible”
<p>SINERGIA (SI) (Potencia de la manifestación)</p>
<p>Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la esperada de la manifestación de efectos, cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, se considera “sin sinergismo”.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si se presenta un sinergismo moderado, se considera “sinérgico”. - Si se potencia la manifestación de manera ostensible, se considera “muy sinérgico”.
<p>ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)</p>
<p>Atributo referido al incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o se reitera la acción que lo genera.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuando una acción se manifiesta sobre solo un componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, se considera acumulación “simple”. - Cuando una acción al prolongarse en el tiempo, incrementa progresivamente la magnitud del efecto, se considera ocurrencia “acumulativa”.
<p>EFECTO (EF) (Relación causa – efecto)</p>
<p>Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, es decir, la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El efecto puede ser “directo o primario”, si la repercusión de la acción es directa de ésta. - En caso de que el efecto sea “indirecto o secundario”, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario.
<p>PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)</p>
<p>Se refiere a la regularidad con que se manifiesta el efecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si el efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente, se considera “periódico”. - Si el efecto se repite en el tiempo de una manera irregular e imprevisible sin cadencia alguna, se considera “irregular”. - Constante en el tiempo, se considera “continuo”

RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)
<p>Se refiere a la reconstrucción, total o parcial del factor afectado, por la intervención humana.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si la recuperación es total, se considera “recuperable de manera inmediata”. - Si es de uno a diez años, se considera “recuperable a medio plazo” - Si es a parcial, el efecto es “mitigable”. - Si la alteración es imposible de reparar, el efecto es “irrecuperable”.

Fuente: elaboración propia.

5.6 DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el siguiente ítem se describe los aspectos, impactos ambientales de la actividad disposición inadecuada de los RCD, en la ciudad de Tacna.

5.6.1 Identificación de componente y factores ambientales

Los componentes ambientales que podrían verse afectados por la acción identificada Tabla 27 (la disposición inadecuada de los residuos de la construcción y demolición) se identificaron en la Tabla 26. Los componentes evaluados a ser considerados en el análisis de impactos son:

Tabla 26*Componentes, factores ambientales.*

COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
MEDIO FÍSICO	Aire	Partícula (PM13, PM10) polvos
		Generación de olores
	Agua	Contaminación del agua superficial
	Suelo	Contaminación del suelo
		Deterioro de características físicas del suelo
		Cambio del uso actual del suelo
MEDIO BIÓTICO	Fauna	Degradación de la cubierta vegetal
	Flora	Deterioro del hábitat
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Salud	Riesgo en la salud y seguridad
	Social	Calidad de vida
	Económico	Valoración de inmuebles
MEDIO ÍNTERES HUMANO	Paisaje	Afectación del paisaje visual
	Cultural	Afectación al turismo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

Identificación de fuentes de impactos ambientales.

ACTIVIDAD RELEVANTE
Disposición inadecuada de los residuos de la construcción y demolición.

Fuente: Elaboración propia

5.7 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Se puede concluir que, toda EIA se debe realizar siguiendo secuencialmente cuatro (4) grandes fases o componentes, como se ilustran en la Figura 29.

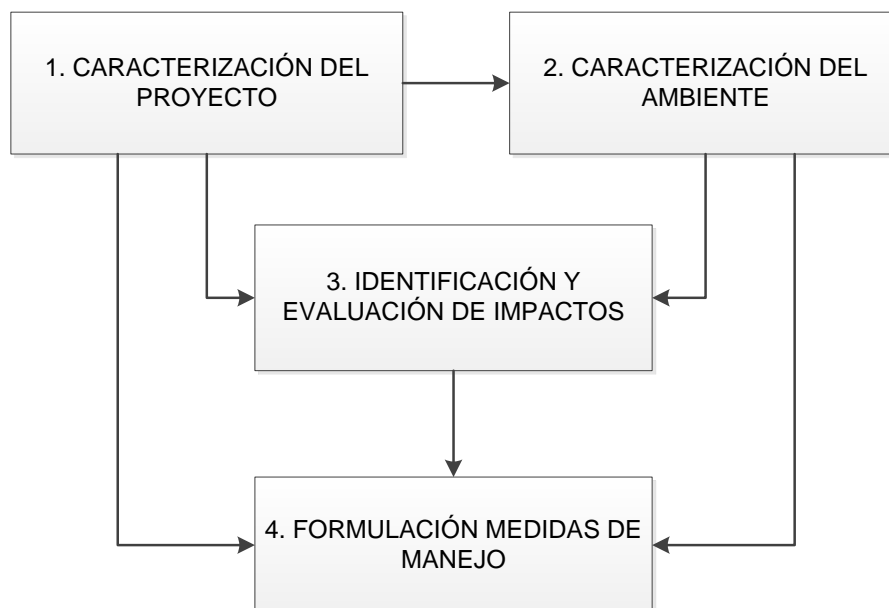


Figura 29. Esquema general de la EIA.

Fuente: Elaborado en base a (Arboleda, 2008)

5.7.1 Matriz de identificación de impactos

Las (Tablas 28 y 29) muestra la Matriz de identificación de impactos (causa–efecto). Donde:

I_{ij} : Impacto ambiental

A_i : Actividad

F_j : Factor ambiental

Tabla 28

Matriz de identificación (causa – efecto)- formalización de los cálculos.

Acciones	Factores					
	F_1	F_2	$F_{...}$	F_j	$F_{...}$	F_n
A_1	I_{11}	I_{12}		I_{1j}		I_{1n}
A_2	I_{21}	I_{22}		I_{2j}		I_{2n}
$A_{..}$						
A_i	I_{i1}	I_{i2}		I_{ij}		I_{in}
$A_{..}$						
A_m	I_{m1}	I_{m2}		I_{mj}		I_{mn}

Fuente: Elaboración propia.

Considerando la disposición inadecuada de los residuos de construcción, se ha elaborado la matriz de identificación de impactos (matriz causas-efecto). A continuación, se presenta la matriz que identifica los posibles impactos en el medio físico, biótico, socioeconómico y de interés humano, para la acción identificada anteriormente (Tabla 29).

Tabla 29

Matriz de identificación de impactos (causa–efecto).

Componente del ambiente Acción	Físico					Biótico		Socioeconómico			Interés Humano		
	Aire		Agua	Suelo			Fauna	Flora	Salud	Social	Económico	Paisaje	Cultural
	Partícula (PM13 PM10), polvos	Generación de olores	Contaminación del agua superficial	Contaminación del Suelo	Deterioro de características físicas del Suelo	Cambio del uso actual del Suelo	Degradación de la cubierta vegetal	Deterioro del hábitat	Riesgo en la Salud y seguridad	Calidad de vida	Valoración de inmuebles	Afectación del paisaje visual	Afectación al turismo
Disposición inadecuada de los RCD	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Nota: Una celda con círculo azul (○) significa que la actividad podría generar un alto impacto sobre el componente ambiental. Una celda con círculo negro (●) significa potenciales impactos ambientales no significativos o bajos.

Fuente: Elaboración propia.

5.7.2 Matriz de evaluación de impactos previsible

La Tabla 30, presenta la valoración cualitativa-matriz de importancia de Conesa - formalización de los cálculos y la Tabla 31 *Matriz de impacto ambiental; valoración cualitativa-Matriz de importancia de Conesa, sin estrategias para la Mitigación del Impacto Ambiental*, para la disposición inadecuada de los residuos de la construcción y demolición (situación actual).

Tabla 30

Valoración cualitativa-Matriz de importancia de Conesa- formalización de los cálculos.

			Factores					
			F ₁	F ₂	F...	F _j	F...	F _n
atributos								
a ₁	Naturaleza	(N)	N _{1,1}	N _{1,2}		N _{1,j}		N _{1,n}
a ₂	Intensidad	(IN)	IN _{2,1}	IN _{2,2}		IN _{2,j}		IN _{2,n}
a ₃	Extensión	(EX)	EX _{3,1}	EX _{3,2}		EX _{3,j}		EX _{3,n}
a ₄	Momento	(MO)	MO _{4,1}	MO _{4,2}		MO _{4,j}		MO _{4,n}
a ₅	Persistencia	(PE)	PE _{5,1}	PE _{5,2}		PE _{5,j}		PE _{5,n}
a ₆	Reversibilidad	(RV)	RV _{6,1}	RV _{6,2}		RV _{6,j}		RV _{6,n}
a ₇	Sinergia	(SI)	SI _{7,1}	SI _{7,2}		SI _{7,j}		SI _{7,n}
a ₈	Acumulación	(AC)	AC _{8,1}	AC _{8,2}		AC _{8,j}		AC _{8,n}
a ₉	Efecto	(EF)	AC _{9,1}	AC _{9,2}		AC _{9,j}		AC _{9,n}
a ₁₀	Periodicidad	(PR)	PR _{10,1}	PR _{10,2}		PR _{10,j}		PR _{10,n}
a ₁₁	Recuperabilidad	(MC)	MC _{11,1}	MC _{11,2}		MC _{11,j}		MC _{11,n}
IM			IM_{i,1}	IM_{i,2}		IM_{i,j}		IM_{i,n}

Fuente: Elaboración propia

Donde las siguientes ecuaciones son del desarrollo de la ecuación [10]

$$IM_{i1} = N_{1,1} \times (3IN_{2,1} + 2EX_{3,1} + MO_{4,1} + PE_{5,1} + RV_{6,1} + SI_{7,1} + AC_{8,1} + EF_{9,1} + PR_{10,1} + MC_{11,1})$$

$$IM_{i2} = N_{1,2} \times (3IN_{2,2} + 2EX_{3,2} + MO_{4,2} + PE_{5,2} + RV_{6,2} + SI_{7,2} + AC_{8,2} + EF_{9,2} + PR_{10,2} + MC_{11,2})$$

$$IM_{ij} = N_{1,j} \times (3IN_{2,j} + 2EX_{3,j} + MO_{4,j} + PE_{5,j} + RV_{6,j} + SI_{7,j} + AC_{8,j} + EF_{9,j} + PR_{10,j} + MC_{11,j})$$

$$IM_{in} = N_{1,n} \times (3IN_{2,n} + 2EX_{3,n} + MO_{4,n} + PE_{5,n} + RV_{6,n} + SI_{7,n} + AC_{8,n} + EF_{9,n} + PR_{10,n} + MC_{11,n})$$

Donde:

IM_{ij} : Importancia del Impacto

a_i : Atributo

F_j : Factor

Tabla 31

Matriz de impacto ambiental; valoración cualitativa-matriz de importancia de Conesa 2009 sin estrategias para la mitigación del impacto ambiental.

COMPONENTES		Físico					Biótico		Socioeconómico			Interés Humano		
FACTORES AMBIENTALES		aire	agua	Suelo			Fauna	Flora	Salud	Social	económico	Paisaje	Cultural	
ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTOS AMBIENTALES DESCRIPCIÓN	Partícula (PM13 PM10), polvos	Generación de olores	Contaminación del agua Superficial	Contaminación del Suelo	Deterioro de características físicas del Suelo	Cambio del uso actual del Suelo	Degradación de la cubierta vegetal	Deterioro del hábitat	Riesgo en la Salud y seguridad	Calidad de vida	Valoración de inmuebles	Afectación del paisaje visual	Afectación al turismo
		Disposición inadecuada de los Residuos de la Construcción y Demolición.	Naturaleza (N)	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Intensidad (IN)	4		4	2	4	4	8	2	2	4	4	4	8	2
Extensión (EX)	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2
Momento (MO)	4		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Persistencia (PE)	1		2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	2
Reversibilidad (RV)	1		1	1	1	1	4	1	1	3	1	1	4	2
Sinergia (SI)	1		2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1
Acumulación (AC)	1		4	1	1	4	4	1	1	4	1	1	4	4
Efecto (EF)	4		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Periodicidad (PR)	1		1	1	1	2	4	1	1	2	4	4	4	4
Recuperabilidad (MC)	1		1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1
INDICE DE IMPORTANCIA IM		-30	-35	-24	-30	-36	-56	-24	-24	-37	-33	-33	-60	-32
$IM = N \times (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$		Moderado	Moderado	Irrelevante	Moderado	Moderado	Severo	Irrelevante	Irrelevante	Moderado	Moderado	Moderado	Severo	Moderado
-13 ≥ IM ≥ -25	Irrelevante													
-26 ≥ IM ≥ -50	Moderado													
-51 ≥ IM ≥ -75	Severo													
-76 ≥ IM ≥ -100	Críticos													

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32

Valoración de impactos aplicando la metodología Conesa sin estrategias para la mitigación del impacto ambiental

Valor de Impacto Ambiental (-13 a -100)	Grado de impacto	N° de impactos	% de impactos
$-13 \geq IM \geq -25$	Irrelevantes	3	23,1%
$-26 \geq IM \geq -50$	Moderados	8	61,5%
$-51 \geq IM \geq -75$	Severos	2	15,4%
$-76 \geq IM \geq -100$	Críticos	0	0,0%
	TOTAL	13	100,0%

Fuente: Elaboración propia

De un total de 13 impactos valorados con el método utilizado en la EIA, la síntesis de los resultados obtenidos a través de la propuesta metodológica de Conesa (Figura 30), para el escenario de la actividad sin estrategia, es decir en la situación actual, para la mitigación del impacto ambiental, se presentan en la Tabla 32 y Figura 30.

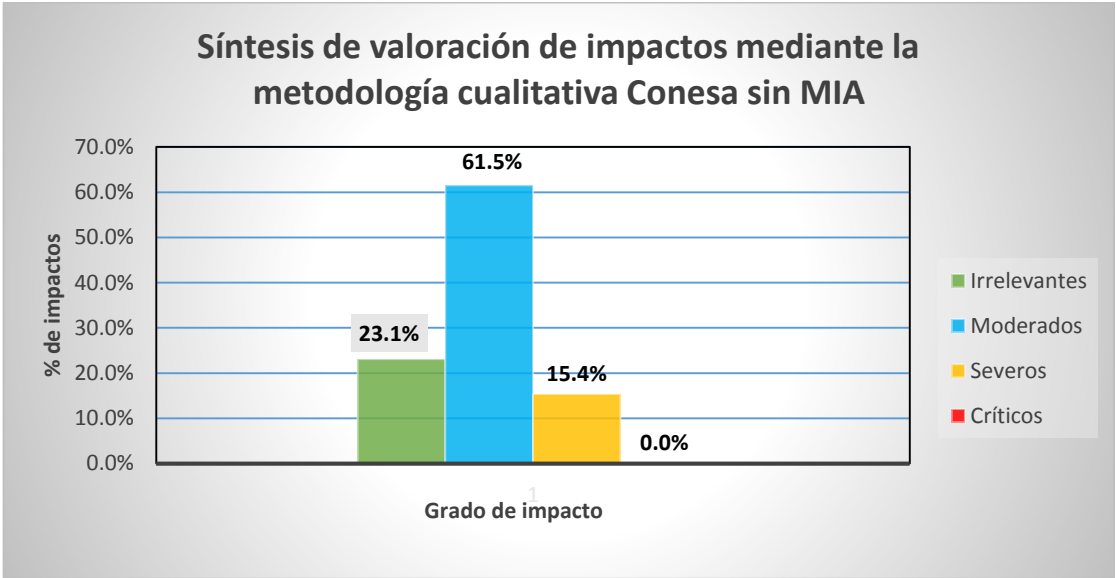


Figura 30. Síntesis de valoración de impactos mediante la metodología Conesa sin estrategias para la mitigación del impacto ambiental (MIA).

Fuente: Elaboración propia en base a la Tabla 32.

5.7.3 Impactos previsibles por la disposición inadecuada de los residuos de la construcción y demolición.

En general, los impactos fueron identificados como poco significativos (moderados) (Tabla 32 y Figura 30), excepto cambio de uso actual del suelo que es significativo (severo), de la misma forma en la afectación del paisaje visual que también es significativo (severo), o sea, impactos significativos, ambos, en el ambiente físico y en el interés humano. Por otro lado, para el ambiente biótico y socioeconómico, los impactos fueron identificados como no significativos (de moderado a irrelevante). A continuación, se desarrollan en detalle para cada componente.

5.7.3.1 Aire

A causa de la disposición inadecuada de los residuos de la construcción y demolición, los impactos en el aire tienen un efecto que ha sido determinado como negativo a partir de la generación de olores ya que son focos de contaminación y la generación de material particulado puede llegar a contener fibras de asbesto, intensidad alta con área de influencia parcial y de inmediato plazo de manifestación es decir al realizar la acción señalada en menos de un año el efecto sobre el medio será considerable, la permanencia del efecto es fugaz para partículas y temporal para olores, con reversibilidad a corto plazo, ya que el impacto cesará en cuanto los RCD mal dispuestos sean retirado del lugar inadecuado hacia el lugar de disposición temporal o final identificado de forma correcta y no se presenta sinergia, la acumulación es acumulativa simple para partículas y polvo y acumulativo para generación de olores. La relación causa-efecto es directa, ya que al producirse la disposición inadecuada de los RDC conlleva a generar efectos sobre el aire; la regularidad de manifestación es periódico y cuenta con una recuperabilidad recuperable al recuperarse las condiciones originales.

5.7.3.2 Agua

La afectación a la calidad de agua va enfocada principalmente, a la contaminación del agua de uso doméstico de la población ubicada cerca de los RCD mal dispuestos, ya que al no contar todo el día con este recurso juntan el agua en depósitos y si estos no son protegidos pueden llegar a contaminarse con el material particulado generados al realizar la inadecuada disposición. La naturaleza del impacto es negativa y de intensidad media con un área de influencia parcial, y plazo de manifestación a inmediato plazo, la permanencia del efecto es fugaz, la reversibilidad es a corto plazo ya que el impacto cesará en cuanto se retiren del lugar de la vía pública mal dispuestos y no presenta sinergia, la acumulación es simple, ya que la vía pública contaminada sería restablecida a sus condiciones originales. Presenta una relación causa–efecto directo, la regularidad de manifestación es periódico y la recuperabilidad es recuperable menos de un año, si se tiene una buena gestión por parte del municipio.

5.7.3.3 Suelo

En cuanto al suelo, la disposición inadecuada del residuo de la construcción y demolición constituyen impactos de naturaleza negativo. Con intensidad en contaminación y deterioro del suelo es alta y cambio de uso actual del suelo severo. Con área de influencia en contaminación, deterioro del suelo y cambio de uso actual del suelo es parcial. En plazo de manifestación en contaminación, deterioro del suelo y cambio de uso actual del suelo es inmediato. La permanencia del efecto en contaminación es fugaz y en deterioro del suelo y cambio de uso actual del suelo es temporal. La reversibilidad en contaminación y deterioro del suelo es a corto plazo y cambio de uso actual del suelo es Irreversible. No se presenta sinergia en contaminación, en deterioro del suelo y en cambio de uso actual del suelo es sinérgico moderado. Tiene una acumulación simple en contaminación ya que sería restablecida a sus condiciones originales, mientras que en deterioro del suelo y cambio de uso

actual del suelo es acumulativo. La relación causa-efecto es directa en contaminación y deterioro del suelo y ya que sería restablecida a sus condiciones originales. La regularidad de manifestación es periódico en contaminación y en deterioro del suelo irregular, en tanto que en cambio del uso actual del suelo es continuo. Cuenta con una recuperabilidad recuperable en contaminación y deterioro del suelo, mientras que en cambio del uso actual del suelo es mitigable.

5.7.3.4 Flora

La flora sufrirá un impacto negativo en su cobertura vegetal (en la mayoría de casos plantada por los pobladores o personal del municipio), con intensidad media y el área de influencia parcial, el plazo de manifestación es inmediato y su permanencia es fugaz, la reversibilidad es a corto plazo, no presenta sinergia, ya que al contar con flora ingresada por el hombre esto hace más fácil y rápido el regreso a las condiciones en las que se encontraba e incluso mejorarlas. La acumulación simple, La relación causa-efecto es directa, la regularidad de manifestación es periódico y la recuperabilidad es recuperable.

5.7.3.5 Fauna

En cuanto a la fauna, se ha determinado una naturaleza de impacto negativo con intensidad media y el área de influencia parcial, el plazo de manifestación es inmediato y su permanencia es fugaz, la reversibilidad es a corto plazo, no presenta sinergia, la acumulación es simple. La relación causa-efecto es directa, la regularidad de manifestación es periódico y la recuperabilidad es recuperable, ya que el impacto cesará cuando los RCD sean trasladados a un lugar adecuado para su disposición temporal o final.

5.7.3.6 Riesgo de salud y seguridad

Los impactos son de naturaleza negativa se dan en el aspecto social debido al riesgo en la salud y seguridad de la población ubicada en las zonas aledañas

a los lugares donde se encuentran inadecuadamente dispuestos los RCD. La intensidad es alta, el área de influencia es parcial y plazo de manifestación es inmediato, permanencia del efecto es temporal, reversibilidad a largo plazo, no se presenta sinergia y la acumulación es acumulativa, la relación causa efecto es directa y la regularidad de manifestación Irregular, la recuperabilidad es recuperable.

5.7.3.7 Social

Los impactos son de naturaleza negativa se dan en el aspecto social debido al riesgo en la calidad de vida de la población ubicada en las zonas aledañas a los lugares donde se encuentran inadecuadamente dispuestos los RCD. La intensidad es media, el área de influencia es puntual y plazo de manifestación es inmediato, permanencia del efecto es temporal, reversibilidad a corto plazo, no se presenta sinergia y la acumulación es acumulativa, la relación causa efecto es directa y la regularidad de manifestación irregular, la recuperabilidad es recuperable.

5.7.3.8 Socioeconómico

Los impactos son de naturaleza negativa se dan en el aspecto socioeconómico, en la valoración de inmuebles ubicados en las zonas aledañas a los lugares donde se encuentran inadecuadamente dispuestos los RCD. La intensidad es alta, el área de influencia es parcial y plazo de manifestación es inmediato, permanencia del efecto es fugaz, reversibilidad a corto plazo, no se presenta sinergia y la acumulación es simple, la relación causa efecto es Indirecta y la regularidad de manifestación continuo, la recuperabilidad es recuperable.

5.7.3.9 Paisaje

Será afectado el paisaje visual, sufrirá impactos de naturaleza negativa en consecuencia a la disposición inadecuada de los RCD, con intensidad alta y el

área de influencia parcial ya que el paisaje que es afectado es solo en área en la cual se da la inadecuada disposición, el plazo de manifestación es inmediato y su permanencia es temporal, la reversibilidad es a irreversible, presenta sinergia moderada, la acumulación es acumulativo. La relación causa-efecto es directa, la regularidad de manifestación es continua y la recuperabilidad es mitigable.

5.7.3.10 Cultural

Será afectado el turismo, sufrirá impactos de naturaleza negativa en consecuencia a la disposición inadecuada de los RCD, con intensidad media y el área de influencia parcial ya que el turismo es afectado solo en área en la cual se da la inadecuada disposición, el plazo de manifestación es inmediato y su permanencia es temporal, la reversibilidad es a medio plazo, no presenta sinergia, la acumulación es simple. La relación causa-efecto es directa, la regularidad de manifestación es continua y la recuperabilidad es recuperable.

5.7.4. Método utilizado para la evaluación del valor del paisaje.

El método utilizado para la evaluación del valor del paisaje se puede definir como método directo de subjetividad representativa (Muñoz, 2004), donde se realiza con grupos de personas cuya opinión global se valora en base a listas de adjetivos, que tienen una expresión numérica que facilita su procesamiento e interpretación. La secuencia de fases de este método se muestra en las Tablas 33, 34 y 35 que a continuación se especifica y para lo cual se utilizan las fotos de las fichas (Anexo 2):

RCD-LEGU-0004

RCD-VIÑA-0004

RCD-LEGU-0005

RCD-DGAL-0003

RDC-VIÑA-0003

Tabla 33

Lista de adjetivos jerarquizados y su correlación con la escala universal de valores.

Valor nominal	Categoría	Adjetivos	Valor numérico
BAJO	Feo	Insoportable	0,00
		Horrible	0,25
		Desagradable	0,50
		Pésimo	0,75
		Feo	1,00
	Sin interés	Triste	1,10
		Pobre	1,25
		Frío	1,50
		Monótono	1,75
		Sin interés	2,00
MEDIO	Agradable	Común	2,10
		Sencillo	2,50
		Pasable	3,00
		Regular	3,50
		Aceptable	4,00
	Distinguido	Interesante	4,10
		Grato	5,00
		Conservado	7,00
		Singular	8,00
		ALTO	Fantástico
Estimulante	10,00		
Bonito	12,00		
Hermoso	14,00		
Precioso	16,00		
Espectacular	Estupendo		16,10
	Soberbio		20,00
	Maravilloso		24,00
	Fantástico		28,00
	Espectacular		32,00

Fuente: Elaboración propia en base a (Muñoz, 2004).

Tabla 34

Evaluación del valor del Paisaje Visual de los RCD depositados en la ciudad de Tacna-2017.

Categoría	Adjetivos	Valor	RCD- LEGU- 0004	RCD- LEGU- 0005	RDC- VIÑA- 0003	RCD- VIÑA- 0004	RCD- DGAL- 0003	TOT	PROM
Feo	Insoportable	0,00	0	3	0	0	4	0,00	0,000
	Horrible	0,25	0	4	0	1	5	2,50	0,004
	Desagradable	0,50	4	6	4	6	5	12,50	0,020
	Pésimo	0,75	5	7	6	7	6	23,25	0,037
	Feo	1,00	7	3	7	7	5	29,00	0,046
Sin interés	Triste	1,10	6	2	6	4	0	19,80	0,032
	Pobre	1,25	2	0	1	0	0	3,75	0,006
	Frío	1,50	1	0	1	0	0	3,00	0,005
	Monótono	1,75	0	0	0	0	0	0,00	0,000
	Sin interés	2,00	0	0	0	0	0	0,00	0,000
Agradable	Común	2,10	0	0	0	0	0	0,00	0,000
	Sencillo	2,50	0	0	0	0	0	0,00	0,000
	Pasable	3,00	0	0	0	0	0	0,00	0,000
	Regular	3,50	0	0	0	0	0	0,00	0,000
	Aceptable	4,00	0	0	0	0	0	0,00	0,000
Distinguido	Interesante	4,10	0	0	0	0	0	0,00	0,000
	Grato	5,00	0	0	0	0	0	0,00	0,000
	Conservado	7,00	0	0	0	0	0	0,00	0,000
	Singular	8,00	0	0	0	0	0	0,00	0,000
Fantástico	Variado	8,10	0	0	0	0	0	0,00	0,000
	Estimulante	10,00	0	0	0	0	0	0,00	0,000
	Bonito	12,00	0	0	0	0	0	0,00	0,000
	Hermoso	14,00	0	0	0	0	0	0,00	0,000
	Precioso	16,00	0	0	0	0	0	0,00	0,000
Espectacular	Estupendo	16,10	0	0	0	0	0	0,00	0,000
	Soberbio	20,00	0	0	0	0	0	0,00	0,000
	Maravilloso	24,00	0	0	0	0	0	0,00	0,000
	Fantástico	28,00	0	0	0	0	0	0,00	0,000
	Espectacular	32,00	0	0	0	0	0	0,00	0,000
TOTALES			25	25	25	25	25	93,80	0,750
PROMEDIOS			0,93	0,58	0,91	0,80	0,53		0,750

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35

Resultado de la valoración visual del Paisaje Visual de los RCD depositados en la ciudad de Tacna-2017.

VALOR	RCD depositados en la ciudad de Tacna-2017				
	RCD-LEGU-0004	RCD-LEGU-0005	RCD-VIÑA-0003	RCD-VIÑA-0004	RCD-DGAL-0003
NUMÉRICO	0,93	0,58	0,91	0,80	0,53
NOMINAL	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
CATEGORÍA	Feo	Feo	Feo	Feo	Feo
ADJETIVO	Feo	Desagradable	Feo	Pésimo	Desagradable

Fuente: Elaboración propia.

El valor numérico del Paisaje Visual de los RCD depositados en la ciudad de Tacna-2017 en promedio es de: 0,75, Valor nominal: Bajo, Categoría: Feo y Adjetivo: Pésimo (ver Tabla 33).

5.7.5. Estrategias para la mitigación del impacto ambiental negativo

Actualmente, el interés de la sociedad por la preservación del medio ambiente está aumentando, lo que hace necesario que todas las empresas, incluso las pertenecientes al sector de la construcción, establezcan directrices de acción para garantizar que sean realizadas por parte de ellas una gestión ambiental adecuada y responsable con el medio ambiente (ver Anexo 3, Tabla 82. *Composición de los RCD, subproductos y aplicación*).

a) Reutilización y revalorización de residuos de construcción y demolición (RCD)

Los Residuos de Construcción y de Demolición (RCD) son generados en el desarrollo de la obra, durante sus diferentes etapas, generando distintos residuos que pueden ser reutilizados y /o aprovechados , dependiendo de su estado esto deben ser separados en un lugar establecido en la obra de construcción, donde no afecte las estructuras ecológicas principales cercana, es indispensable evitar que los residuos sean dispuestos directamente en zonas verdes o espacios públicos, debido a que esto puede producir afectaciones al suelo, al aire por partículas que pueden producirse y al agua por el vertimiento de escombros.

Es importante realizar un proceso de separación óptima para planificar la disposición final adecuada de acuerdo con el tipo de RCD generado, determinando los residuos a ser reciclados, reutilizados o revalorizados, para darles una segunda oportunidad de implementarlos en la construcción de obras y aquellos que no son aprovechables por estar contaminados con residuos peligrosos o por sus malas condiciones, para darles un lugar debidamente autorizado (ver Tabla 2. *Objetivos del Plan de Residuos de Construcción y Demolición II PNRCD*), para evitar la contaminación y daños o riesgos para la salud humana y el medio ambiente. La implementación de la gestión integral de los RCD en la obra de construcción, busca reducir los costos de disposición final,

optimizar el uso de materiales, la generación de residuos no aprovechables y el impacto ambiental.

b) Residuos peligrosos

El residuo peligroso es cualquier residuo o desecho que, debido a sus características corrosivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radioactivas, puede causar riesgo o daños a la salud humana y al medio ambiente. Puede haber riesgos en el reciclaje de materiales de RCD debido al manejo inadecuado y/o la protección contra componentes peligrosos que pueden ocurrir en algunos materiales resultantes de la demolición de un edificio, causando una perturbación en los trabajadores u otras personas expuestas a estos componentes peligrosos.

Debido a ello, en las obras de construcción, los programas deben ser implementados para controlar los riesgos de materiales peligrosos en su manejo, transporte y almacenamiento; para tener un plan de acción si se presenta algún inconveniente con estos. Es por eso que debe ser establecido en la Guía para la elaboración del Plan de gestión integral de residuos de construcción y demolición (RCD) en el trabajo de cada año, estrategias para dar un manejo adecuado a los residuos peligrosos para evitar las afectaciones en el medio ambiente y las personas.

En esta guía, diferentes estrategias se deben tener en cuenta para la gestión adecuada de los residuos peligrosos generados en la obra de construcción, los cuales deben tener un manejo y disposición adecuada. Si cualquier residuo, que se generan durante el proyecto, que está dentro de la definición de residuos peligrosos (lubricantes, aceites, combustibles, productos químicos, materiales absorbentes o productos de limpieza utilizados para remover aceites, grasas, alquitrán, betún, recipientes de productos químicos, pinturas y otros mencionados en los reglamentos que los regulan), la disposición final debe ser realizado por un gestor autorizado de residuos peligrosos, y debe

mantenerse el certificado del manejo adecuado. Si no es posible eliminar rápidamente los residuos peligrosos de la obra, debe almacenarse en recipientes herméticos, adecuadamente marcados y rotulados como peligrosos, y colocarse en un lugar libre de humedad y calor excesivo; un lugar que debe estar dentro de la obra y debe estar en condiciones técnicas exigidas, como suelo duro (cemento) y señalización.

c) Residuos no aprovechables

Los materiales que tienen como destino las escombreras son los desechos y escombros que, por exceso o por imposibilidad de su reutilización o reciclado, deben estar dispuestos en esos lugares. Estos materiales no requieren una preparación específica, sino su disposición temporal dentro de la obra mientras se transfieren a las escombreras. Los escombros resultantes de las obras deben tener una gestión adecuada para evitar deterioro ambiental y perturbaciones en el medio ambiente, haciendo un manejo adecuado, estos no serán muchos o no existirán porque pueden ser reciclados para ser reutilizados en otros procesos o en la creación de materiales; Si se generan residuos no utilizables, la disposición final debe efectuarse en un lugar adecuado en el que no se modifique el ambiente existente.

El lugar más conveniente para desechar el exceso de escombros que no se utilizarán son las escombreras, que son "lugares destinados para la eliminación de los restos de demolición no utilizables y los escombros (materiales inertes)", estas son áreas que no deberían perjudicar al medio ambiente, no debe estar cerca de cuerpos de agua, debe mitigar y manejar el ruido y las partículas que pueden contaminar el aire, deben ser extensas debido a la gran cantidad de desechos que pueden depositarse allí, entre otras características que son obligatorias tener en cuenta para que esto no cause daños ecológicos y enfermedades a los humanos.

En muchos casos, la disposición de residuos no se realiza correctamente porque se entregan a las personas, que no las disponen en lugares adecuados si no las depositan en lugares prohibidos, tales como terrenos baldíos, separadores de calles, esquinas, parques, entre otros, que generan contaminación ambiental, afectando el paisaje, ensuciando la ciudad, generando mosquitos, roedores entre otros, que pueden generar enfermedades a las personas cercanas al lugar.

5.7.6 Matriz de identificación y evaluación de impactos luego de aplicación de estrategias para la mitigación del impacto ambiental.

La Tablas 36 presenta la Valoración cualitativa-Matriz de importancia de Conesa: *Matriz de impacto ambiental; valoración cualitativa-matriz de Importancia de Conesa, con estrategias para la mitigación del impacto ambiental*, para la disposición inadecuada de los residuos de la construcción y demolición (situación futura), después de aplicar las estrategias de mitigación del impacto ambiental (ver numeral 5.7.5) de ésta tesis.

Tabla 36

Matriz de impacto ambiental; valoración cualitativa-matriz de importancia de Conesa 2009 con estrategias para la mitigación del impacto ambiental

COMPONENTES		Físico					Biótico		Socioeconómico			Interés Humano		
FACTORES AMBIENTALES		aire	agua	Suelo			Fauna	Flora	Salud	Social	económico	Paisaje	Cultural	
ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTOS AMBIENTALES	DESCRIPCIÓN												
		Partícula (PM13 PM10), polvos	Generación de olores	Contaminación del agua Superficial	Contaminación del Suelo	Deterioro de características físicas del Suelo	Cambio del uso actual del Suelo	Degradación de la cubierta vegetal	Deterioro del hábitat	Riesgo en la Salud y seguridad	Calidad de vida	Valoración de inmuebles	Afectación del paisaje visual	Afectación al turismo
Disposición inadecuada de los Residuos de la Construcción y Demolición.	Naturaleza (N)	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
	Intensidad (IN)	2	1	2	4	1	2	1	1	2	4	1	4	2
	Extensión (EX)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Momento (MO)	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2
	Persistencia (PE)	1	2	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2
	Reversibilidad (RV)	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2
	Sinergia (SI)	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	Acumulación (AC)	1	4	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1	4
	Efecto (EF)	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	4	4	4
	Periodicidad (PR)	1	1	2	2	1	1	1	1	2	4	4	1	1
	Recuperabilidad (MC)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1
ÍNDICE DE IMPORTANCIA IM		-20	-21	-22	-27	-22	-19	-16	-16	-27	-29	-22	-27	-27
$IM = N \times (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$														
-13 ≥ IM ≥ -25	Irrelevantes	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Moderado	Irrelevante	Irrelevante	Irrelevante	Moderado	Moderado	Irrelevante	Moderado	Moderado	
-26 ≥ IM ≥ -50	Moderados													
-51 ≥ IM ≥ -75	Severos													
-76 ≥ IM ≥ -100	Críticos													

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37

Valoración de impactos aplicando la metodología Conesa con estrategias para la mitigación del impacto ambiental.

Valor de impacto ambiental (-13 a -100)	Grado de impacto	N° de impactos	% de impactos
-13 ≥ IM ≥ -25	Irrelevantes	8	61,5%
-26 ≥ IM ≥ -50	Moderados	5	38,5%
-51 ≥ IM ≥ -75	Severos	0	0,0%
-76 ≥ IM ≥ -100	Críticos	0	0,0%
TOTAL		13	100,0%

Fuente: Elaboración propia

De un total de 13 impactos valorados con el método utilizado en la EIA, la síntesis de los resultados obtenidos a través de la propuesta metodológica de Conesa (Figura 31), para el escenario de la actividad con estrategias para la mitigación del impacto ambiental , se presentan en la Tabla 37 y la Figura 31.

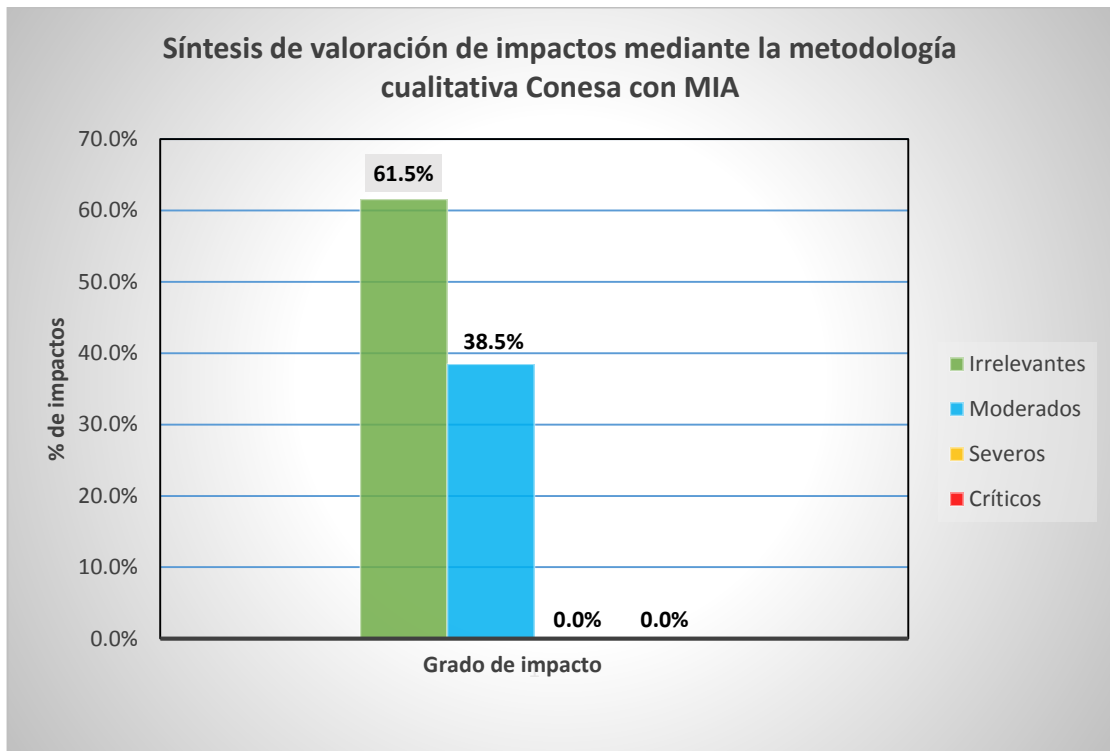


Figura 31. Síntesis de valoración de impactos mediante la metodología Conesa con estrategias para la mitigación del impacto ambiental (MIA).

Fuente: Elaboración propia.

5.8 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AGREGADO RECICLADO PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL

El nivel de exigencia más restrictivo, que se le impone al árido reciclado, es su utilización como concreto estructural, limitando en este caso la procedencia a escombros; por ser estos los de mejor calidad.

La población destinada para esta investigación serán el conjunto de cilindros de concreto (testigos) ensayadas según NTP 339.034:2008 equivalente al ASTM C-39.

El número de muestras para esta investigación estará determinado por los siguientes parámetros.

- a) Resistencia de diseño del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- b) Tamaño máximo nominal del agregado grueso: 3/4"
- c) Tiempo de rotura del espécimen de concreto 7, 14 y 28 días.

Por lo tanto, se elaboró un total de 27 probetas, probetas con TMN 3/4", diseño de mezclas con cemento IP para para la resistencia característica de 210 Kg/cm^2 , distribuidas de la siguiente manera (Tabla 38):

Tabla 38*Distribución de muestras cilíndricas a ensayar.*

Días de rotura de la probeta	PROBETAS CILÍNDRICAS		
	20% Ag. Reciclado (Unidades)	50% Ag. Reciclado (Unidades)	100% Ag. Reciclado (Unidades)
7 días	3	3	3
14 días	3	3	3
28 días	3	3	3
SUBTOTAL	9	9	9

Fuente: Elaboración propia

Siendo un total de 27 unidades de muestras cilíndricas a ensayar.

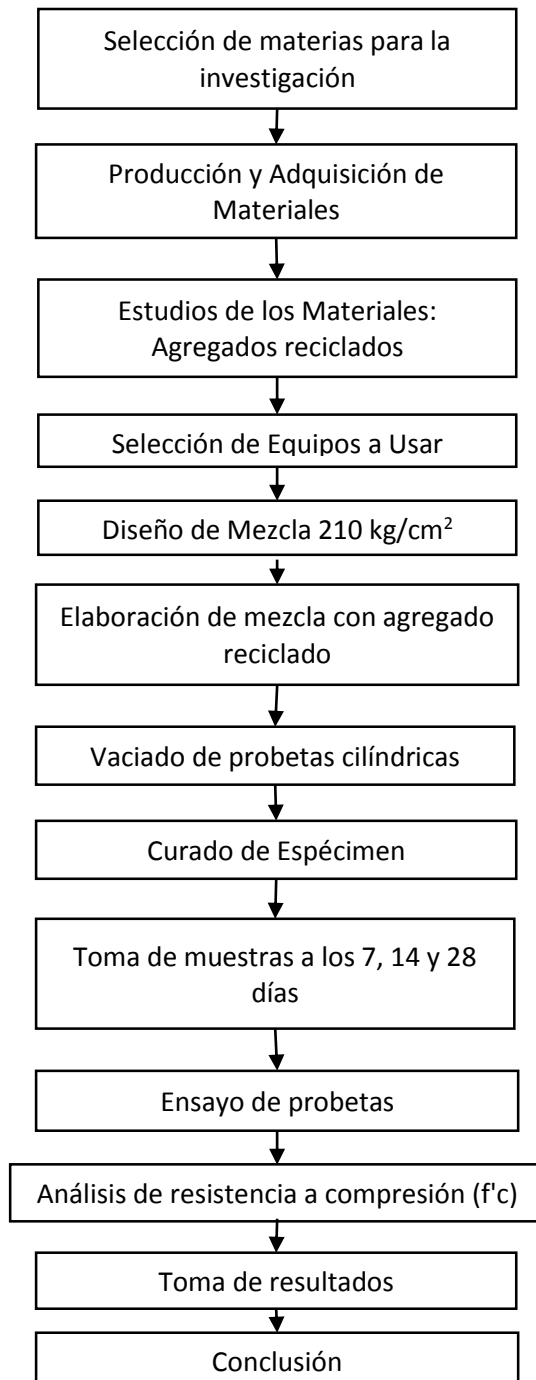


Figura 32. Diagrama de flujo de proceso para la producción de agregado reciclado para concreto estructural.

Fuente: Elaboración propia.

5.9 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

5.9.1 Diagrama de flujo de proceso

El diagrama de flujo de proceso para la producción de agregado reciclado para concreto estructural, se puede ver en la Figura 32. A continuación se describirá cada uno de estos pasos del proceso.

5.9.1.1 Descripción de los Procesos

Se utilizó el siguiente procedimiento para la producción de agregados reciclados (figura 32):

1. *Selección de materiales para la investigación.* Se utilizó materiales escogidos adecuadamente; sin impurezas, sin partículas orgánicas, los agregados son de la cantera Viñani cerca de la ciudad de Tacna. Colinda con los sectores 05,14 y terrenos eriazos del distrito, en este sector se realiza la actividad extractiva de piedras y otros materiales utilizados para la construcción, en la actualidad no existe una reglamentación de uso, generando la debilitación progresiva del suelo y desorden en el sector respecto a maquinaria y vehículos utilizados (Figura 33).



Figura 33. Zona denominada las Canteras de Viñani en el D.C.G.A.L.-Tacna.

Fuente: (PUD, 2016)

2. *Producción y adquisición del material.* Consiste en la obtención de la materia prima necesaria para el desarrollo de la presente tesis. Se refiere básicamente a la producción de los agregados reciclados y el cemento necesario para la elaboración del concreto reciclado que formará las probetas, los agregados que fueron elegidos según las propiedades granulométricas establecidos por la NTP 400.012 (Figura 34).

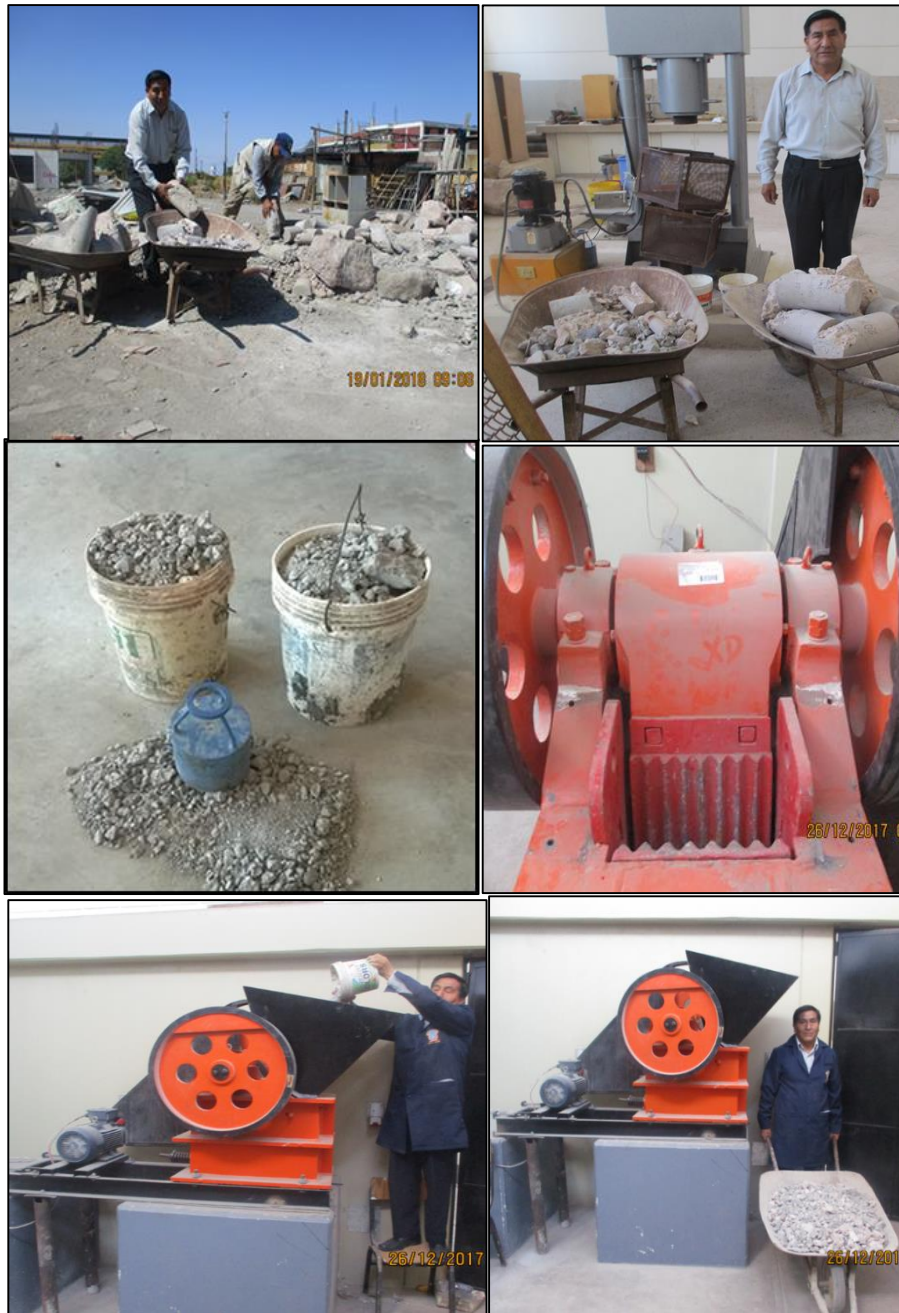


Figura 34. Agregado grueso reciclado obtenido en la chancadora del laboratorio de Mineralurgia de la Facultad de Ingeniería de la UNJBG.

Fuente: Elaboración propia.

3. *Estudio de los materiales agregados reciclados.* Se realizó todos los ensayos en laboratorio, el número de ellos fue determinado por su papel en la mezcla, los materiales son el agregado grueso natural, el agregado grueso reciclado, el agregado fino todo según las Norma Técnica Peruana, el Reglamento Nacional de Edificaciones y ASTM.
4. *Selección del equipo a usar.* El equipo fundamental, que se usó a lo largo del *desarrollo* de la tesis es el equipo de resistencia a compresión, normalizado en ASTM C39, la cual nos dio los resultados solicitados por la norma (Tabla 9, Figura 18).
5. *Diseño de mezclas 210 kg/cm².* Una vez conocidas las propiedades de los materiales, agregado fino y grueso, se realizaron tres diseños de mezclas para cada tipo de espécimen de concreto reciclado Las cantidades por m³ de concreto fueron determinados empleando el método del comité 211 del ACI.
6. *Elaboración de la mezcla con agregados reciclados.* Una vez calculado los volúmenes o pesos necesarios de cada diseño de mezcla, diseñadas para obtener la resistencia a compresión de 210 kg/cm², se procedió al mezclado de los materiales (agregados finos, agregado grueso reciclado, cemento, agua y aditivo) se mezclaron con el uso de una mezcladora de 6 P³ de capacidad.
7. *Vaciado de Probetas.* Una vez obtenida la mezcla, se procedió a llenar las probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, el proceso se hizo bajo la normativa anteriormente nombrada.
8. *Curado de especímenes de concreto.* Se tuvo en cuenta las recomendaciones de la norma ASTM C192, para probetas curadas en laboratorio, para cada diseño de mezcla (03 en total) se tiene un total de 27 probetas, todas sin excepción, se sumergieron en agua en laboratorio.

9. *Ensayos de probetas cilíndricas.* Se procedió a romper los especímenes de concreto a las edades de 7, 14 y 28 días de haber sido sumergidas en laboratorio para su respectivo curado.
10. *Análisis de la resistencia a compresión ($f'c$).* Se completaron los formatos correspondientes según sea el ensayo que se esté realizando, para así realizar su análisis, síntesis y comparación posterior.
11. *Toma de resultados.* Se anotaron cada uno de los datos, emitidos por las máquinas de ensayo, así como de los instrumentos mecánicos. También se anotaron las observaciones durante cada proceso de esta tesis. Se evaluaron datos y se observaron la forma de fractura entre cada forma de probeta.
12. *Conclusiones.* Se buscó en todo momento dar respuesta a cada objetivo planteado, sea principal o específicos.

5.10 ENSAYOS DE LABORATORIO PARA AGREGADOS

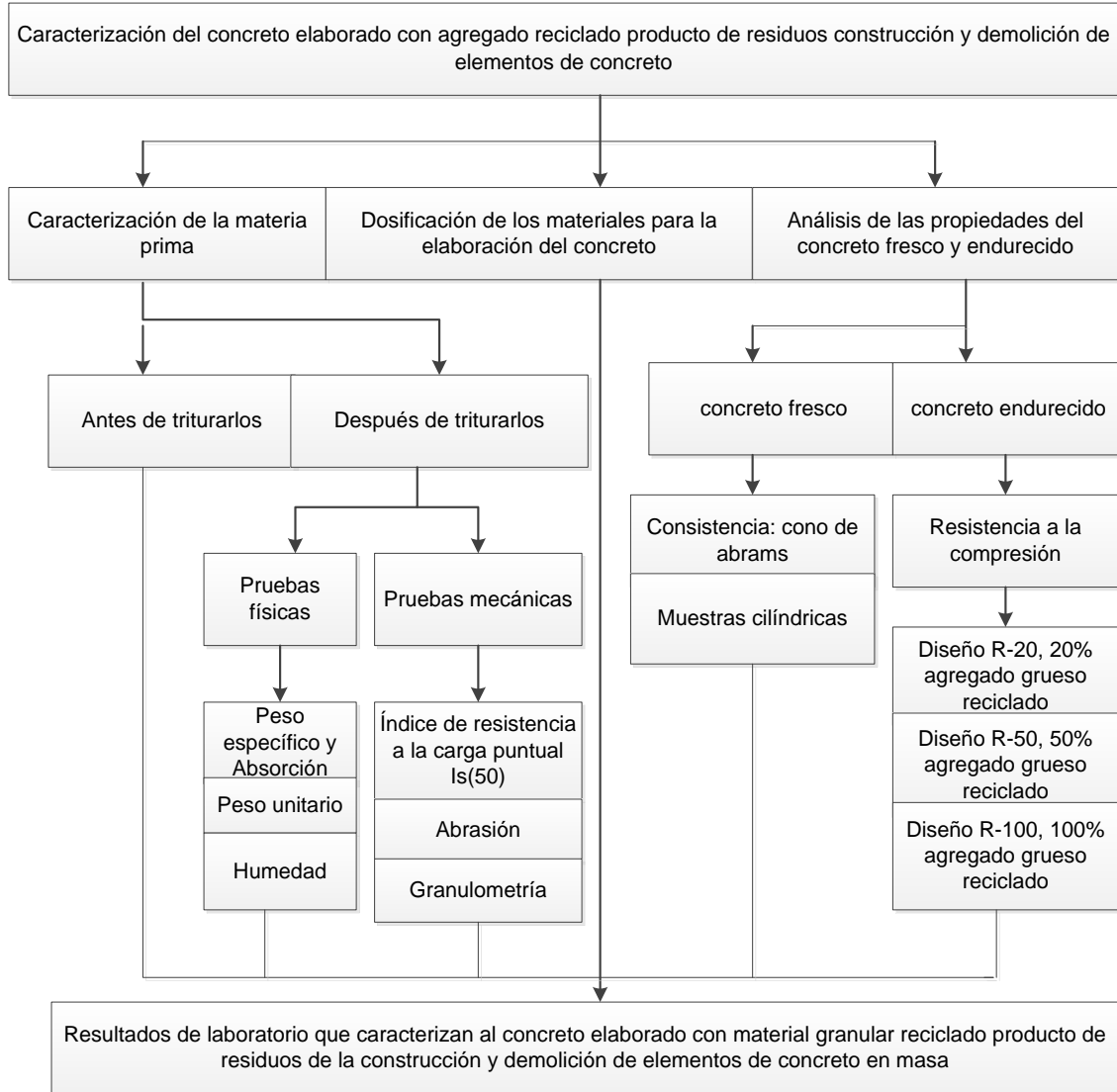


Figura 35. Caracterización del concreto elaborado con agregado reciclado producto de residuos construcción y demolición de elementos de concreto.

Fuente: Elaboración propia.

Los trabajos de laboratorio para determinar las propiedades de los agregados reciclados provenientes de RCD (Figura 35), se realizaron en el laboratorio de Mecánica de Rocas y Concreto de la UNJBG (Figura 36).



Figura 36. Ensayos de laboratorio para agregados.

Fuente: Elaboración propia.

5.10.1 Índice de resistencia a la carga puntual $I_s(50)$ ASTM D-5731

El ensayo para la determinación del índice de resistencia a la carga puntual de fragmentos irregulares y bloques tiene como objetivos:

- 1.- Determinar el índice de resistencia a la carga puntual para la clasificación de la resistencia de la roca.
- 2.- Determinar la resistencia a la compresión de una manera indirecta pero muy simple.

a) Exposición general

El espécimen se coloca en el equipo de ensayo, se comprueba que la distancia L según se muestra en la Figura 37, sean mayores a $0,5 D_e$. El espécimen puede ser colocado de tal forma que D_e sea la más pequeña dimensión, la carga se incrementa de tal forma, que la falla ocurra entre 10 y 60 segundos, anotándose en el formato anexo la carga P (Kg). El ensayo se rechazará si la superficie de fractura no pasa a través de los puntos de aplicación de la carga.

b) Procedimiento

1. En este ensayo se utilizan bloques de roca o pedazos irregulares de dimensiones entre 15 a 85 mm y de la forma mostrada en la figura. La relación D_e/W debe ser entre 0,3 y 1,0 preferentemente cercano a 1,0.
2. La distancia L deberá ser por lo menos $0,5 W$. Las muestras de este tamaño y forma serán seleccionadas si están disponibles o deberán ser preparadas, obteniéndolas de piezas grandes.
3. Se harán 10 ensayos por muestra y más si son heterogéneas o anisotrópicas.
4. El ancho W perpendicular a la dirección de carga es anotado en el formato anexo. Si los lados no son paralelos entonces W es calculado como $(W_1+W_2)/2$.

5. La carga debe ser aplicada constantemente de manera que la falla ocurra entre los 10 y 60 segundos de iniciada la carga. La carga última P es anotada.

c) Cálculos

El esfuerzo de carga puntual $I_s = \frac{P}{De^2}$ [11]

Donde:

De: diámetro equivalente.

El índice de resistencia a la carga puntual corregido [Is(50)] se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_s(50) = \left(\frac{De}{50}\right)^{0.45} \times I_s \quad [12]$$

Dónde:

De en mm.

Is(50) en kg/cm²

El índice de resistencia a la carga puntual corregido Is(50) fueron calculados eliminando los dos valores más altos y los dos valores más bajos de una muestra de 10 o más ensayos válidos y calculando el promedio de los valores restantes (Tabla 39). Si los ensayos válidos fueran pocos solo se eliminará el mayor y el menor y se calculará el promedio con los valores restantes.

A partir del índice de carga puntual corregido Is(50) se puede estimar la resistencia a la compresión no confinada:

$$\sigma_c = 24 \times I_s(50) \quad [13]$$

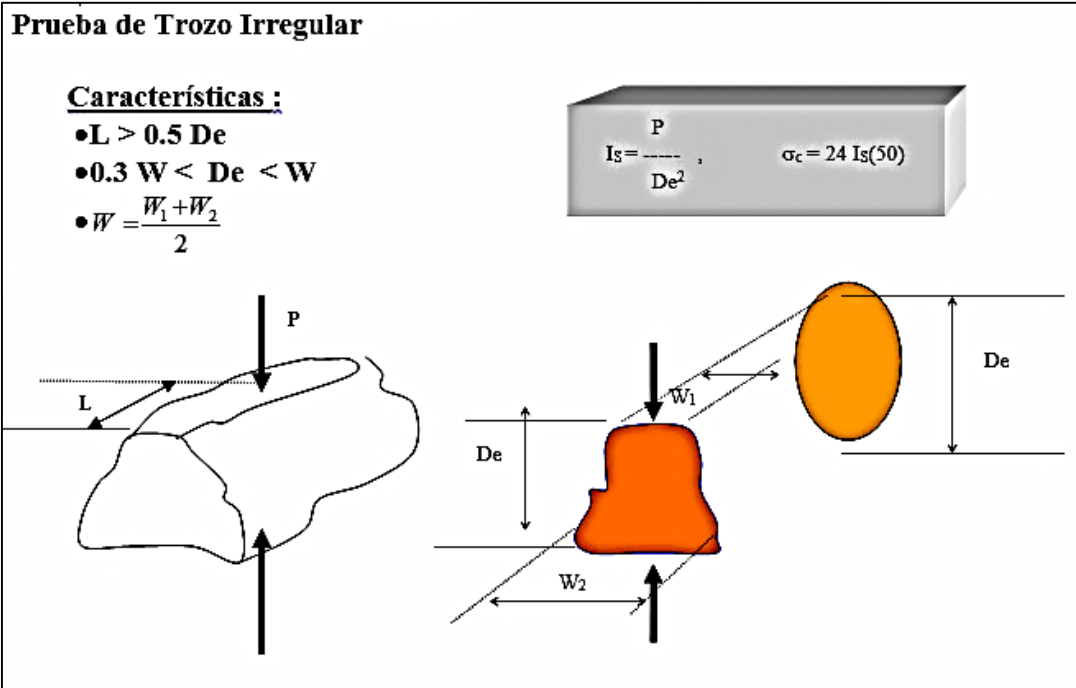


Figura 37. Índice de resistencia a la carga puntual I_s (50).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39

Índice de resistencia a la carga puntual Is(50): Muestra de agregado grueso reciclado 100%.

Nº	Diámetro de la muestra Cm	Longitud de la muestra cm	Ancho de la muestra cm	Fuerza aplicada Kg	Is Kg/cm ²	Is(50) Kg/cm ²	Is(50) N/mm ²
1	3,01	2,23	4,81	680	75,05	59,73	5,86
2	3,56	2,54	4,04	900	71,01	60,95	5,98
3	2,97	2,34	4,23	1 720	194,99	154,25	15,13
4	2,25	3,00	3,90	1 080	213,33	148,94	14,61
5	2,42	2,40	3,06	590	100,74	72,68	7,13
6	2,38	1,91	3,12	790	139,47	99,86	9,79
7	2,75	2,04	3,17	710	93,88	71,74	7,04
8	2,24	1,70	3,30	890	177,38	123,59	12,12
PROMEDIO					133,23	98,97	9,71

Fuente: elaboración propia.

5.10.2 Abrasión

Es el ensayo de calidad de los agregados, el método y consideraciones para los ensayos de abrasión por medio de la máquina de los ángeles, fueron los especificados en la norma ASTM C-131. Cuyos objetivos son:

- Saber que tan resistente es el agregado que se va a utilizar ya sea para base, sub-base o carpeta asfáltica; ya que este material estará expuesto a una constante agresión física (Tabla 42).
 - Determinar la dureza utilizando un método indirecto cuyo procedimiento se encuentra descrito en las Normas de ensayo de materiales para los agregados gruesos.
- a) Procedimiento del ensayo

Determinar la granulometría en % retenidos de la muestra, a fin de elegir el método de acuerdo a los tamices que tiene el mayor porcentaje de retenidos.

Preparar el material (5 kg), la muestra de agregados es menor a 2" (ver tabla 40). Material < 2" → ASTM C-131 (5 kg).

Tabla 40

Peso de agregado y número de esferas para agregados gruesos hasta 1½" (ASTM C 131).

Pasa tamiz		Retenido en tamiz		Pesos y granulometrías de la muestra para ensayo (g)			
mm	(alt.)	mm	(alt.)	A	B	C	D
37,50	(1 1/2")	-25,00	(1")	1 250 ± 25			
25,00	(1")	-19,00	(3/4")	1 250 ± 25			
19,00	(3/4")	-12,50	(1/2")	1 250 ± 10	2 500 ± 10		
12,50	(1/2")	-9,50	(3/8")	1 250 ± 10	2 500 ± 10		
9,50	(3/8")	-6,30	(1/4")			2 500 ± 10	
6,30	(1/4")	-4,75	(N°4)			2 500 ± 10	
4,75	(N°4)	-2,36	(N°8)				5 000 ± 10
TOTALES				5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10
N° de esferas				12	11	8	6
N° de revoluciones				500	500	500	500
tiempo de rotación (minutos)				15	15	15	15

Fuente: Elaborado en base a la norma ASTM C-131.

Revisar si la máquina de los ángeles está en buen estado, ya que si esta contiene residuos mayores a 2 mm se requiere limpiarla; luego se coloca la muestra, luego colocar la muestra abrasiva (esferas), para finalmente hacer girar la máquina a 30-33 rpm, durante 500 revoluciones.

Luego el material es retirado y tamizado por la malla # 12 (Figura 38).

$$\text{Abrasión (\%)} = \frac{\text{Peso que pasa la malla \# 12}}{\text{Peso inicial}} * 100 \quad [14]$$

Tabla 41*Abrasión los ángeles- formalización de los cálculos.*

GRADACIÓN						
Tamices ASTM		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa	Desgaste 500 Rev.
Pasa	Retenido	f_i	h_i	h_i		
1 ½"	1"	f_1	$h_1 = (f_1/n)*100$	$H_1 = h_1$	100% - H_1	
1"	¾"	f_2	$h_2 = (f_2/n)*100$	$H_2 = H_1 + h_2$	100% - H_2	
¾"	½"	f_3	$h_3 = (f_3/n)*100$	$H_3 = H_2 + h_3$	100% - H_3	
½"	⅜"	f_4	$h_4 = (f_4/n)*100$	$H_4 = H_3 + h_4$	100% - H_4	
⅜"	¼"	f_5	$h_5 = (f_5/n)*100$	$H_5 = H_4 + h_5$	100% - H_5	
¼"	Nº 4	f_6	$h_6 = (f_6/n)*100$	$H_6 = H_5 + h_6$	100% - H_6	
Nº 4	Nº 8	f_7	$h_7 = (f_7/n)*100$	$H_7 = H_6 + h_7$	100% - H_7	
		$\Sigma f_i = n$	$\Sigma h_i = 100\%$			d
% DE DESGASTE						(d/n)*100

RESULTADOS:

TIPO DE GRADACIÓN	“ “
Peso muestra al comenzar el ensayo	n
Peso material retenido en el tamiz Nº 12	n - d
Peso material que pasa el tamiz Nº 12	d
Porcentaje de desgaste (%)	(d/n)*100

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42*Abrasión los ángeles de agregados gruesos reciclados 100%.*

GRADACIÓN "B"						
PASA	MALLA RETENIDO	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA	DESGASTE 500 Rev.
1 1/2"	1"	0,00	0,00	0,00	100,00	
1"	3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00	
3/4"	1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	
1/2"	3/8"	2 505,3	50,04	50,04	49,96	
1/4"	Nº4	2 501,1	49,96	100,00	0,00	
TOTAL		5 006,4	100,00			1 001,4
% DE DESGASTE						20,00

Resultados:

TIPO DE GRADACIÓN	"B"
Peso muestra al comenzar el ensayo	5006,40
Peso material retenido en el tamiz Nº 12	4005,00
Peso material que pasa el tamiz Nº 12	1001,40
Porcentaje de desgaste (%)	20,00

Fuente: Elaboración propia. Abrasión de agregados gruesos reciclados 100%, material del laboratorio de Mecánica de rocas UNJBG



Figura 38. Peso de material que pasa el tamiz N° 12 de agregados gruesos reciclados 1001,4 gr.

Fuente: Elaboración propia.

5.10.3 Granulometría

La granulometría de los agregados reciclados se realizó de acuerdo a la norma NTP 400.037 o ASTM C 33, la cual describe el procedimiento para obtener una granulometría correcta (Figura 39). Se tomaron muestras representativas de agregado grueso reciclado y fino natural. Las curvas granulométricas de las diferentes granulometrías realizadas se muestran en las Tablas 47, 48, 49 y 50 del presente trabajo de investigación.

Tabla 43

Límites de granulometría según la Norma ASTM C 33.

Tamices	Porcentaje que pasa
$\frac{3}{8}$ " (9,5 mm)	100 %
No. 4 (4,75 mm)	95 a 100 %
No. 8 (2,36 mm)	80 a 100 %
No. 16 (1,18 mm)	50 a 85 %
No. 30 (600 μ m)	25 a 60 %
No. 50 (300 μ m)	10 a 30 %
No. 100 (150 μ m)	2 a 10 %

Fuente: (Sarg, 2010). El agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites que se muestran en la tabla 43. NTP 400.037.

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites de una de las especificaciones (ESPECIF N° ASTM) que se muestran en la tabla 44.

Tabla 44

Requerimientos de granulometría de los agregados gruesos.

ESPECIF Nº ASTM	TAMAÑO NOMINAL	PORCENTAJE QUE SE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
		100	90	75	63	50	37.5	25	19	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18
		mm	mm	Mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
		(3 ½")	(3")	(2 ½")	(2")	(1 ½")	(1")	(¾")	(½")	(¾")	Nº 4	Nº 8	Nº 16	
1	3 ½" a 1 ½"	100	90a100		25a60		0a15		0a5					
2	2 ½" a 1 ½"			100	90a100	35a70	0a15		0a5					
3	2" a 1"				100	90a100	35a70	0a15		0a5				
357	2" a Nº4				100	90a100		35a70		10a30		0a5		
4	1 ½" a ¾"					100	90a100	20a55	0a15		0a5			
467	1 ½" a Nº4					100	90a100		35a70		10a30	0a5		
5	1" a ½"						100	90a100	20a55	0a10	0a5			
56	1" a 3/8"						100	90a100	40a85	10a40	0a15	0a5		
57	1" a Nº4						100	90a100		25a60		0a10	0a5	
6	¾" a 3/8"							100	90a100	20a55	0a15	0a5		
67	¾" a Nº4							100	90a100		20a55	0a15	0a5	
7	½" a Nº4								100	90a100	40a70	0a15	0a5	
8	¾" a Nº8									100	85a100	10a30	0a10	0a5

Fuente: Elaborado en base a la norma NTP 400.037

La masa de la muestra de ensayo del agregado grueso seco, debe ser conforme con la siguiente Tabla 45.

Tabla 45

Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso.

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo Mínimo kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2(4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.012.

La Granulometría del agregado grueso, formalización de los cálculos, se puede observar en Tabla 46.

Tabla 46

Granulometría del agregado grueso, formalización de los cálculos.

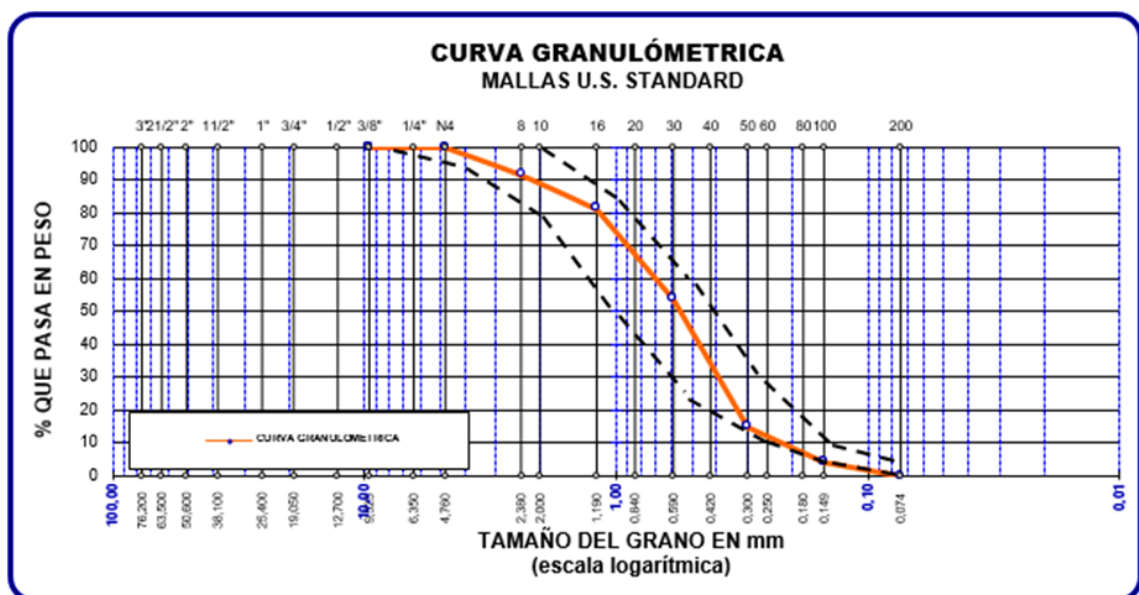
Tamices ASTM		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa
Pasa	Retenido	f_i	h_i	h_i	
1 ½"	1"	f_1	$h_1 = (f_1/n) * 100$	$H_1 = h_1$	100% - H_1
1"	¾"	f_2	$h_2 = (f_2/n) * 100$	$H_2 = H_1 + h_2$	100% - H_2
¾"	½"	f_3	$h_3 = (f_3/n) * 100$	$H_3 = H_2 + h_3$	100% - H_3
½"	⅜"	f_4	$h_4 = (f_4/n) * 100$	$H_4 = H_3 + h_4$	100% - H_4
⅜"	¼"	f_5	$h_5 = (f_5/n) * 100$	$H_5 = H_4 + h_5$	100% - H_5
¼"	Nº 4	f_6	$h_6 = (f_6/n) * 100$	$H_6 = H_5 + h_6$	100% - H_6
Nº 4	FONDO	f_7	$h_7 = (f_7/n) * 100$	$H_7 = H_6 + h_7$	100% - H_7
		$\Sigma f_i = n$	$\Sigma h_i = 100\%$		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47

Análisis granulométrico del agregado fino natural.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
ASTM C - 136							
TESIS		: PRODUCCIÓN DE AGREGADO RECICLADO PARA MITIGAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE TACNA, AÑO 2017					
ELABORADO POR :		ING. ESTEBAN BONIFACIO MACHACA MAMANI					
UBICACIÓN		: CIUDAD UNIVERSITARIA AV. MIRAFLORES CON AV. CUZCO S/N - UNJBG					
MUESTRA		: AGREGADO FINO PARA CONCRETO PROCEDENTE DE LA CANTERA VIÑANI					
FECHA		: 2017-11-22					
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Muestra : Agregado Fino Cantera VIÑANI Humedad Nat. = 0.750% Peso específico sss. 2,606 g/cm ³ Peso Unitario Suelto seco 1,651 g/cm ³ Peso Unitario varillado seco 1,808 g/cm ³ Porcentaje de Absorción 1,771% Peso de la Muestra: 1989,30 g Modulo de Fineza : 2,5 OBSERVACIONES: La muestra consiste de partículas sub angulares. y sub redondeadas.
3"	76,200						
2 1/2"	63,500						
2"	50,600						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						
3/4"	19,050						
1/2"	12,700						
3/8"	9,525	0,00	0,00	0,00	100,00	100	
1/4"	6,350						
No4	4,760	0,00	0,00	0,00	100,00	95 100	
No8	2,380	168,00	8,45	8,45	91,55	80 100	
No10	2,000						
No16	1,190	207,20	10,42	18,86	81,14	50 85	
No20	0,840						
No30	0,590	546,10	27,45	46,31	53,69	25 60	
No40	0,420						
No 50	0,300	771,60	38,79	85,10	14,90	10 30	
No60	0,250						
No80	0,180						
No100	0,149	213,10	10,71	95,81	4,19	2 10	
No200	0,074	83,30	4,19	100,00	0,00	0 5	
TOTAL		1989,30		254,53			

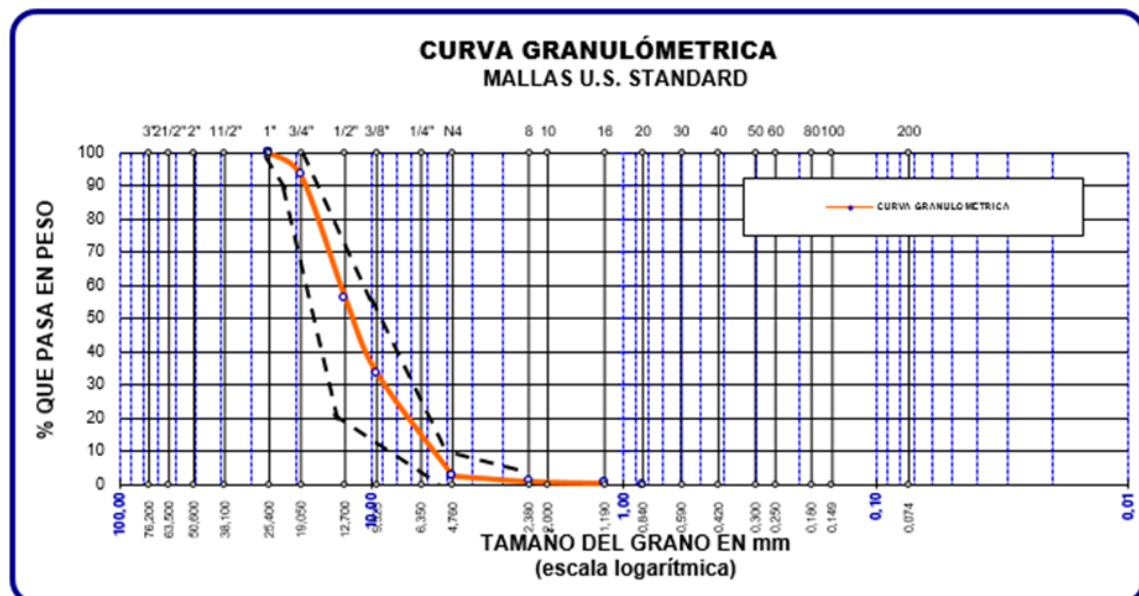


Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48

Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado 20%.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
ASTM C - 136							
TESIS		: PRODUCCIÓN DE AGREGADO RECICLADO PARA MITIGAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE TACNA, AÑO 2017					
ELABORADO POR :		ING. ESTEBAN BONIFACIO MACHACA MAMANI					
UBICACIÓN		: CIUDAD UNIVERSITARIA AV. MIRAFLORES CON AV. CUZCO S/N - UNJBG					
MUESTRA		: RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS Y CONCRETO 20 %					
FECHA		: 2017-11-27					
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 67	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76,200						Muestra : Agregado Grueso Reciclado 20% Cantera: RCDs LMRC Humedad Nat. = 0,570% Peso específico sss. 2,631 g/cm ³ Peso Unitario Suelto seco 1,396 g/cm ³ Peso Unitario varillado seco 1,560 g/cm ³ Porcentaje de Absorción 1,452% Peso de la Muestra: 5643,50 g Tamaño Máximo 1" TAMANO MAXIMO N. 3/4" La muestra consiste de grava reciclada zarandeada de perfil sub angular y natural sub redondeada.
2 1/2"	63,500						
2"	50,600						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100,00	100	
3/4"	19,050	377,50	6,69	6,69	93,31	90 100	
1/2"	12,700	2100,70	37,22	43,91	56,09		
3/8"	9,525	1279,20	22,67	66,58	33,42	20 55	
1/4"	6,350						
No4	4,760	1753,60	31,07	97,65	2,35	0 10	
No8	2,380	93,00	1,65	99,30	0,70	0 5	
No10	2,000						
No16	1,190	30,50	0,54	99,84	0,16		
No20	0,840	9,00	0,16	100,00	0,00		
No30	0,590						
No40	0,420						
No 50	0,300						
No60	0,250						
No80	0,180						
No100	0,149						
No200	0,074						
TOTAL		5643,50					

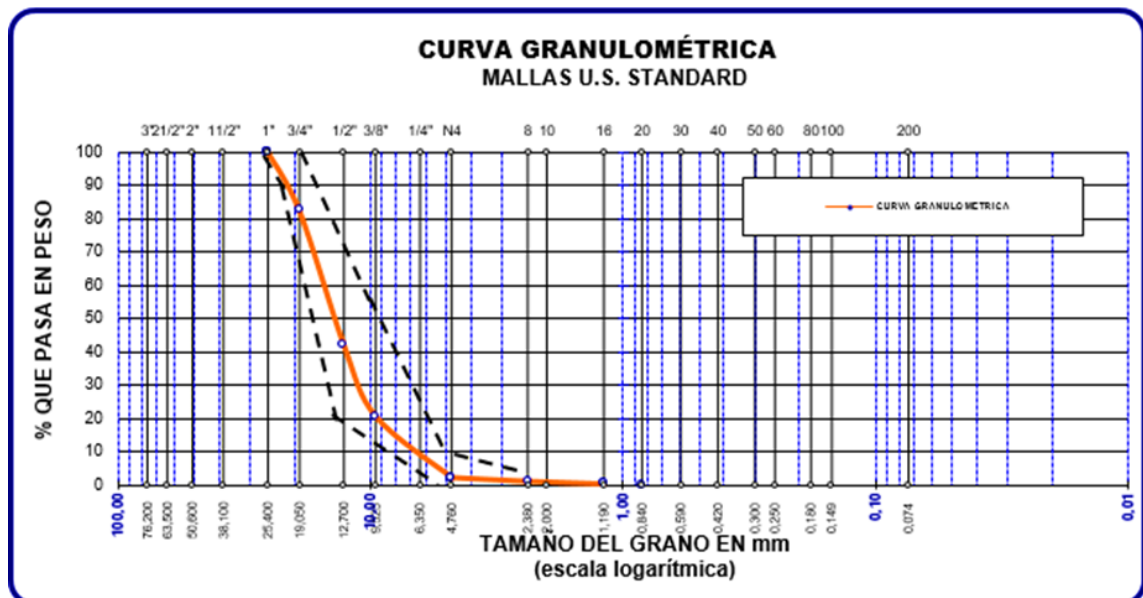


Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49

Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado 50%.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
ASTM C - 136							
TESIS		: PRODUCCIÓN DE AGREGADO RECICLADO PARA MITIGAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE TACNA, AÑO 2017					
ELABORADO POR :		ING. ESTEBAN BONIFACIO MACHACA MAMANI					
UBICACIÓN		: CIUDAD UNIVERSITARIA AV. MIRAFLORES CON AV. CUZCO S/N - UNJBG					
MUESTRA		: RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS Y CONCRETO 50 %					
FECHA		: 2017-12-19					
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 67	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Muestra : Agregado Grueso Reciclado 50% Cantera: RCDs LMRC Humedad Nat. = 0,880% Peso específico sss. 2,411 g/cm ³ . Peso Unitario Suelto seco 1,361 g/cm ³ Peso Unitario varillado seco 1,491 g/cm ³ Porcentaje de Absorción 2,621% Peso de la Muestra: 5242,30 g Tamaño Máximo 1" TAMANO MAXIMO N. 3/4" La muestra consiste de grava reciclada zarandeada de perfil sub angular y grava natural sub redondeada.
3"	76,200						
2 1/2"	63,500						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100,00	100	
3/4"	19,050	929,10	17,72	17,72	82,28	90 100	
1/2"	12,700	2126,00	40,55	58,28	41,72		
3/8"	9,525	1114,50	21,26	79,54	20,46	20 55	
1/4"	6,350						
No4	4,760	964,64	18,40	97,94	2,06	0 10	
No8	2,380	58,16	1,11	99,05	0,95	0 5	
No10	2,000						
No16	1,190	40,90	0,78	99,83	0,17		
No20	0,840	9,00	0,17	100,00	0,00		
No30	0,590						
No40	0,420						
No 50	0,300						
No60	0,250						
No80	0,180						
No100	0,149						
No200	0,074						
TOTAL		5242,30					

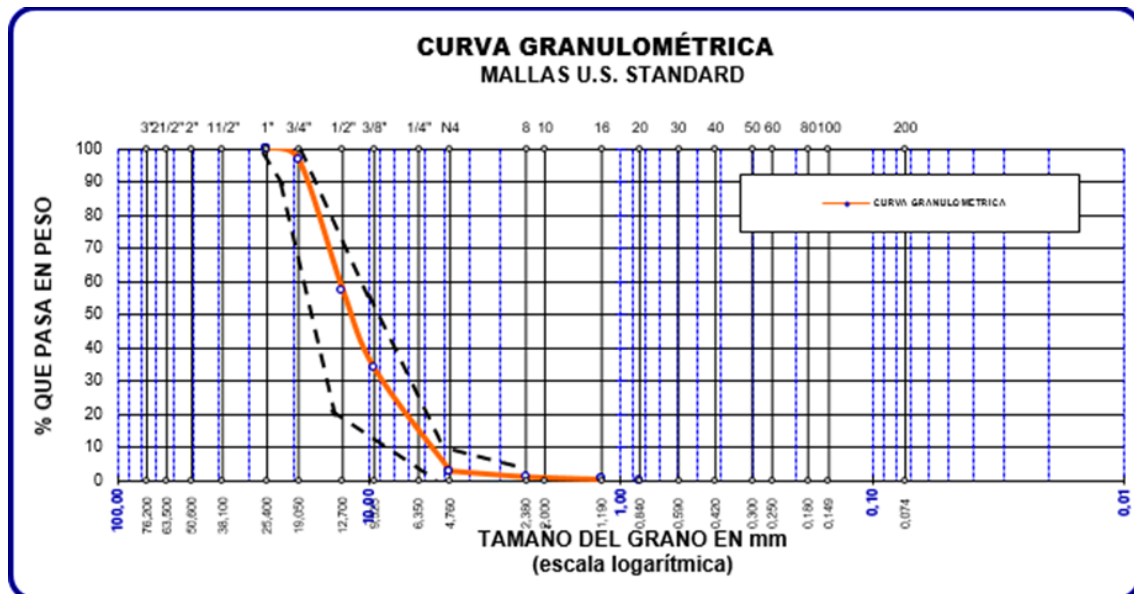


Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50

Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado 100%.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							ASTM C - 136	
TESIS		: PRODUCCIÓN DE AGREGADO RECICLADO PARA MITIGAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE TACNA, AÑO 2017						
ELABORADO POR :		ING. ESTEBAN BONIFACIO MACHACA MAMANI						
UBICACIÓN		: CIUDAD UNIVERSITARIA AV. MIRAFLORES CON AV. CUZCO S/N - UNJBG						
MUESTRA		: RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS Y CONCRETO 100 %						
FECHA		: 2017-11-20						
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 67	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76,200						Muestra : Agregado Grueso Reciclado 100% Cantera: RCDs LMRC Humedad Nat. = 1,370% Peso específico sss. 2,431 g/cm ³ Peso Unitario Suelto seco 1,369 g/cm ³ Peso Unitario varillado seco 1,497 g/cm ³ Porcentaje de Absorción 4,354% Peso de la Muestra: 5300,10 g Tamaño Máximo 1" TAMANO MAXIMO N. 3/4" La muestra consiste de grava reciclada zarandeada de perfil sub angular.	
2 1/2"	63,500							
2"	50,600							
1 1/2"	38,100							
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100,00	100		
3/4"	19,050	177,50	3,35	3,35	96,65	90		
1/2"	12,700	2094,90	39,53	42,87	57,13	20		
3/8"	9,525	1249,40	23,57	66,45	33,55	55		
1/4"	6,350							
No4	4,760	1635,40	30,86	97,30	2,70	0		
No8	2,380	93,00	1,75	99,06	0,94	0		
No10	2,000							
No16	1,190	40,90	0,77	99,83	0,17			
No20	0,840	9,00	0,17	100,00	0,00			
No30	0,590							
No40	0,420							
No 50	0,300							
No60	0,250							
No80	0,180							
No100	0,149							
No200	0,074							
TOTAL		5300,10						



Fuente: Elaboración propia.



Figura 39. Granulometría del agregado grueso reciclado.

Fuente: Elaboración propia.

5.10.4 Peso específico y absorción

Procedimientos de ensayo peso específico y absorción del agregado fino

- Saturar una muestra mayor de 500 gramos, durante 24 horas.
- Dejarlo secar en una cocina eléctrica, para evaporar el agua superficial.
- Coger 500 gramos de muestra saturada superficialmente seca (método del cono).
- Introducir arena superficialmente seca dentro del cono, y con el pisón se da 25 golpes luego del cual se procede a sacar el cono verticalmente.
- Si se observa que el cono de arena mantiene su altura inicial pero hubo caída de arena en los bordes, entonces contiene la humedad adecuada para el ensayo.
- Pesar la fiola vacía.
- Pesamos 500 g de MSSS. Introducimos en la fiola, 500 g del agregado fino (MSSS)
- Llenar un poco de agua hasta la marca y procedemos a rotar la fiola + arena + agua durante 15 minutos aproximadamente. Con la finalidad de eliminar las burbujas de aire atrapado.
- Dejar reposar por 15 a 20 minutos para ver la marca de la fiola, y se completa la capacidad del matraz con agua hasta la marca de aforo (500 ml).
- Determinar el peso de matraz + agua + arena.
- Vaciar en una tara y llevar al horno 24 horas.
- Dejar enfriar a temperatura ambiente durante 1 hora y pesar.



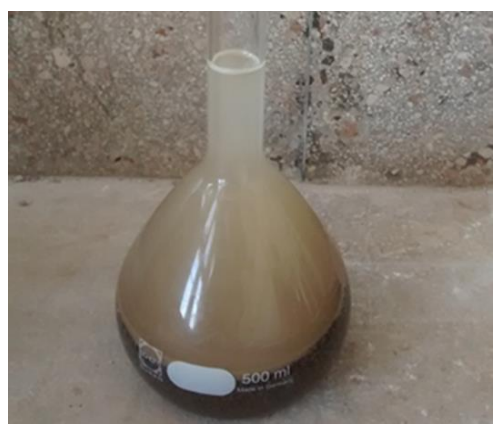
a) Cuarteo de la arena.



b) Evaporar el agua superficial



c) Cono de arena



d) En la fiola 500,0 g del agregado fino

Figura 40. Peso específico de agregado fino natural.

Fuente: Elaboración propia.

Cálculos y resultados

Tabla 51

Peso específico y absorción del agregado fino

ENSAYO: PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO		
I DATOS		
	DESCRIPCIÓN	PESO (g)
1	PESO SECO DE LA MUESTRA SUPERFICIALMENTE SECA	500,000
2	PESO DE LA ARENA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO MATRAZ + PESO AGUA+PESO TAPITA	972,100
3	PESO DEL MATRÁZ	164,000
4	PESO DEL AGUA (W) 2-(1+3)	308,100
5	PESO SECO DE LA ARENA SECA AL HORNO (A)	491,300
6	VOLUMEN DEL MATRAZ (V)	500,000
II RESULTADOS		
1	GRAVEDAD ESPECÍFICA (BULK - SATURADA) - DISEÑO DE CONCRETO P.E.M.S.S.S.=500/(V-W) 500/(6-4)	2,606
2	ABSORCIÓN (500-A)*100/A (500-5)*100/5	1,771

Fuente: Elaboración propia.

Ensayos para peso específico y absorción del agregado grueso reciclado

1. Objetivos

Este ensayo cubre la determinación del peso específico y la absorción (NTP 400.021 – NTP 400.022)

2. Preparación de la muestra

Seleccionar por cuarteo, mínimo 3 kg del agregado grueso para TMN $\frac{3}{4}$ " a ensayar y eliminar el material que pasa la malla N°4.

El mínimo peso de muestra a ensayar para el agregado grueso se observa en la Tabla 52.

Tabla 52

Mínimo peso de muestra a ensayar.

Tamaño máximo nominal		Mínimo peso de muestra a ensayar
mm	(Pulg.)	Kg
12,5	$\frac{1}{2}$ "	2
19,0	$\frac{3}{4}$ "	3
25,0	1"	4
37,0	1 $\frac{1}{2}$ "	5
50,0	2"	8
63,0	2 $\frac{1}{2}$ "	12
75,0	3"	18
90,0	3 $\frac{1}{2}$ "	25
101,6	4"	40

Fuente: Tomado de: Norma ASTM C 127.

3. Procedimiento:

- La muestra se lavará inicialmente con agua hasta que se elimine completamente el polvo u otras sustancias extrañas adheridas a la superficie de las partículas; después seca en un horno a 110 °C y enfriado al aire a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas. Después de fría, es pesado, repitiendo el secado hasta alcanzar el peso constante, y es sumergido en agua, también a temperatura ambiente, por 24 horas.
- Retirar la muestra de agua y secar las partículas con una toalla hasta que la película de agua haya desaparecido de la superficie.
- Se deberá evitar la evaporación durante esta operación. Si el tamaño lo permite las partículas mayores se secarán una por una.
- Se determina el peso de la muestra en el estado de saturada con superficie seca (S.S.S.) (Figura 41 a).
- Se coloca la muestra en el interior de la canastilla metálica y se determina su peso sumergida en el agua, a la temperatura entre 21° y 25 °C.
- Se seca entonces la muestra en horno a 110 °C, se enfría al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y se determina su peso seco hasta peso constante.

4. Cálculos:

Donde:

A = Peso en el aire de la muestra seca en gramos.

B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficialmente seca, en gramos.

C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada, en gramos.

Peso específico (S.S.S.):

$$G_{SS} = \frac{B}{B - C} \quad [14]$$

Nota: S.S.S. saturado con superficie seca.

Porcentaje de absorción:

$$\%Abs = \frac{B - A}{A} \times 100 \quad [15]$$

Tabla 53*Peso específico y absorción del agregado grueso reciclado.*

ENSAYO: PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO				
I DATOS				
PORCENTAJE DE AGREGADO GRUESO RECICLADO		20%	50%	100%
DESCRIPCIÓN		PESOS (g)	PESOS (g)	PESOS (g)
1	Peso de la muestra secada al horno (A)	3 154,7	3 022,3	3 187,4
2	Peso de la muestra saturada con superficie seca (B)	3 200,5	3 101,5	3 326,2
3	Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	2 831,1	2 662,3	2 805,1
4	Peso de la canastilla	847,0	847,0	847,0
5	Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)	1 984,1	1 815,3	3 187,4
II RESULTADOS				
1	PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO [P.E.M.S.S.S. = $B / (B - C)$]	2,631	2,411	2,431
2	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN $(B - A) / A * 100$	1,452	2,621	4,354

Fuente: Elaboración propia.



Figura 41. Peso específico y porcentaje de absorción agregado grueso reciclado.

Fuente: Elaboración propia.

Resumen de peso específico y absorción de agregados natural y reciclado (Tabla 54).

Tabla 54

Peso específico y absorción de agregados natural y reciclado.

DESCRIPCIÓN	PESO ESPECÍFICO DE AGREGADOS (g/cm ³)	ABSORCIÓN (%)
Agregado fino natural	2,606	1,770
Agregado grueso convencional	2,680	0,780
Agregado grueso reciclado 20%	2,631	1,452
Agregado grueso reciclado 50%	2,411	2,621
Agregado grueso reciclado 100%	2,431	4,354

Fuente: Elaboración propia. Elaborado en base a las Tablas 51 y Tabla 53.

5.10.5 Peso unitario suelto y compactado de agregados

La capacidad de medida de muestra de ensayo para el agregado grueso se observa en la Tabla 55.

Tabla 55

Capacidad de la medida.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO		CAPACIDAD DE LA MEDIDA ^A	
mm	Pulgadas	L (m ³)	(ft ³)
12,5	½	2,8 (0,0028)	1/10
25,0	1	9,3 (0,0093)	1/3
37,5	1 ½	12,0 (0,014)	1/2
75,0	3	28,0 (0,028)	1
112,0	4 ½	70,0 (0,070)	2 ½
150,0	6	100,0 (0,100)	3 ½

^A La medida indicada será utilizada para ensayar agregados con Tamaño Máximo Nominal igual o menor.

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.017.

a) Procedimiento de ensayo peso unitario suelto del agregado fino

- La arena se seca al sol y se cuartea.
- Se pesa el recipiente vacío.
- Empleando el cucharón se toma material y se deja caer dentro del recipiente desde una altura de 5 cms, hasta que se llene, evitando que el material se reacomode por movimientos indebidos; después se procede a enrasar utilizando la regla de 30 cms.
- Se pesa el recipiente conteniendo el material y se registra su peso con aproximación de 5 grs.
- Se calcula el peso volumétrico del material seco y suelto *P.U.S.*, con la siguiente fórmula:

$$P.U.S. = \frac{Wm}{Vr}$$

Donde:

P.U.S. = Peso unitario suelto.

Wm = Peso del material en kg.

Wm = (Peso del recipiente + material) – (Peso del recipiente)

Vr = Volumen del recipiente en m³

Tabla 56*Peso unitario suelto del agregado fino.*

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO	
I DATOS	PESOS (g)
1 PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASIJA	28 900,000
2 PESO DE LA VASIJA	5 850,000
3 PESO DE LA MUESTRA SUELTA	23 050,000
4 VOLUMEN DEL RECIPIENTE	13 965,260
II RESULTADOS	g/cm ³
5 PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	1,651

Fuente: Elaboración propia.

Para el peso unitario compactado (P.U.C.), del agregado fino (Tabla 57) debe colocarse en el recipiente, en tres capas de igual volumen aproximadamente hasta enrasar. Cada una de las capas de agregado se apisona con 25 golpes de varilla distribuidos uniformemente en cada capa (NTP 400.017). El cálculo es similar al del (P.U.S.).

Tabla 57*Peso unitario compactado agregado fino.*

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO	
I DATOS	PESOS (g)
1 PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASIJA	31 100,000
2 PESO DE LA VASIJA	5 850,000
3 PESO DE LA MUESTRA SUELTA	25 250,000
4 VOLUMEN DEL RECIPIENTE	13 965,260
II RESULTADOS	g/cm ³
1 PESO UNITARIO SUELTO (P.U.C.)	1,808

Fuente: Elaboración propia.



Figura 42. Peso de la muestra suelta más vasija para Peso unitario compactado agregado fino.

Fuente: Elaboración propia.

Procedimiento de ensayo peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

Para los Pesos volumétricos secos: suelto (Tabla 58) y compactado (Tabla 59) del agregado grueso, estas pruebas se realizan en forma similar a las correspondientes en agregados finos.

Tabla 58

Peso unitario suelto (P.U.S.) del agregado grueso reciclado.

PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.) DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO				
I DATOS				
PORCENTAJE DE AGREGADO GRUESO RECICLADO		20%	50%	100%
DESCRIPCIÓN		PESOS (g)	PESOS (g)	PESOS (g)
1	PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASIJA	13 794,500	13 616,00	13 676,700
2	PESO DE LA VASIJA	6 726,200	6 726,200	6 726,700
3	PESO DE LA MUESTRA SUELTA	7 068,300	6 889,800	6 950,000
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE cm ³	5 063,850	5 063,850	5 078,490
II RESULTADOS		g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³
1	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	1,396	1,361	1,369

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59*Peso unitario compactado (P.U.C.) agregado grueso reciclado.*

PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.) AGREGADO GRUESO RECICLADO				
I DATOS				
PORCENTAJE DE AGREGADO GRUESO RECICLADO		20%	50%	100%
DESCRIPCIÓN		PESOS (g)	PESOS (g)	PESOS (g)
1	PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASIJA	14 625,700	14 274,900	14 326,700
2	PESO DE LA VASIJA	6 726,700	6 726,700	6 726,700
3	PESO DE LA MUESTRA SUELTA	7 898,200	7 548,200	7 600,000
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE cm ³	5 063,850	5 063,850	5 078,490
II RESULTADOS		g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³
1	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.C.)	1,560	1,491	1,497

Fuente: Elaboración propia.

Resumen de Peso Unitario Suelto y Compactado de agregados natural y reciclado (Tabla 60).

Tabla 60

Peso Unitario Suelto y Compactado de agregados (g/cm³).

AGREGADO	PESO UNITARIO (g/cm ³)	
	SUELTO	COMPACTADO
Agregado fino natural	1,651	1,808
Agregado grueso convencional	1,439	1,604
Agregado grueso reciclado 20%	1,396	1,560
Agregado grueso reciclado 50%	1,361	1,491
Agregado grueso reciclado 100%	1,369	1,497

Fuente: Elaboración propia. Elaborado en base a las Tablas 56, 57, 58 y 59.

5.10.6 Humedad de agregado fino y grueso.

El contenido de humedad, se realizó de acuerdo a la NTP 339.185. En los agregados existen poros, los cuales se encuentran en la intemperie y pueden estar llenos con agua, estos poseen un grado de humedad, con él podríamos saber si nos aporta agua a la mezcla (Mamani, 2015).

La humedad de los agregados fue determinada colocando una muestra de agregado en el horno por 24 horas, trascurrido el tiempo la muestra es pesada hasta obtener peso constante. Los valores de las humedades de los diferentes agregados se realizaron antes de la preparación de cada diseño de mezcla para luego realizar las correcciones correspondientes, estos resultados se encuentran en los de diseños de mezclas en las Tablas 65, 66 y 67 de este trabajo de investigación.

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{\text{Peso de la muestra húmeda} - \text{Peso de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100 \quad [16]$$

Tabla 61

Contenido de humedad total del agregado fino.

CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DEL AGREGADO FINO (ASTM C566-97)		
I DATOS		
	DESCRIPCIÓN	PESOS (g)
1	PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	500,10
2	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	496,40
3	CONTENIDO DE AGUA (g)	3,70
II RESULTADOS		
1	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0,75

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 62*Contenido de humedad total del agregado grueso reciclado (ASTM C566-97)*

CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C566-97)				
I DATOS				
PORCENTAJE DE AGREGADO GRUESO RECICLADO		20%	50%	100%
DESCRIPCIÓN		PESOS (g)	PESOS (g)	PESOS (g)
1	PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	1 100,60	1 000,00	920,40
2	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	1 094,40	991,30	908,00
3	CONTENIDO DE AGUA (g)	6,20	8,70	12,40
II RESULTADOS		(%)	(%)	(%)
1	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0,57	0,88	1,37

Fuente: Elaboración propia.



Figura 43. Peso de la muestra secada al horno agregado grueso reciclado 50%.

Fuente: Elaboración propia.

Resumen de humedad de agregados natural y reciclado (Tabla 63).

Tabla 63

Resumen contenido de humedad de agregados

	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
Agregado fino natural	0,75
Agregado grueso convencional	0,32
Agregado Grueso reciclado 20%	0,57
Agregado Grueso reciclado 50%	0,88
Agregado Grueso reciclado 100%	1,37

Fuente: Elaboración propia. Elaborado en base a las Tablas 61 y 62.

5.10.7 Diseño de mezclas con agregados reciclados

Antes de realizar los ensayos de laboratorio para determinar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, es necesario establecer el número de diseños que se realizarán está relacionado con el procedimiento general para el diseño de experimentos desarrollado.

Para el desarrollo de esta investigación se realizaron 03 diseños con los datos de las tablas 65, 66 y 67. Durante y después del vaciado de cada diseño de mezcla se llevaron a cabo los ensayos de laboratorio correspondientes al concreto en estado fresco y endurecido.

Por cada diseño se vaciaron 09 probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. En la Tabla 65, se muestra un diseño de concreto para la combinación de 20% de agregado grueso reciclado y 80% agregado grueso convencional.



Figura 44. Dosificación diseño de mezcla; agua, cemento, agregados fino, grueso reciclado y aditivo.

Fuente: Elaboración propia.

En la dosificación se utilizó aditivo plastificante Chema Plast en la proporción de 250 cm³ (una taza) por bolsa de cemento de 42,5 kg. El aditivo plastificante fue utilizado para obtener mezclas de concreto con mayor trabajabilidad, mayor resistencia y aumento de durabilidad del concreto, recomendados si se utiliza agregado reciclado.



Figura 45. Diseño de mezcla; mezclador, asentamiento, moldeado y curado de briquetas.

Fuente: Elaboración propia

El ensayo llamado asentamiento, también conocido como cono de Abrams, revenimiento, slump del concreto, para todos los diseños se fijó en 4". En los ensayos de concreto fresco se obtuvieron asentamiento entre 8 a 10 cm, es decir una consistencia fluida (Tabla 64).

Tabla 64

Registro de asentamiento de la mezcla (cm).

Mezcla	Asentamiento (cm)
R-20: 20 % agregado reciclado y 80% agregado natural.	10,0
R-50: 50 % agregado reciclado y 50% agregado natural.	9,5
R-100: 100% agregado reciclado.	8,0

Fuente: Elaboración propia.

Fórmulas utilizadas para el Diseño de mezcla:

$$\text{Contenido de cemento } \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right) = \frac{\text{contenido de agua de mezclado } \left(\frac{\text{L}}{\text{m}^3}\right)}{\text{Relacion } a/c} \quad [17]$$

$$\text{Vol. agregado fino} = 1 - (\text{Vol. agua} + \text{Vol. cemento} + \text{Vol. grava} + \text{Vol. aire}) \quad [18]$$

$$\text{Agregado grueso} \left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad} = \%W_g \\ \text{Absorción} = \%a_g \end{array} \right.$$

$$\text{Agregado fino} \left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad} = \%W_f \\ \text{Absorción} = \%a_f \end{array} \right.$$

Pesos de agregados húmedos

$$\text{Peso A. grueso humedo} = (\text{peso A. grueso seco}) \times \left(1 + \frac{\%W_g}{100}\right) \quad [19]$$

$$\text{Peso A. fino humedo} = (\text{peso A. fino seco}) \times \left(1 + \frac{\%W_f}{100}\right) \quad [20]$$

Agua efectiva

$$\text{Agua en agregado grueso} = (\text{peso A. grueso seco}) \times \left(\frac{\%W_g - \%a_g}{100}\right) = X \quad [21]$$

$$\text{Agua en agregado fino} = (\text{peso A. fino seco}) \times \left(\frac{\%W_f + \%a_f}{100}\right) = Y \quad [22]$$

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua de diseño} - (X + Y) \quad [23]$$

Calculo de proporciones en peso

Cemento:	Agregado fino	Agregado grueso	/	Agua	
$\frac{P. cemento}{Peso cemento}$	$\frac{P. A. F. Humedo}{Peso cemento}$	$\frac{P. A. G. Humedo}{Peso cemento}$		$\frac{P. Agua efectiva}{Peso cemento}$	[24]

Cálculo de proporciones en volumen

Cemento:	Agregado fino	Agregado grueso	/	Agua	
$\frac{Vol. cemento}{Vol. cemento}$	$\frac{V. A. F. Humedo}{Vol. cemento}$	$\frac{V. A. G. Humedo}{Vol. cemento}$		$\frac{V. Agua efectiva}{Vol. cemento}$	[25]

En la Tabla 65, se muestra un diseño de concreto para la combinación de 20% de agregado grueso reciclado y 80% agregado grueso convencional.

Tabla 65*Diseño de mezclas R-20, 20% agregado grueso reciclado por el método ACI.*

DATOS DE LABORATORIO			
PESOS ESPECÍFICOS		kg/m ³	
CEMENTO YURA IP	2 820,00		Especific.
AGUA	1 000,00		
AGREGADO FINO	2 606,00		Tabla 51
AGREGADO GRUESO	2 631,00		Tabla 53
ADITIVO PLASTIFICANTE	4,10 - 4,30		(Kg/gal)
PESO UNITARIO COMPACTADO		kg/m ³	
AGREGADO FINO	1 808,00		Tabla 57
AGREGADO GRUESO	1 560,00		Tabla 59
CONTENIDO DE HUMEDAD			
AGREGADO FINO	0,75	%	Tabla 61
AGREGADO GRUESO	0,57	%	Tabla 62
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
AGREGADO FINO	1,77	%	Tabla 52
AGREGADO GRUESO	1,45	%	Tabla 54
MÓDULO DE FINEZA A.F.	2,50		Tabla 47
1	INTRODUCIR RESISTENCIA		
	F'c	210	kg/cm ²
	Si no se tiene datos agrupados		
	F'c<210	F'cr=F'c+70	
	210<F'c<350	F'cr=F'c+84	
	F'c>350	F'cr=F'c+98	
	F'cr	294	kg/cm ² Tabla 83
2	TMN	3/4	In Tabla 48
3	ASENTAMIENTO	4	In Tabla 84
4	AGUA	205	L Tabla 85
5	AIRE	0,02	2,0 % Tabla 88
6	RELACIÓN AGUA CEMENTO	0,55	razón Tabla 86
7	CEMENTO	367,12	Kg [17]
8	SELECCIÓN DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO		
	b/bo	0,65	Tabla 87
	Pag	1 013,48	Kg/m ³ TMN AG x Valor Tabla 87
9	CÁLCULO DE LA SUMA DE VOLÚMENES		
	CEMENTO	0,1302	m ³
	AGUA	0,2050	m ³
	AGREGADO GRUESO	0,3852	m ³
	AIRE	0,0200	m ³
	TOTAL	0,7404	m ³

10	CÁLCULO DEL PESO DEL AGREGADO FINO				
	Vaf	0,2596	m ³	[18]	
	Paf	676,5393	Kg/m ³		
11	TOTAL DE PESOS SECOS				Balance
	Paf	676,5393			
	Pag	1 013,4800			2 262,14
12	CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN				
	Pafh	669,6386		[19]	
	Pagh	1 004,5613		[20]	
13	RESUMEN (PROPORCIÓN REAL EN PESO)				
	CEMENTO	367,12	kg	[17]	
	AGUA	220,82	L	[23]	
	AGREGADO FINO	669,64	kg	[22]	
	AGREGADO GRUESO	1 004,56	kg	[21]	2 262,14
14	PRESENTACIÓN EN PESO				
	CEMENTO	42,50	kg	[24]	
	AGUA	25,56	L	[24]	
	AGREGADO FINO	77,52	kg	[24]	
	AGREGADO GRUESO	116,29	kg	[24]	
15	PRESENTACIÓN EN VOLUMEN				
	CEMENTO	1,00	ft ³	[25]	
	AGUA	25,56	L.	[25]	
	AGREGADO FINO	1,50	ft ³	[25]	
	AGREGADO GRUESO	2,62	ft ³	[25]	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 66, se muestra un diseño de concreto para la combinación de 50% de agregado grueso reciclado y 50% agregado grueso convencional.

Tabla 66*Diseño de mezclas R-50, 50% agregado grueso reciclado por el método ACI.*

DATOS DE LABORATORIO			
PESOS ESPECÍFICOS		kg/m ³	
CEMENTO YURA IP	2 820,00		Especific.
AGUA	1 000,00		
A.F.	2 606,00		Tabla 51
A.G.	2 411,00		Tabla 53
ADITIVO PLASTIFICANTE	4,10 - 4,30		(Kg/gal)
PESO UNITARIO COMPACTADO		kg/m ³	
AGREGADO FINO	1 808,00		Tabla 57
AGREGADO GRUESO	1 491,00		Tabla 59
CONTENIDO DE HUMEDAD			
AF	0,75	%	Tabla 61
AG	0,88	%	Tabla 62
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
AF	1,77	%	Tabla 51
AG	2,62	%	Tabla 52
MÓDULO DE FINEZA A.F.	2,50		Tabla 47
1	INTRODUCIR RESISTENCIA		
	F'c	210	kg/cm ²
	Si no se tiene datos agrupados		
	F'c<210	F'cr=F'c+70	
	210<F'c<350	F'cr=F'c+84	
	F'c>350	F'cr=F'c+98	
	F'cr	294	kg/cm ² Tabla 83
2	TMN	3/4	in Tabla 49
3	ASENTAMIENTO	4	in Tabla 84
4	AGUA	205	L Tabla 85
5	AIRE	0,02	2,0 % Tabla 88
6	RELACIÓN AGUA CEMENTO	0,55	razón Tabla 86
7	CEMENTO	367,12	kg. [17]
8	SELECCIÓN DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO		
	b/bo	0,65	Tabla 87
	Pag	969,15	Kg/m ³ TMN AG x Valor Tabla 87
9	CÁLCULO DE LA SUMA DE VOLÚMENES		
	CEMENTO	0,1302	m ³
	AGUA	0,2050	m ³
	AGREGADO GRUESO	0,4020	m ³
	AIRE	0,0200	m ³
	TOTAL	0,7572	m ³

10	CÁLCULO DEL PESO DEL AGREGADO FINO			
	Vaf	0,2428	m ³	[18]
	Paf	632,85	kg	
11	TOTAL DE PESOS SECOS			Balance
	Paf	632,85	kg	
	Pag	969,15	kg	2 174,13
12	CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN			
	Pafh	626,39	kg	[19]
	Pagh	952,27	kg	[20]
13	RESUMEN			
	CEMENTO	367,12	kg	[17]
	AGUA	228,33	L	[23]
	AGREGADO FINO	626,40	kg	[22]
	AGREGADO GRUESO	952,28	kg	[21] 2 174,13
14	PRESENTACIÓN EN PESO			
	CEMENTO	42,50	kg	[24]
	AGUA	26,43	L	[24]
	AGREGADO FINO	72,52	kg	[24]
	AGREGADO GRUESO	110,24	kg	[24]
15	PRESENTACIÓN EN VOLUMEN			
	CEMENTO	1,00	ft ³	[25]
	AGUA	26,43	L	[25]
	AGREGADO FINO	1,41	ft ³	[25]
	AGREGADO GRUESO	2,59	ft ³	[25]

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 67, se muestra un diseño de concreto para 100% de agregado grueso reciclado.

Tabla 67*Diseño de mezclas R-100, 100% agregado grueso reciclado por el método ACI.*

DATOS DE LABORATORIO			
PESOS ESPECÍFICOS	kg/m ³		
CEMENTO YURA IP	2 820,00		Especific.
AGUA	1 000,00		
A.F.	2 606,00		Tabla 51
A.G.	2 431,00		Tabla 53
ADITIVO PLASTIFICANTE	4,10 - 4,30	Densidad	(Kg/gal)
PESO UNITARIO COMPACTADO	kg/m ³		
AGREGADO FINO	1 808,00		Tabla 57
AGREGADO GRUESO	1 496,51		Tabla 59
CONTENIDO DE HUMEDAD			
AF	0,75 %		Tabla 61
AG	1,37 %		Tabla 62
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN			
AF	1,77 %		Tabla 51
AG	4,35 %		Tabla 53
MÓDULO DE FINEZA A.F.	2,5		Tabla 47
1 INTRODUCIR RESISTENCIA			
F'c	210	kg/cm ²	
Si no se tiene datos agrupados			
F'c<210	F'cr=F'c+70		
210<F'c<350	F'cr=F'c+84		
F'c>350	F'cr=F'c+98		
F'cr	294	kg/cm ²	Tabla 83
2 TMN	3/4	in	Tabla 50
3 ASENTAMIENTO	4	in	Tabla 84
4 AGUA	205	L	Tabla 85
5 AIRE	0,02	2,0 %	Tabla 88
6 RELACIÓN AGUA CEMENTO	0,55	razón	Tabla 86
7 CEMENTO	367,12	kg.	[17]
8 SELECCIÓN DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO			
b/bo	0,65		Tabla 87
Pag	972,73	Kg/m ³	TMN AG x Valor Tabla 87
9 CÁLCULO DE VOLUMENES DE LA SUMA DE VOLÚMENES			
CEMENTO	0,1302	m ³	
AGUA	0,2050	m ³	
AGREGADO GRUESO	0,4001	m ³	
AIRE	0,0200	m ³	
TOTAL	0,7553	m ³	

10	CÁLCULO DEL PESO DEL AGREGADO FINO			
	Vaf	0,2447 m ³	[18]	
	Paf	637,63 kg		
11	TOTAL DE PESOS SECOS			Balance
	Paf	637,63 kg		
	Pag	972,73 kg		2 182,49
12	CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN			
	Pafh	631,12 kg	[19]	
	Pagh	943,74 kg	[20]	
13	RESUMEN			
	CEMENTO	367,12 kg	[17]	
	AGUA	240,49 L	[23]	
	AGREGADO FINO	631,13 kg	[22]	
	AGREGADO GRUESO	943,74 kg	[21]	2 182,49
14	PRESENTACIÓN EN PESO			
	CEMENTO	42,50 kg	[24]	
	AGUA	27,84 L	[24]	
	AGREGADO FINO	73,06 kg	[24]	
	AGREGADO GRUESO	109,25 kg	[24]	
15	PRESENTACIÓN EN VOLUMEN			
	CEMENTO	1,00 ft ³	[25]	
	AGUA	27,84 L	[25]	
	AGREGADO FINO	1,42 ft ³	[25]	
	AGREGADO GRUESO	2,54 ft ³	[25]	

Fuente: Elaboración propia

5.10.8 Resistencia a compresión

Esta prueba se realiza en muestras de concreto cilíndricas de acuerdo con las normas ASTM C 39 o NTP 339.034.

$$f'c = P/A \quad [26]$$

- $f'c$: resistencia a la compresión del concreto.
P: máxima carga aplicada indicada por la máquina, en Kg/cm²
A: área de la superficie donde se aplica la carga, en cm²

En total se ensayaron 27 probetas cilíndricas con TMN 3/4", distribuyéndose en 3 tipos de diseño, siendo 09 probetas por cada tipo (Tabla 38).

5.10.8.1 Diseño R-20, 20% agregado grueso reciclado.

En la Tabla 68, se observa que para un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregado grueso 20 % reciclado, de TMN 3/4" el porcentaje de resistencia a los 7 días es del 81,67 %; a los 14 días es del 99,42 %; finalmente a los 28 días es del 111,43 %.

Tabla 68

Resistencia a compresión especificado: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - agregado grueso reciclado 20%.

Nº de Prob	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Area cm^2	Lectura Kg-F	Resist. kg/cm^2	% Especificado	Promedio Resist kg/cm^2	Promedio % Especificado
1	17-12-19	17-12-26	7	176,71	31 780	179,84	85,64		
2	17-12-19	17-12-26	7	176,71	29 340	166,03	79,06	171,50	81,67
3	17-12-19	17-12-26	7	176,71	29 800	168,63	80,30		
4	17-12-19	18-01-02	14	176,71	36 550	206,83	98,49		
5	17-12-19	18-01-02	14	176,71	37 140	210,17	100,08	208,77	99,42
6	17-12-19	18-01-02	14	176,71	36 990	209,32	99,68		
7	17-12-19	18-01-16	28	176,71	40 850	231,16	110,08		
8	17-12-19	18-01-16	28	176,71	41 130	232,75	110,83	233,99	111,43
9	17-12-19	18-01-16	28	176,71	42 070	238,07	113,37		

Fuente: Elaboración propia.

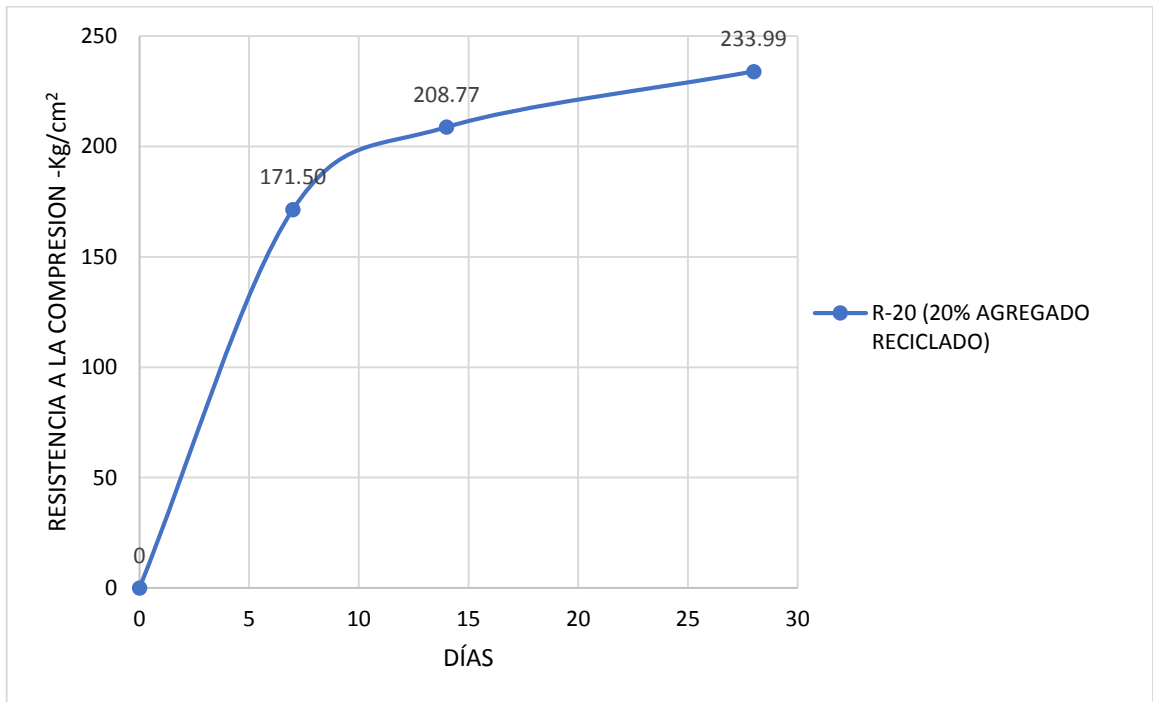


Figura 46. Gráfico resistencia a compresión de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 20% de agregado reciclado.

Fuente: Elaboración propia. Con datos de la Tabla 68.

En la Figura 46, se observa que para un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregado grueso 20 % reciclado, de TMN 3/4" el porcentaje de resistencia a los 7 días es del 171,50 kg/cm^2 ; a los 14 días es del 208,77 kg/cm^2 ; finalmente a los 28 días es del 233,99 kg/cm^2 .



Figura 47. Resistencia a compresión de diseños $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 20% de agregado reciclado.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 47, se observa que para un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregado grueso 20 % reciclado, de TMN 3/4" el porcentaje de resistencia a los 7 días es del 85,64 %; carga 31 780 Kg-F, resistencia $179,84 \text{ kg/cm}^2$.

5.10.8.2 Diseño R-50, 50% agregado grueso reciclado

En la Tabla 69, se observa que para un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregado grueso 50 % reciclado, de TMN 3/4" el porcentaje de resistencia a los 7 días es del 81,35 %; a los 14 días es del 92,60 %; finalmente a los 28 días es del 104,43 %.

Tabla 69

Resistencia a compresión especificado: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - agregado grueso reciclado 50%.

Nº de Prob	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad días	Area cm^2	Lectura Kg-F	Resist. kg/cm^2	% Especificado	Promedio Resist kg/cm^2	Promedio % Especificado
1	17-12-15	17-12-22	7	176,71	28 780	162,86	77,55		
2	17-12-15	17-12-22	7	176,71	29 470	166,77	79,41	170,84	81,35
3	17-12-15	17-12-22	7	176,71	32 320	182,89	87,09		
4	17-12-15	17-12-29	14	176,71	35 280	199,64	95,07		
5	17-12-15	17-12-29	14	176,71	34 490	195,17	92,94	194,46	92,60
6	17-12-15	17-12-29	14	176,71	33 320	188,55	89,79		
7	17-12-15	18-01-12	28	176,71	38 760	219,34	104,45		
8	17-12-15	18-01-12	28	176,71	39 480	223,41	106,39	219,30	104,43
9	17-12-15	18-01-12	28	176,71	38 020	215,15	102,45		

Fuente: Elaboración propia.

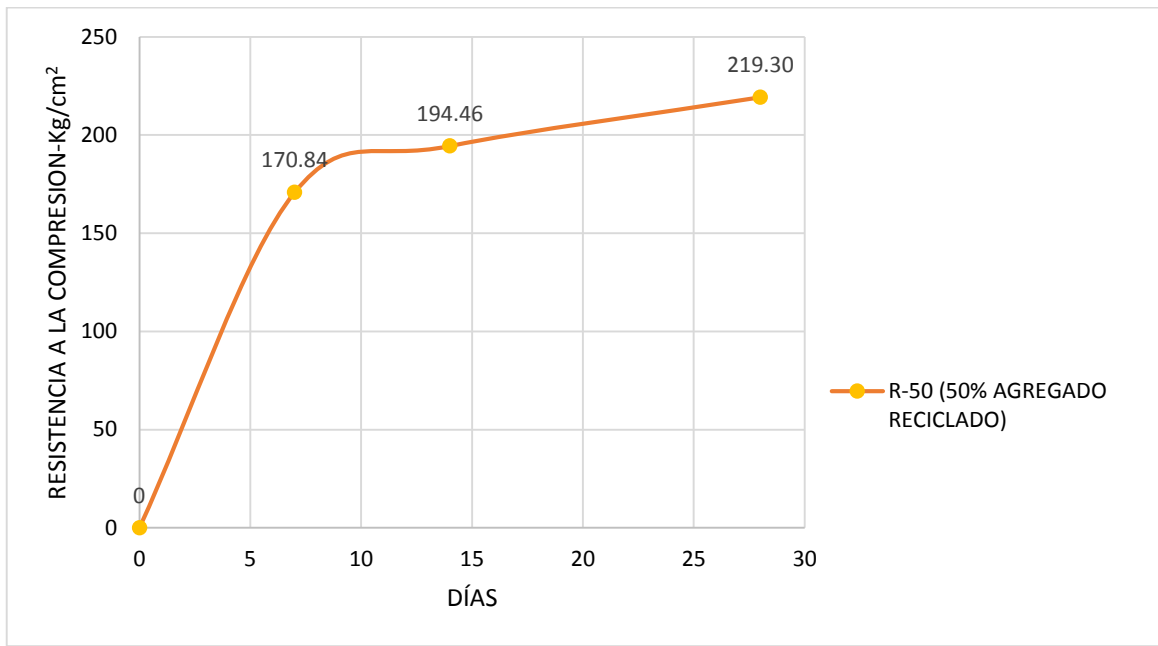


Figura 48. Gráfico resistencia a compresión de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 50% de agregado reciclado.

Fuente: Elaboración propia. Con datos de la Tabla 69

En la Figura 48, se observa que para un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregado grueso 50 % reciclado, de TMN 3/4" el porcentaje de resistencia a los 7 días es del $170,84 \text{ kg/cm}^2$; a los 14 días es del $194,46 \text{ kg/cm}^2$; finalmente a los 28 días es del $219,30 \text{ kg/cm}^2$.

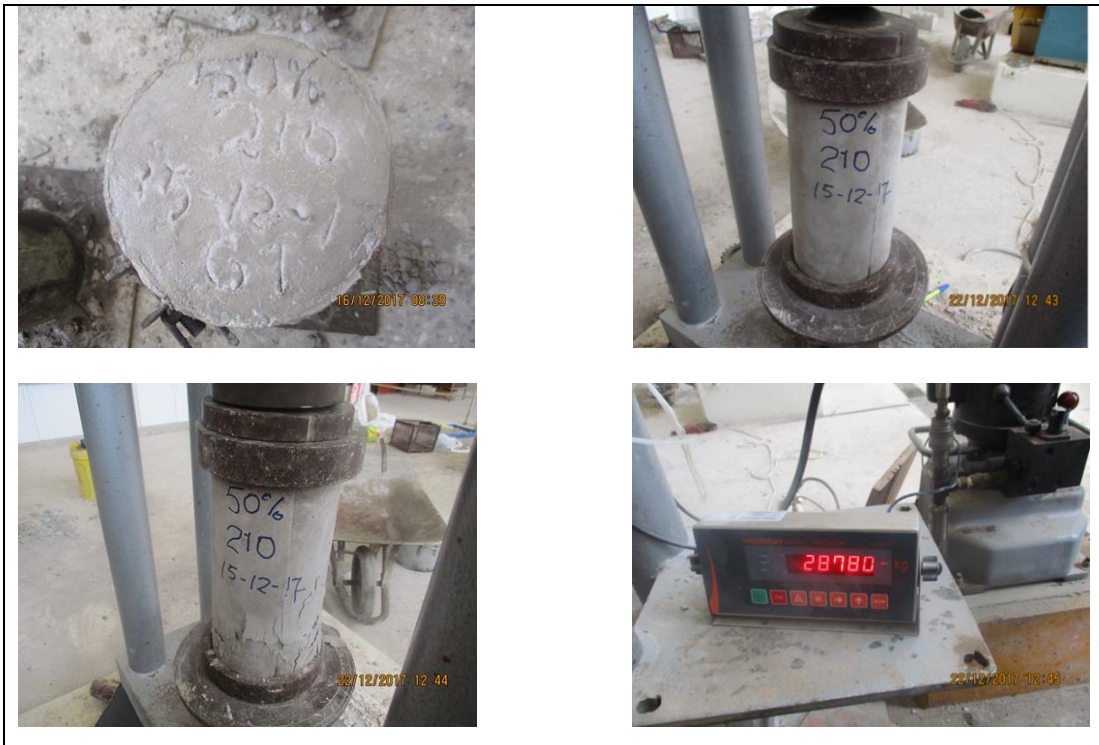


Figura 49. Resistencia a compresión de diseños $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 50% de agregado reciclado.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 49, se observa que para un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregado grueso 50 % reciclado, de TMN 3/4" el porcentaje de resistencia a los 7 días es del 77,55 %; carga 28 780 Kg-F, resistencia $162,86 \text{ kg/cm}^2$.

5.10.8.3 Diseño R-100, 100% agregado grueso reciclado

En la Tabla 70, se observa que para un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregado grueso 100 % reciclado, de TMN 3/4" el porcentaje de resistencia a los 7 días es del 63,78 %; a los 14 días es del 83,96 %; finalmente a los 28 días es del 97,27 %.

Tabla 70

Resistencia a compresión especificado: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - agregado grueso reciclado 100 %.

Nº de Prob.	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Area cm^2	Lectura Kg-F	Resist. kg/cm^2	% Especificado	Promedio Resist kg/cm^2	Promedio % Especificado
1	17-12-05	17-12-12	7	176,71	23 220	131,40	62,57		
2	17-12-05	17-12-12	7	176,71	24 470	138,47	65,94	133,94	63,78
3	17-12-05	17-12-12	7	176,71	23 320	131,96	62,84		
4	17-12-05	17-12-19	14	176,71	30 360	171,80	81,81		
5	17-12-05	17-12-19	14	176,71	31 090	175,93	83,78	176,31	83,96
6	17-12-05	17-12-19	14	176,71	32 020	181,20	86,28		
7	17-12-05	18-01-02	28	176,71	36 080	204,17	97,22		
8	17-12-05	18-01-02	28	176,71	35 980	203,61	96,95	204,27	97,27
9	17-12-05	18-01-02	28	176,71	36 230	205,02	97,63		

Fuente: Elaboración propia

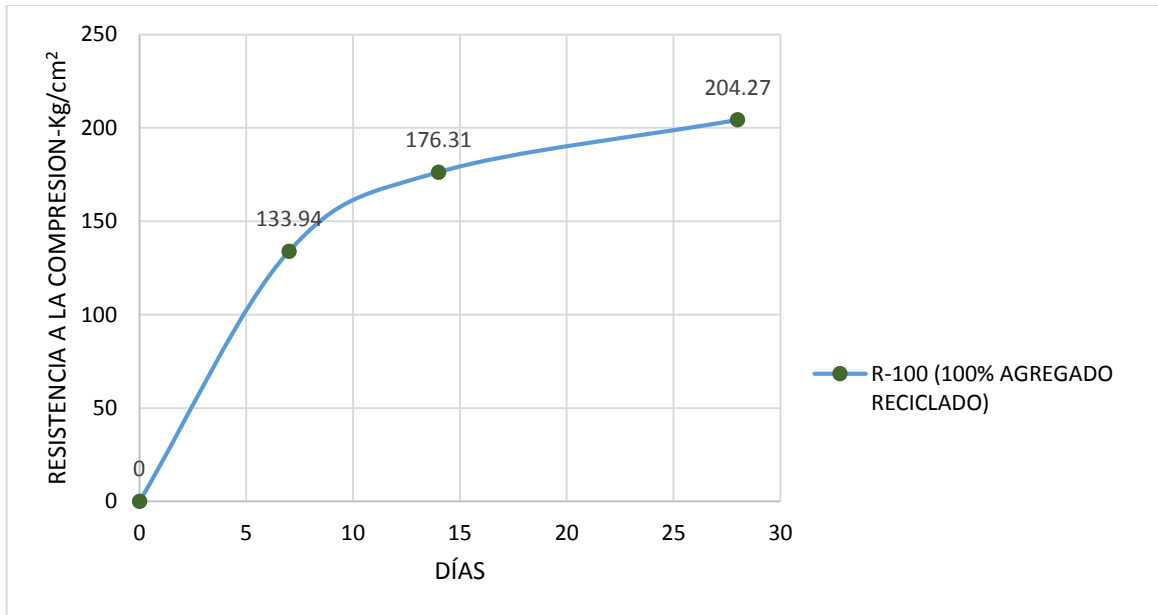


Figura 50. Gráfico resistencia a compresión de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 100% de agregado reciclado.

Fuente: Elaboración propia. Con datos de la Tabla 70.

En la Figura 50, se observa que para un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregado grueso 100 % reciclado, de TMN 3/4" el porcentaje de resistencia a los 7 días es del 133,94 kg/cm^2 ; a los 14 días es del 176,31 kg/cm^2 ; finalmente a los 28 días es del 204,27 kg/cm^2 .



Figura 51. Resistencia a compresión de diseños $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 100% de agregado reciclado.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 51, se observa que para un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregado grueso 100 % reciclado, de TMN 3/4" el porcentaje de resistencia a los 7 días es del 62,57 %; carga 23 220 Kg-F, resistencia $131,40 \text{ kg/cm}^2$.

5.11 RESUMEN DE PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

A continuación se muestra un cuadro resumen de las propiedades de los agregados naturales y reciclados, hallados en los ensayos de laboratorio realizados. En (Tabla 71) se resume de propiedades de agregados en base a las Tablas 51, 56, 57 y 61.

Tabla 71

Propiedades de agregado fino natural

PROPIEDADES	AGREGADO FINO NATURAL
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2,606
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1,770
PESO UNITARIO SUELTO (g/cm ³)	1,651
PESO UNITARIO COMPACTADO (g/cm ³)	1,808
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0,750

Fuente: Elaboración propia

Resumen de propiedades de agregados gruesos reciclados (Tabla 72) en base a las Tablas 53, 58, 59, 62, 39 y 42.

Tabla 72

Resumen de propiedades de agregados gruesos reciclados.

PROPIEDADES AGREGADOS GRUESOS	AGREGADO GRUESO CONVECIONAL	AGREGADO GRUESO RECICLADO 20%	AGREGADO GRUESO RECICLADO 50%	AGREGADO GRUESO RECICLADO 100%
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	2,680	2,631	2,411	2,431
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0,780	1,452	2,621	4,354
PESO UNITARIO SUELTO (g/cm ³)	1,439	1,396	1,361	1,369
PESO UNITARIO COMPACTADO (g/cm ³)	1,604	1,560	1,491	1,497
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0,320	0,570	0,880	1,370
CARGA PUNTUAL Is(50) (N/mm ²)	-	-	-	9,710
ABRASIÓN (%)	17,000	-	-	20,000

Fuente: Elaboración propia.

5.12 RESUMEN DE DISEÑOS DE MEZCLA

Resumen de dosificación de diseños de mezcla con agregado reciclado (Tabla 73) en base a las Tablas 65, 66 y 67.

Tabla 73

Resumen de dosificación de diseños de mezcla con agregado reciclado.

DISEÑO DE MEZCLA	AGREGADO GRUESO CONVECIONAL	AGREGADO GRUESO RECICLADO 20%	AGREGADO GRUESO RECICLADO 50%	AGREGADO GRUESO RECICLADO 100%
PRESENTACIÓN EN PESO				
CEMENTO(Kg)	42,50	42,50	42,50	42,50
AGUA (L)	25,07	25,56	26,43	27,84
AGREGADO FINO (Kg)	76,38	77,52	72,52	73,06
AGREGADO GRUESO (Kg)	120,14	116,29	110,24	109,25
PRESENTACIÓN EN VOLUMEN				
CEMENTO (ft3)	1,00	1,00	1,00	1,00
AGUA (L)	25,07	25,56	26,43	27,84
AGREGADO FINO (ft3)	1,48	1,50	1,41	1,42
AGREGADO GRUESO (ft3)	2,64	2,62	2,59	2,54

Fuente: Elaboración propia.

5.13 RESUMEN RESISTENCIA A COMPRESIÓN COMPARACIÓN DE % DE SUSTITUCIÓN 20%, 50% Y 100% A 28 DÍAS

Resumen resistencia a compresión comparación de % de sustitución 20%; 50% y 100% a 28 días (Tabla 74 y Figura 52) en base a las Tablas 68; 69 y 70.

Tabla 74

Resistencia a compresión especificado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - agregado grueso 20%; 50 % y 100% a 28 días de curado.

Nº	Sust Agr Gru %	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad días	Area cm^2	Lectura Kg-F	Resist. kg./cm^2	% Especificad	Promed Resist. kg./cm^2	Promed % Especificad
1	20	17-12-19	18-01-16	28	176,71	40 850	231,16	110,08		
2	20	17-12-19	18-01-16	28	176,71	41 130	232,75	110,83	233,99	111,43
3	20	17-12-19	18-01-16	28	176,71	42 070	238,07	113,37		
4	50	17-12-15	18-01-12	28	176,71	38 760	219,34	104,45		
5	50	17-12-15	18-01-12	28	176,71	39 480	223,41	106,39	219,30	104,43
6	50	17-12-15	18-01-12	28	176,71	38 020	215,15	102,45		
7	100	17-12-05	18-01-02	28	176,71	36 080	204,17	97,22		
8	100	17-12-05	18-01-02	28	176,71	35 980	203,61	96,95	204,27	97,27
9	100	17-12-05	18-01-02	28	176,71	36 230	205,02	97,63		

Fuente: Elaboración propia.

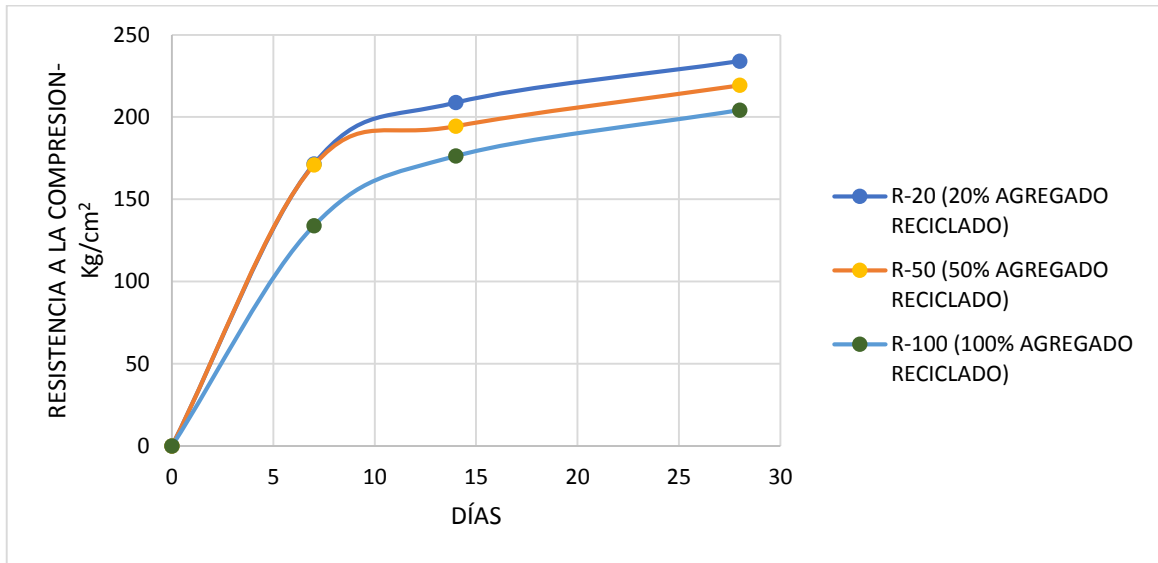


Figura 52. Gráfico resistencia a compresión de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 20%, 50% y 100% de agregado reciclado a 28 días.

Fuente: Elaboración propia, elaborado en base a la Tabla 74.

5.14 RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO RECICLADO

Tabla 75

Resistencia a compresión obtenida en laboratorio de concreto elaborado con agregados reciclados a 28 días de curado.

F'c-Esp. Kg/cm ²	Días	Nº Briq	Resistencia Kg/cm ²	% Especificado
210	28	1	231,16	110,08
		2	232,75	110,83
		3	238,07	113,37
210	28	4	219,34	104,45
		5	223,41	106,39
		6	215,15	102,45
210	28	7	204,17	97,22
		8	203,61	96,95
		9	205,02	97,63
Promedio			219,16	104,37

Fuente: Elaboración propia, elaborado en base a la Tabla 74

5.15 PRUEBA DE HIPÓTESIS

Hipótesis general

La producción de agregado reciclado es una alternativa viable para mitigar los impactos ambientales de los residuos de construcción en la ciudad de Tacna, año 2017.

A continuación contrastamos cada una de las hipótesis específicas, las que contrastaran a su vez a la hipótesis general.

Primera hipótesis

Para la prueba de la primera hipótesis específica: El nivel de impacto ambiental que producen los residuos de construcción difiere después de aplicar las estrategias de mitigación ambiental, en la ciudad de Tacna. Tomamos los datos de la *Tabla 31: Matriz de impacto ambiental; valoración cualitativa-matriz de importancia de Conesa 2009 sin estrategias para la mitigación del impacto ambiental*, y la *Tabla 36: Matriz de impacto ambiental; valoración cualitativa-matriz de importancia de Conesa 2009 con estrategias para la mitigación del impacto ambiental*, con los datos de la fila: Índice de importancia IM que valora trece Impactos ambientales, en cada una de estas tablas, con estos datos procedemos con la prueba de normalidad:

5.15.1 Prueba de normalidad

a) Planteo de hipótesis

Si $p \text{ valor} > \alpha$ Aceptamos H_0 : los datos provienen de una distribución normal

Si $p \text{ valor} < \alpha$ Aceptamos H_1 : los datos No provienen de una distribución normal

b) Aplicación de la prueba

Siendo muestra pequeña < 30 se tomará la prueba Shapiro Wilk w_c

$$W_c = \frac{b^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

El término $b = \sum_{i=1}^k a_i [X_{(n-i+1)} - X_i]$, siendo a_i = el valor de un coeficiente que se encuentra tabulado para cada tamaño de muestra y la posición i de cada observación.

Tabla 76

Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	MIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IM	1	0,272	13	0,009	0,802	13	0,007
	2	0,223	13	0,077	0,907	13	0,169

c) Decisión

Siendo que $p = 0,007$ entonces $< \alpha$, por tanto, rechazamos que los datos provienen de una distribución normal, en consecuencia, se procede aplicar la prueba estadística Rangos de Wilcoxon. Para que los datos provengan de una distribución normal ambas series de datos deben cumplir con esta condición.

Los datos no se comportan normales entonces aplicar la prueba estadística Rangos de Wilcoxon:

5.15.2 Prueba de hipótesis de investigación

a) Planteamiento de hipótesis

Ho: El nivel de impacto ambiental que producen los RCD No difieren después de aplicar las estrategias para la Mitigación del Impacto Ambiental.

H1: El nivel de impacto ambiental que producen los RCD difiere después de aplicar las estrategias para la Mitigación del Impacto Ambiental.

b) Regla de decisión

Nivel de significancia (alfa) $\alpha = 5\% = 0,05$

Si p valor $< \alpha$ se rechaza Ho

Si p valor $> \alpha$ Aceptamos Ho

c) Aplicación del estadístico Rangos de Wilcoxon $W+$

Para verificar la hipótesis, en primer lugar, se ordenan los valores absolutos $|z_1|, \dots, |z_n|$ y se les asigna su rango R_i . Entonces, el estadístico de prueba de los signos de wilcoxon, $W+$, es

$$W^+ = \sum_{z_i > 0} R_i$$

Es decir, la suma de los rangos R_i correspondientes a los valores positivos de z_i

La distribución del estadístico $W+$ puede consultarse en tablas para determinar si se acepta o no la hipótesis nula.

Tabla 77*Prueba de estadística Rangos de Wilcoxon.*

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
despues - antes	Rangos negativos	0 ^a	0,00	0,00
	Rangos positivos	13 ^b	7,00	91,00
	Empates	0 ^c		
	Total	13		

a. despues < antes

b. despues > antes

c. despues = antes

Estadísticos de prueba^a

	despues - antes
Z	-3,183 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	0,001

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos.

d) Conclusión

Conforme al reporte de SPSS $p = 0,001 < \alpha$, en consecuencia, rechazamos H_0 y aceptamos la H_1 , por tanto, queda comprobado que, el nivel de impacto ambiental que producen los RCD difiere después de aplicar las estrategias para la Mitigación del Impacto Ambiental. Por lo tanto, podemos concluir que existe en la situación actual un alto impacto ambiental que producen los RCD en el Suelo y el Paisaje Visual, en la ciudad de Tacna, comparado con los Impactos después de aplicar las estrategias para la Mitigación del Impacto Ambiental.

Segunda hipótesis

Para la prueba de la segunda hipótesis específica: Es posible aprovechar los residuos de la construcción en la producción de agregados reciclados para ser usados como concreto estructural dado que la resistencia obtenida es mayor a 210 kg/cm² en la ciudad de Tacna. Tomamos los datos de la Tabla 75: *Resistencia a compresión de concreto elaborado con agregados reciclados a 28 días de curado*, los datos de la columna (F'c-Esp. Kg/cm²) *Resistencia a compresión especificado 210 Kg/cm²*, y la columna (Resistencia Kg/cm²) *Resistencia obtenida en laboratorio*.

5.15.3 Prueba de normalidad

a) Planteo de hipótesis

Si p valor > α Aceptamos Ho: los datos provienen de una distribución normal

Si p valor < α Aceptamos Hi: los datos No provienen de una distribución normal

Nivel de significancia (alfa) $\alpha = 5\% = 0,05$

b) Aplicación de la prueba

Siendo muestra pequeña < 30 se tomará la prueba Shapiro Wilk W_c :

$$W_c = \frac{b^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

El término $b = \sum_{i=1}^k a_i [X_{(n-i+1)} - X_i]$, siendo $a_i =$ el valor de un coeficiente que se encuentra tabulado para cada tamaño de muestra y la posición i de cada observación.

Tabla 78

Pruebas de normalidad.

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR00001	0,173	10	0,200*	0,924	10	0,391

c) Decisión

Siendo que $p = 0,391$ entonces $> \alpha$, por tanto, aceptamos que los datos provienen de una distribución normal, en consecuencia, se procede aplicar la prueba estadística t de student.

5.15.4 Prueba de hipótesis de investigación

a) Planteamiento de hipótesis

Ho: μ_0 de la resistencia de compresión con agregado reciclado ≤ 210 Kg/cm²

Hi: μ_0 de la resistencia de compresión con agregado reciclado > 210 Kg/cm²

b) Regla de decisión

Si p valor $< \alpha$ se rechaza Ho

Si p valor $> \alpha$ Aceptamos Ho

Nivel de significancia (alfa) $\alpha = 5\% = 0,05$

c) Aplicación del estadístico t de student.

En esta prueba se evalúa la hipótesis nula de que la media de la población estudiada es igual a un valor especificado μ_0 , se hace uso del estadístico t :

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}},$$

Donde \bar{x} es la media muestral, s es la desviación estándar muestral y n es el tamaño de la muestra. Los grados de libertad utilizados en esta prueba se corresponden al valor $n-1$.

Tabla 79

Prueba de muestra única.

	Valor de prueba = 210					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Agregado reciclado	2,340	9	0,044	9,18400	0,3038	18,0642

d) Conclusión

Conforme al reporte de SPSS $p = 0,044 < \alpha$, en consecuencia, rechazamos H_0 y aceptamos la H_1 , por tanto, queda comprobado que la resistencia obtenida del concreto con agregado reciclado es mayor a 210 Kg/cm². Por lo tanto es posible aprovechar los residuos de la construcción en la producción de agregados reciclados logrando un nivel óptimo conforme a norma, es decir, es factible usarlo como concreto estructural en obras civiles.

Prueba del estudio prospectivo

Para el estudio prospectivo, se evaluó la minimización del impacto ambiental en el futuro, debido a que la utilización de agregado reciclado proveniente de los residuos de construcción, tienden a disminuir y, por tanto, minimizar los impactos ambientales que generan los residuos de la construcción que se encuentran depositados inadecuadamente en diferentes zonas de la ciudad de Tacna, para ello de la *Tabla 31: Matriz de impacto ambiental; Valoración cualitativa-matriz de importancia de Conesa 2009 sin estrategias para la mitigación del impacto ambiental*, y la *Tabla 36: Matriz de impacto ambiental; valoración cualitativa-matriz de importancia de Conesa 2009 con estrategias para la mitigación del impacto ambiental*, tomamos los datos de los elementos ambientales cambio de uso actual del suelo y Afectación del Paisaje Visual, con ellos elaboramos la Tabla 80 y la Tabla 81.

Tabla 80

Valoración prospectiva del Cambio de Uso Actual del Suelo, utilizando el material reciclado.

Disposición mala de los RCD	Atributos											Evaluación	
	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IM	Concepto
Cambio de Uso Actual del Suelo													
Situación actual, sin estrategias para la Mitigación del Impacto Ambiental	-1	8	2	4	2	4	2	4	4	4	4	-56	Severo
Aprovechamiento como material, con estrategias para la Mitigación del Impacto Ambiental	-1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	-19	Irrelevante

Fuente: Elaboración propia en base a la matriz de impactos ambientales: Tablas 31 y 36.

$$IM = N \times (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC) \quad [10]$$

-13 ≥ IM ≥ -25	Irrelevantes
-26 ≥ IM ≥ -50	Moderados
-51 ≥ IM ≥ -75	Severos
-76 ≥ IM ≥ -100	Críticos

Tabla 81

Valoración prospectiva de la afectación del Paisaje Visual, utilizando el material reciclado.

Disposición mala de los RCD	Atributos											Evaluación	
	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IM	Concepto
Afectación del paisaje visual													
Situación actual, sin estrategias para la Mitigación del Impacto Ambiental	-1	8	4	4	2	4	2	4	4	4	4	-60	Severo
Aprovechamiento como material, con estrategias para la Mitigación del Impacto Ambiental	-1	4	2	1	1	1	1	1	4	1	1	-27	Moderado

Fuente: Elaboración propia en base a la matriz de impactos ambientales: Tablas 31 y 36.

$$IM = N \times (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC) \quad [10]$$

-13 ≥ IM ≥ -25	Irrelevantes
-26 ≥ IM ≥ -50	Moderados
-51 ≥ IM ≥ -75	Severos
-76 ≥ IM ≥ -100	Críticos

En la tabla 80: Valoración prospectiva del Cambio de Uso Actual del Suelo, su IM pasa de Severo a Irrelevante y en la Tabla 81: Valoración prospectiva de la Afectación del Paisaje Visual, su IM pasa de Severo a Moderado. Concluyéndose que la aplicación de estrategias para mitigar el impacto ambiental, como la producción de agregado reciclado es una alternativa viable para mitigar los impactos ambientales de los residuos de construcción en la ciudad de Tacna.

Por lo tanto, contrastadas cada una de las hipótesis específicas, queda contrastada la hipótesis general.

CAPITULO VI

DISCUSIÓN

La presente investigación tiene por objeto determinar en qué medida la producción de agregado reciclado es una alternativa para mitigar los impactos ambientales de los residuos de construcción en la ciudad de Tacna; para ello se han identificado y luego evaluado los impactos ambientales, causado por la inadecuada disposición de residuos de construcción, como poco significativos (moderados), excepto el Cambio del Uso Actual del Suelo que es significativo (Severo), del mismo modo en afectación del paisaje visual que también es significativo (Severo), es decir, impactos significativos, tanto, en el medio físico y el de interés humano respectivamente. Por otro lado, para el medio biótico y socioeconómico se identificaron los impactos como no significativos, de Moderados a Irrelevantes (tabla 31).

En una investigación realizada por (Amaru & Miranda, 2017), se encontró, en cuanto al Suelo, que la mala disposición de residuo de la construcción y demolición constituyen impactos de naturaleza negativa, con intensidad media con área de influencia puntual y corto plazo de manifestación, la permanencia del efecto es fugaz, la reversibilidad es a corto plazo y no se presenta sinergia, tiene una acumulación simple. La relación causa-efecto es directa, la regularidad de manifestación es irregular. En cuanto al paisaje, sufrirá impactos de naturaleza negativa en consecuencia a la mala disposición de los RCD, con intensidad media y el área de influencia puntual, el plazo de manifestación es inmediato y su permanencia es fugaz, la reversibilidad es a corto plazo, no presenta sinergia, la acumulación es acumulativo. La relación causa-efecto es directa, la regularidad de manifestación es continua. En relación a los resultados de la presente investigación coincide con el resultado final en cuanto a los elementos del medio biótico y socioeconómico.

En otra investigación realizada a nivel local (Gálvez & Victoria, 2014), Se concluye, el 94% aprecia que la ciudad universitaria está siendo contaminada por los RSC, del cual el 66% manifiesta que el grado de contaminación es alto. El Valor Visual, que los miembros de la comunidad universitaria le dan al paisaje de la ciudad universitaria es de 1,92, Valor Nominal Bajo, y Categoría Sin Interés. En la presente investigación el Valor Numérico del Visual del Paisaje Visual de los RCD depositados en la Ciudad de Tacna-2017 en promedio es de: 0,75, Valor nominal: Bajo, Categoría: Feo y Adjetivo: Pésimo (Tabla 35).

La investigación también reporta el volumen total de RCD aprovechables dispuestos en espacios públicos en la ciudad de Tacna, de todos los puntos identificados es 85 400,12 m³, este volumen es mayor al volumen de RCD no aprovechables que es de 41 557,35 m³ (Tabla 16). El porcentaje de residuos peligrosos identificados en los puntos críticos de la ciudad de Tacna es mínimo 835,71 m³ (Tabla 13), por lo que facilita el aprovechamiento del mayor porcentaje de los mismos, En la investigación realizada a nivel local por (Gálvez & Victoria, 2014) en su trabajo titulado “Evaluación de la gestión de residuos de la construcción de la ciudad universitaria sede Los Granados, de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Tacna”, de los RCD, el 86% está compuesto por áridos; el 6,5% y 2,20% lo constituyen ladrillos y mezclas de cemento respectivamente y el 1% está compuesto por residuos de mayor valor económico (fierro, madera, plásticos, envases metálicos, papel, cartón y vidrio; ahora en relación a los resultados de la presente investigación, son similares con el resultado final encontrado en cuanto a los componentes de RCD (Tabla 15).

Los autores (Bedoya & Dzul, 2015), los resultados evidencian para agregado grueso 25-R; 75 % natural-25 % reciclado; módulo de finura de la arena 3,30, peso específico arena: 2,74 g/cm³, absorción arena: 3,00%, peso específico grava: 2,82 g/cm³, peso volumétrico grava compactada: 1 129,00 kg/m³, tamaño máximo de la grava: 19,05 mm, absorción de la grava: 1,34%. Se concluye en este trabajo que los agregados obtenidos a partir del reciclaje de escombros, aunque presentan diferencias en algunas de sus características, pueden ser

susceptibles de ser utilizados como materia prima en un nuevo material de construcción como concreto, pues no todas las mezclas son necesarias para el uso estructural. Sin embargo, es factible hacer concreto para uso estructural si se observa que la mezcla con sustituciones del 25% permanece prácticamente igual en su desempeño -resistencia, porosidad y costos- con relación a la mezcla de referencia. En relación a la presente investigación para para agregado grueso R-50; 50% natural-50% reciclado se obtuvo pesos específicos: A.F. 2,606 Kg/cm³, A.G. 2,411 Kg/cm³, peso unitario compactado: agregado fino 1,808 Kg/cm³, agregado grueso 1,491 Kg/cm³, contenido de humedad: A.F. 0,75%, AG 0,88%, porcentaje de absorción: A.F. 1,77%, A.G. 2,621% módulo de fineza A.F. 2,5 (Tablas 71 y 72). Se concluye en la presente investigación que los agregados obtenidos a partir del reciclaje de escombros, aunque presentan diferencias en algunas de sus características, pueden ser susceptibles de ser utilizados como materia prima en un nuevo material de construcción para uso estructural.

La presente investigación en lo referente a briquetas ensayadas a compresión, los resultados mostraron que con agregado grueso reciclado en cantidad en peso de: 20% alcanzó a los 28 días: 111,43%, con 50% alcanzó el 104,43% y con 100% el 97,27% (Tabla 74), se determinó que el concreto con agregado reciclado producto de los residuos de construcción se puede utilizar en elementos estructurales con 50% de agregado reciclado, esto quedo probado con los resultados sobre la comprobación de la hipótesis con la Prueba de t de Student, a un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ obtiene p valor = 0,044, por tanto, $p < 0,05$, en consecuencia queda comprobado que la resistencia obtenida del concreto con agregado reciclado es mayor a 210 Kg/cm² (Tabla 79). Por lo tanto, es factible usarlo como concreto estructural en obras civiles; mientras que para el autor (Suárez, 2015), la mejor opción para la producción de concreto estructural en todas las clasificaciones de los criterios evaluados ha sido el concreto estructural con 20% de agregado reciclado y concluye de acuerdo a los resultados, los materiales evaluados confirman que, en general, el reciclaje de los RCD en la producción de materiales pétreos es viable, tanto a nivel medioambiental como económico en España, con respecto a la producción

primaria de los mismos. Existen muchas investigaciones relacionando el concreto reciclado con diferentes cantidades entre 20% a 30% de agregado reciclado para obtener concreto estructural, sin embargo, no se encontraron investigaciones que den cuenta que con 50% de agregado reciclado se puede obtener concreto estructural como se comprobó en la presente investigación.

Sobre propiedades de agregados gruesos reciclados, para la absorción de agregados gruesos reciclados se obtuvo 4,354% (Tabla 53) para un agregado grueso reciclado 100%, mientras que para (F. López, 2008), los valores obtenidos en agregados gruesos reciclados van desde un 3,3% hasta un 13%, sobrepasando en algunos casos el valor límite de un 5% establecido por la norma EHE 08.

Los resultados de los ensayos de resistencia realizados se pueden ver en la Tabla 74 de este trabajo. En él se ven los resultados obtenidos con las diferentes sustituciones, 20%, 50% y 100%. Se observa que en las sustituciones cumple sin problemas la resistencia requerida.

La dosificación de un diseño de mezclas (Tablas 65, 66 y 67) dependerá específicamente de las propiedades que cada material, digamos, agregados, cemento o agua, para determinarse de esta forma los pesos y volúmenes adecuados para alcanzar la resistencia de diseño (Navarro, 2007), es por ello, que descrito los materiales utilizados en secciones anteriores de esta tesis, y no se encontraron grado de comparación con otras investigaciones, sin embargo, la dosificación con las resistencias aquí obtenidas cumplen con los parámetros normativos de la NTP, para que puedan ser considerados para nuevas investigaciones.

CONCLUSIONES

1. De manera general se han identificado los impactos como Moderados, excepto Cambio del Uso Actual del Suelo que es Severo, del mismo modo en afectación del Paisaje Visual que también es Severo. El Valor Numérico del Paisaje Visual de los RCD depositados en la Ciudad de Tacna-2017 en promedio es de: 0,75, Valor nominal: Bajo, Categoría: Feo y Adjetivo: Pésimo. Mediante la aplicación del estadístico Rangos de Wilcoxon, conforme al reporte de SPSS $p = 0,001 < \alpha$, queda comprobado que, el nivel de impacto ambiental que producen los RCD difiere después de aplicar las estrategias para la mitigación del impacto ambiental. Por lo tanto, se concluye que el nivel de impacto ambiental que producen los RCD después de aplicar las estrategias para la Mitigación del Impacto Ambiental difiere de la evaluación antes.
2. El volumen total de RCD aprovechables dispuestos en espacios públicos en la ciudad de Tacna, de todos los puntos identificados es $86\ 354,37\ m^3$, este volumen es mayor al volumen de RCD no aprovechables que es de $40\ 510,27\ m^3$. Así mismo, el concreto moldeado en briquetas para ensayarlas a compresión, los resultados mostraron que con agregado grueso reciclado: 20% alcanzó a los 28 días: 111,43%, con 50% alcanzó el 104,43 % y con 100% el 97,27 %. Según la evaluación realizada con la prueba t de Student de muestra única, se concluyó conforme al reporte de SPSS $p = 0,044 < \alpha$, en consecuencia, quedó comprobado que la resistencia obtenida del concreto con agregado reciclado es mayor a $210\ Kg/cm^2$. Por lo cual, es factible usarlo como concreto estructural en obras civiles.

3. En el estudio prospectivo, se evaluó la minimización del impacto ambiental, debido a que la utilización de agregado reciclado proveniente de los residuos de construcción, tienden a disminuir y, por tanto, minimizar los impactos ambientales que generan los residuos de la construcción que se encuentran depositados inadecuadamente en diferentes zonas de la ciudad de Tacna, para ello comparando la: Matriz de impacto ambiental; valoración cualitativa-matriz de importancia sin estrategias para la mitigación del impacto ambiental, con la Matriz de impacto ambiental; valoración cualitativa-matriz de importancia con estrategias para la mitigación del impacto ambiental; la valoración prospectiva del Cambio de Uso Actual del Suelo, su IM pasa de Severo a Irrelevante y Valoración prospectiva de la Afectación del Paisaje Visual, su IM pasa de Severo a Moderado, concluyéndose que la producción de agregado reciclado es una alternativa viable para mitigar los impactos ambientales de los residuos de construcción en la ciudad de Tacna.

RECOMENDACIONES

1. Para todos los profesionales interesados en continuar con la investigación, es interesante realizar un trabajo de caracterización puntual al interior de la ciudad de Tacna, de todos aquellos puntos donde se concentra la máxima disposición final de RCD en escombreras ilegales, realizando un estimativo del lugar proyectando los principales impactos ambientales por las pésimas condiciones de disposición final. Es decir se generará un mapa de la ciudad con la identificación de los sitios afectados versus estudio de impacto ambiental del lugar.
2. Implementar la educación ambiental a la comunidad de Tacna, empezando desde la formación básica estudiantil (inicial, primaria y secundaria) hasta universidades y personas adultas; mediante campañas, talleres, seminarios, etc. fomentando el aprovechamiento de los RCD y evitar disponer estos residuos en espacios públicos.
3. Empezar por ejecutar la normativa ambiental D.S. 003-2013-VIVENDA, para el manejo adecuado de los RCD, para lo cual sé que tiene emitir una adecuada ordenanza municipal respecto a los RCD, seguido de la generación de estrategias de manejo de residuos de la construcción y demolición.
4. Organizar y capacitar al personal encargado de las Municipalidades de la ciudad de Tacna de forma periódica. Una vez capacitado el personal de las municipalidades, encargarse estos mismos de sensibilizar y capacitar a la población y velen por el cumplimiento de las políticas ambientales locales.

5. Incluir la gestión de RCD en el Plan regional de desarrollo concertado de Tacna y velar por el cumplimiento del Plan nacional integral de residuos sólidos.

6. Además para continuar el proceso de reaprovechamiento es necesario que se cuente con estadísticas de generación de RCD por m² construido, cantidad de RCD que es reaprovechado, cantidad de RCD que es dispuesto en las escombreras y rellenos sanitarios y cantidad de residuos peligrosos que se generan por volumen de RCD generado. Estas estadísticas permitirían establecer metas medibles para la minimización de RCD, identificar el potencial de reaprovechamiento de los RCD, proponer opciones de inversión privada para el manejo de los RCD y cuantificar la cantidad de áreas requeridas para cubrir la demanda total de disposición final de RCD. Esto generaría un mercado de reaprovechamiento de estos residuos y una disminución de la cantidad de residuos que se derivarían hacia la disposición final.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Almeida, J. R. (2008). *Análisis y Evaluaciones de Impactos Ambientales* (J. R. d. Almeida Ed. 3 ed.). Rio de Janeiro.
- Amaru, V., & Miranda, K. (2017). *Gestión ambiental para el aprovechamiento y disposición adecuada de los residuos de la construcción y demolición. Caso: distrito de San Bartolo*. (Tesis Doctoral inédita), Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Anicama, G. A. (2010). *Estudio experimental del empleo de materiales de desecho de procesos mineros en aplicaciones prácticas con productos cementicios*. (Título), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Arboleda, J. A. (2008). *Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Arriaga, L. E. (2013). *Utilización de agregado grueso de concreto reciclado en elementos estructurales de concreto reforzado*. (Maestría), Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito", Bogotá D.C.
- Ayuso, J., Barbudo, M. A., Jimenez, J. R., Agrela, F., Perez, A., & Lopez, M. (2015). *Gestión y Tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición. Guía de Buenas Practicas*. Córdoba: Universidad de Córdoba.
- Báes, A. (2010). *Fundamentos de elementos prefabricados de hormigón no estructurales, con incorporación de árido reciclado en su fracción gruesa y fina*. (Maestría), Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Basurco, R. S. (1999). *Utilização de Agregados Reciclados de Concreto para Produção de Novos Concretos*. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Bedoya, C. (2003). El concreto reciclado con escombros como generador de habitats urbanos sostenibles. *Universidad Nacional de Colombia sede Medellin*.

- Bedoya, C., & Dzul, L. (2015). El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana. *Revista ingeniería de construcción*, 30, 99-108.
- Benayas, J. (1990). *Paisaje y educación ambiental: evaluación de cambios de actitudes hacia el entorno*. (Doctor), Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- Briceño, M. (2009). El valor estético y ecológico del paisaje urbano y los asentamientos humanos sustentables. *Revista Geográfica Venezolana*, 2009, 50 (Julio-Diciembre).
- Carbajal. (2018). *Situación de la gestión y manejo de los residuos sólidos de las actividades de construcción civil del sector vivienda en la ciudad de Lima y Callao*. (Título), Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3215/carbajal-silva-marcia-andrea.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CONAM. (1999). *Principios de Evaluación de Impacto Ambiental* (DGTT Ed. 3 ed.). Lima-Perú.
- Conesa, V. (2009). *Guía Metodológica del Impacto Ambiental* (M. Prensa Ed. cuarta ed.). Madrid: Mundi Prensa.
- Chantada, A. (2012). La racionalidad en las EIA. *Hoy Digital*. <http://hoy.com.do/la-razionalidad-en-lase-i-a/>
- Chavez, G. (2014). *Estudio de la Gestión Ambiental para la prevención de impactos y monitoreo de las obras de construcción de Lima Metropolitana*. (Tesis de maestría inédita), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Retrieved from <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5629>
- Díaz, L. (2015). Proyecto para la instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición en la comunidad de Madrid. Madrid: Escuela Técnica Superiores de Ingenieros de Minas.
- Domínguez, J. A., & Martínez, E. (2007). Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas. *Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán*, 11(3), pp. 43-54.

- Espinoza, S. (2001). Como Interpretar los Resultados de los Análisis de Suelos. *University of Arkansas System Research & Extension, FSA2118SP-PD-1-12N*.
- Etxeberria, M. (2004). *Experimental study on microstructure and structural behaviour of recycled aggregate concrete*. (Doctoral), Universidad Politécnica de Cataluña.
- Galán, & Romero. (2008). *Contaminación de Suelos por Metales Pesados*. Paper presented at the Conferencia Invitada, Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola Facultad de Química. http://www.ehu.es/sem/macla_pdf/macla10/Macla10_48.pdf
- Gálvez, B., & Victoria, M. (2014). Evaluación de la gestión ambiental de residuos de la construcción en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna, sede los Granados. *Ingeniería*, 01(2014), pp. 20-22.
- García, C. (2009). *Características mecánicas de concretos reciclados fabricados con desechos sólidos de construcción*. (Título), Universidad Veracruzana, México.
- Gonzales, B. (2002). *Hormigones con áridos reciclados procedentes de demoliciones, propiedades mecánicas y comportamiento estructural al cortante*. (Doctoral), Universidad de Coruña, A Coruña.
- INEI. (2017). *Perú: Producto Bruto Interno por Departamentos 2007-2016*. Lima-Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Larraín, A. (1989). Ambiente, calidad de vida y desarrollo regional: una perspectiva de futuro. *Ambiente y Desarrollo (Chile)*, Vol. V.
- López, A. (2010). *Los agregados reciclados (RCD's): una alternativa de la Ingeniería Civil*. (Título), Universidad Nacional Autónoma De México, México, D.F. Ciudad Universitaria.
- López, F. (2008). *Influencia de la variación de los parámetros de dosificación y fabricación de hormigón reciclado estructural sobre sus propiedades físicas y mecánicas*. (Doctoral), Universidad d Oviedo, Girón.
- Mamani, F. W. (2015). *Producción de agregados reciclados de los residuos de la construcción y demolición para la producción de concretos hidráulicos*

- en la ciudad de Juliaca.* (Maestría), Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Juliaca – Peru.
- March, J. (2005). Nuevos Fundamentos de Racionalidad Ambiental a partir del Análisis Epistemológico de la Evaluación de Impacto Ambiental. *Cinta moebio*, 24, 265-287.
- Marroquín, E. I. (2012). *Reciclaje de desechos de concreto y verificación de características físicas y propiedades mecánicas.* (Título), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Martínez, L., Del Valle, L. C., & Gonzalez, R. (2012). Hormigón reciclado como áridos en homigones estructurales. *Universidad Central Marta Abreu de las Villas*, 32.
- Medina, K. N. (2017). *Proceso de ocupación informal del territorio y su influencia en el paisaje histórico – cultural caso: Cerro Intiorko, Distrito Alto de la Alianza, ciudad de Tacna 2003 al 2017.* (Maestría), Universidad Privada de Tacna, Tacna-Perù. Retrieved from repositorio.upt.edu.pe/bitstream/UPT/391/1/Medina-Bejar-Keily-Norka.pdf
- MINAM. (2012). *Glosario de términos para la gestión ambiental peruana.* Lima: Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental.
- Norma G.050 Seguridad durante la construcción - Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE (2010).
- Reglamento para la gestión de residuos sólidos de la construcción y demolición Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA (2013).
- Muñoz, A. (2004). *La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental* (Vol. 77).
- Muñoz, A. (2017). El paisaje visual: Un recurso importante y pobremente conservado. *Ambiente & Sociedad*, XX, n. 1.
- Navarro, Á. (2007). *Estudio para el manejo integral de Residuos sólidos en tres áreas de la UCLV.* (Doctoral).
- Geotecnia. determinación del índice de resistencia a la carga puntual, NC 21 C.F.R. (1999).

- Ortiz, M. V. (2012). *Estudio del paisaje Como determinante en la implantación de los proyectos arquitectónicos. Estudio de caso para la Casa de Convivencias en Icto-Cruz*. (Título), Universidad de Cuenca, Ecuador. Retrieved from dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/571/1/ta661.pdf
- Parillo, E., & Camargo, C. (2015). Reutilización de residuos sólidos en la producción de pavimentos rígidos de bajo costo en el distrito de Juliaca, Puno. *Investigación Andina*, 15.
- PUD. (2016). *Plan Urbano Distrital Crnl Gregorio Abarracín Ianchipa*. Tacna-Peru.
- Rivva, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto* (C. p. ACI Ed. Primera ed.). Lima.
- Sánchez de Juan, M. (2004). *Estudio sobre la utilización de árido reciclado para la fabricación de hormigón estructural*. (Doctoral), Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Sánchez, I. A. (2014). Evaluación del comportamiento de la calidad de los agregados para la elaboración de concreto reciclado *Prezy* (Vol. I, pp. 19). Puebla: Instituto Tecnológico de Puebla.
- Sarg, O. J. (2010). *Caracterización física y mecánica del agregado del banco del municipio de Santa cruz, Alta Verapaz*. (Título), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Suárez, S. (2015). *Propuesta metodológica para evaluar el comportamiento ambiental y económico de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la producción de materiales pétreos*. (Doctoral), Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona. Retrieved from <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/376709/TSSSS1de1.pdf;jsessionid=B6C5FC2F0523156E01C3AD4A39FE3651?sequence=5>
- Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma G.010 C.F.R. (8, junio, 2006).
- WBCSD. (2009). *Iniciativa para la sostenibilidad del cemento reciclando concreto*. Washington, D.C.: Concreto mundial empresarial para el desarrollo sostenible

ANEXOS

Anexo 1



Ficha de registro de RCD depositados en espacios públicos



Ficha de registro de RCD Depositados en Espacios Públicos Municipalidad Ejemplo	
Información general	Fotografía
Código del Registro:	
RCD-XXX-0000	
Inspector:	
Fecha de inspección:	
Localidad	
Dirección (Calle/Avenida/Jirón):	
Cuadra(s):	
Referencia:	
Descripción de la localidad:	
Cuantificación de RCD Depositados en Espacios Públicos	
Volumen total de residuos identificados:	m ³
Composición de los RCD Depositados de Espacios Públicos	
RCD no peligrosos	
Residuos minerales de construcción y demolición (concreto, ladrillos, yeso, cerámicos, mampostería, tierras, rocas, etc.)	
Otros RCD no peligrosos (vidrio, cartón, plásticos, metales, madera no tratadas, etc.)	
<i>Subtotal RCD no peligrosos</i>	0%
RCD peligrosos	
Maderas de construcción y demolición tratadas	
Otros RCD peligrosos (envases de pintura o solventes, tubos fluorescentes, planchas de fibrocemento con asbesto, etc.)	
<i>Subtotal RCD no peligrosos</i>	0%
Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición	
Residuos domiciliarios (restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal, etc.)	
Otros residuos sólidos no domiciliarios (comerciales, agropecuarios, etc.)	
Especificar tipo:	
Residuos sólidos peligrosos (baterías, envases de lubricantes y aceites, etc.)	
<i>Subtotal otros residuos sólidos no de la construcción y demolición</i>	0%
Revisar porcentajes	
Firma y N° DNI del Inspector	



Fuente: (Ministerio de Vivienda,2013)



Anexo 2



Toma de datos en Ficha de registro de RCD



DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS		
Ficha de registro de RCD Depositados en Espacios Públicos		
CIUDAD DE TACNA		
Información general	Fotografía	
Código del Registro:		
RCD-LEGU-0001		
Inspector:		
Machaca M. Esteban.		
Fecha de inspección:		
26 de noviembre de 2017		
Localidad		
Dirección (Calle/Avenida/Jirón):		
Coop. 1° de setiembre, Mz25 - Lt		
Cuadra(s):		
Referencia:		
Descripción de la localidad: Terreno libre con residuos de la construcción		
Cuantificación de RCD Depositados en Espacios Públicos		
Volumen total de residuos identificados:	546,75 m³	
Composición de los RCD Depositados de Espacios Públicos		
RCD no peligrosos		
Residuos minerales de construcción y demolición	88,00%	
Otros RCD no peligrosos	2,00%	
<i>Subtotal RCD no peligrosos</i>	90,00%	
RCD peligrosos		
Maderas de construcción y demolición tratadas	0,00%	
Otros RCD peligrosos (envases de pintura o solventes, tubos fluorescentes, planchas de	0,02%	
<i>Subtotal RCD peligrosos</i>	0,02%	
Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición		
Residuos domiciliarios	9,98%	
Otros residuos sólidos no domiciliarios (comerciales, agropecuarios, etc.)	0,00%	
Especificar tipo:		
Residuos sólidos peligrosos (baterías, envases de lubricantes y aceites, etc.)	0,00%	
<i>Subtotal otros residuos sólidos no de la construcción y demolición</i>	9,98%	

DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS		
Ficha de registro de RCD Depositados en Espacios Públicos		
CIUDAD DE TACNA		
Información general	Fotografía	
Código del Registro:		
RCD-LEGU-0002		
Inspector:		
Machaca M. Esteban.		
Fecha de inspección:		
26 de noviembre de 2017		
Localidad		
Dirección (Calle/Avenida/Jirón):		
Hijos de Leguía		
Cuadra(s):		
Referencia:		
Descripción de la localidad: Terreno libre con residuos de la construcción		
Cuantificación de RCD Depositados en Espacios Públicos		
Volumen total de residuos identificados:	607,20 m ³	
Composición de los RCD Depositados de Espacios Públicos		
RCD no peligrosos		
Residuos minerales de construcción y demolición	94,00%	
Otros RCD no peligrosos	1,00%	
<i>Subtotal RCD no peligrosos</i>	95,00%	
RCD peligrosos		
Maderas de construcción y demolición tratadas	0,00%	
Otros RCD peligrosos (envases de pintura o solventes, tubos fluorescentes, planchas de	0,01%	
<i>Subtotal RCD peligrosos</i>	0,01%	
Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición		
Residuos domiciliarios	4,99%	
Otros residuos sólidos no domiciliarios (comerciales, agropecuarios, etc.)	0,00%	
Especificar tipo:		
Residuos sólidos peligrosos (baterías, envases de lubricantes y aceites, etc.)	0,00%	
<i>Subtotal otros residuos sólidos no de la construcción y demolición</i>	4,99%	

DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS		
Ficha de registro de RCD Depositados en Espacios Públicos		
CIUDAD DE TACNA		
Información general	Fotografía	
Código del Registro:		
RCD-LEGU-0003		
Inspector:		
Machaca M. Esteban.		
Fecha de inspección:		
26 de noviembre de 2017		
Localidad		
Dirección (Calle/Avenida/Jirón):		
Av. Collpa		
Cuadra(s):		
Referencia:	Frente a fábrica de orégano y a distribuidor PecsGas	
Descripción de la localidad: Terreno libre con residuos de la construcción		
Cuantificación de RCD Depositados en Espacios Públicos		
Volumen total de residuos identificados:	756,00 m³	
Composición de los RCD Depositados de Espacios Públicos		
RCD no peligrosos		
Residuos minerales de construcción y demolición	83,00%	
Otros RCD no peligrosos	2,00%	
<i>Subtotal RCD no peligrosos</i>	85,00%	
RCD peligrosos		
Maderas de construcción y demolición tratadas	0,00%	
Otros RCD peligrosos (envases de pintura o solventes, tubos fluorescentes, planchas de	0,01%	
<i>Subtotal RCD peligrosos</i>	0,01%	
Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición		
Residuos domiciliarios	14,99%	
Otros residuos sólidos no domiciliarios (comerciales, agropecuarios, etc.)	0,00%	
Especificar tipo:		
Residuos sólidos peligrosos (baterías, envases de lubricantes y aceites, etc.)	0,00%	
<i>Subtotal otros residuos sólidos no de la construcción y demolición</i>	14,99%	

DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS		
Ficha de registro de RCD Depositados en Espacios Públicos		
CIUDAD DE TACNA		
Información general	Fotografía	
Código del Registro:		
RCD-LEGU-0004		
Inspector:		
Machaca M. Esteban.		
Fecha de inspección:		
26 de noviembre de 2017		
Localidad		
Dirección (Calle/Avenida/Jirón):		
Av. Collpa-José Gálvez		
Cuadra(s):		
Referencia:		
Descripción de la localidad: Terreno libre con residuos de la construcción		
Cuantificación de RCD Depositados en Espacios Públicos		
Volumen total de residuos identificados:	1 480,00 m ³	
Composición de los RCD Depositados de Espacios Públicos		
RCD no peligrosos		
Residuos minerales de construcción y demolición	88,00%	
Otros RCD no peligrosos	7,00%	
<i>Subtotal RCD no peligrosos</i>	95,00%	
RCD peligrosos		
Maderas de construcción y demolición tratadas	0,00%	
Otros RCD peligrosos (envases de pintura o solventes, tubos fluorescentes, planchas de	0,05%	
<i>Subtotal RCD peligrosos</i>	0,05%	
Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición		
Residuos domiciliarios	4,95%	
Otros residuos sólidos no domiciliarios (comerciales, agropecuarios, etc.)	0,00%	
Especificar tipo:		
Residuos sólidos peligrosos (baterías, envases de lubricantes y aceites, etc.)	0,00%	
<i>Subtotal otros residuos sólidos no de la construcción y demolición</i>	4,95%	

DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS		
Ficha de registro de RCD Depositados en Espacios Públicos		
CIUDAD DE TACNA		
Información general	Fotografía	
Código del Registro:		
RCD-LEGU-0005		
Inspector:		
Machaca M. Esteban.		
Fecha de inspección:		
26 de noviembre de 2017		
Locali		
Dirección		
Urb. Villa Eden		
Cuadra(s):		
Referencia:		
I.E. Cristo Rey		
Descripción de la localidad: Terreno libre con residuos de la construcción		
Cuantificación de RCD Depositados en Espacios Públicos		
Volumen total de residuos identificados:	6 660,00 m³	
Composición de los RCD Depositados de Espacios Públicos		
RCD no peligrosos		
Residuos minerales de construcción y demolición	73,00%	
Otros RCD no peligrosos	12,00%	
<i>Subtotal RCD no peligrosos</i>	85,00%	
RCD peligrosos		
Maderas de construcción y demolición tratadas	0,00%	
Otros RCD peligrosos (envases de pintura o solventes, tubos fluorescentes, planchas de	0,60%	
<i>Subtotal RCD peligrosos</i>	0,60%	
Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición		
Residuos domiciliarios	14,40%	
Otros residuos sólidos no domiciliarios (comerciales, agropecuarios, etc.)	0,00%	
Especificar tipo:		
Residuos sólidos peligrosos (baterías, envases de lubricantes y aceites, etc.)	0,00%	
<i>Subtotal otros residuos sólidos no de la construcción y demolición</i>	14,40%	

DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS		
Ficha de registro de RCD Depositados en Espacios Públicos		
CIUDAD DE TACNA		
Información general	Fotografía	
Código del Registro:		
RCD-VIÑA-0001		
Inspector:		
Machaca M. Esteban.		
Fecha de inspección:		
3 de diciembre de 2017		
Localidad		
Dirección (Calle/Avenida/Jirón):		
Av. 28 de agosto		
Cuadra(s):		
Referencia:		
Altura terminal de línea de Buses 10B		
Descripción de la localidad: Terreno libre con residuos de la construcción		
Cuantificación de RCD Depositados en Espacios Públicos		
Volumen total de residuos identificados:	774,00 m³	
Composición de los RCD Depositados de Espacios Públicos		
RCD no peligrosos		
Residuos minerales de construcción y demolición	80,00%	
Otros RCD no peligrosos	10,00%	
<i>Subtotal RCD no peligrosos</i>	90,00%	
RCD peligrosos		
Maderas de construcción y demolición tratadas	0,00%	
Otros RCD peligrosos (envases de pintura o solventes, tubos fluorescentes, planchas de	0,02%	
<i>Subtotal RCD peligrosos</i>	0,02%	
Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición		
Residuos domiciliarios	9,98%	
Otros residuos sólidos no domiciliarios (comerciales, agropecuarios, etc.)	0,00%	
Especificar tipo:		
Residuos sólidos peligrosos (baterías, envases de lubricantes y aceites, etc.)	0,00%	
<i>Subtotal otros residuos sólidos no de la construcción y demolición</i>	9,98%	



DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS







Ficha de registro de RCD Depositados en Espacios Públicos

CIUDAD DE TACNA

Información general	Fotografía
Código del Registro:	
RCD-VIÑA-0002	
Inspector:	
Machaca M. Esteban.	
Fecha de inspección:	
3 de diciembre de 2017	
Localidad	
Dirección (Calle/Avenida/Jirón):	
Avenida Sldo. Quiterio Gallardo	
Cuadra(s):	
Referencia:	
Descripción de la localidad: Terreno libre con residuos de la construcción	
Cuantificación de RCD Depositados en Espacios Públicos	
Volumen total de residuos identificados:	665,00 m³
Composición de los RCD Depositados de Espacios Públicos	
RCD no peligrosos	
Residuos minerales de construcción y demolición	90,00%
Otros RCD no peligrosos	5,00%
<i>Subtotal RCD no peligrosos</i>	95%
RCD peligrosos	
Maderas de construcción y demolición tratadas	0,00%
Otros RCD peligrosos (envases de pintura o solventes, tubos fluorescentes, planchas de	0,01%
<i>Subtotal RCD peligrosos</i>	0,01%
Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición	
Residuos domiciliarios	4,99%
Otros residuos sólidos no domiciliarios (comerciales, agropecuarios, etc.)	0,00%
Especificar tipo:	
Residuos sólidos peligrosos (baterías, envases de lubricantes y aceites, etc.)	0,00%
<i>Subtotal otros residuos sólidos no de la construcción y demolición</i>	4,99%

DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS		
Ficha de registro de RCD Depositados en Espacios Públicos		
CIUDAD DE TACNA		
Información general	Fotografía	
Código del Registro:		
RCD-VIÑA-0003		
Inspector:		
Machaca M. Esteban.		
Fecha de inspección:		
3 de diciembre de 2017		
Localidad		
Dirección (Calle/Avenida/Jirón):		
Complejo deportivo Viñani		
Cuadra(s):		
Referencia:		
Descripción de la localidad: Terreno libre con residuos de la construcción		
Cuantificación de RCD Depositados en Espacios Públicos		
Volumen total de residuos identificados:	6 232,00 m ³	
Composición de los RCD Depositados de Espacios Públicos		
RCD no peligrosos		
Residuos minerales de construcción y demolición	93,00%	
Otros RCD no peligrosos	3,00%	
<i>Subtotal RCD no peligrosos</i>	96%	
RCD peligrosos		
Maderas de construcción y demolición tratadas	0,00%	
Otros RCD peligrosos (envases de pintura o solventes, tubos fluorescentes, planchas de	0,01%	
<i>Subtotal RCD peligrosos</i>	0,01%	
Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición		
Residuos domiciliarios	3,99%	
Otros residuos sólidos no domiciliarios (comerciales, agropecuarios, etc.)	0,00%	
Especificar tipo:		
Residuos sólidos peligrosos (baterías, envases de lubricantes y aceites, etc.)	0,00%	
<i>Subtotal otros residuos sólidos no de la construcción y demolición</i>	3,99%	

DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS		
Ficha de registro de RCD Depositados en Espacios Públicos		
CIUDAD DE TACNA		
Información general	Fotografía	
Código del Registro:		
RCD-VIÑA-0004		
Inspector:		
Machaca M. Esteban.		
Fecha de inspección:		
3 de diciembre de 2017		
Localidad		
Dirección (Calle/Avenida/Jirón):		
Av. La Cultura.		
Cuadra(s):		
Referencia:		
Frente a ladrillera Max.		
Descripción de la localidad: Terreno libre con residuos de la construcción		
Cuantificación de RCD Depositados en Espacios Públicos		
Volumen total de residuos identificados:	2 012,50 m³	
Composición de los RCD Depositados de Espacios Públicos		
RCD no peligrosos		
Residuos minerales de construcción y demolición	90,00%	
Otros RCD no peligrosos	2,00%	
<i>Subtotal RCD no peligrosos</i>	92,00%	
RCD peligrosos		
Maderas de construcción y demolición tratadas	0,00%	
Otros RCD peligrosos (envases de pintura o solventes, tubos fluorescentes, planchas de	0,01%	
<i>Subtotal RCD peligrosos</i>	0,01%	
Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición		
Residuos domiciliarios	7,99%	
Otros residuos sólidos no domiciliarios (comerciales, agropecuarios, etc.)	0,00%	
Especificar tipo:		
Residuos sólidos peligrosos (baterías, envases de lubricantes y aceites, etc.)	0,00%	
<i>Subtotal otros residuos sólidos no de la construcción y demolición</i>	7,99%	

DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS		
Ficha de registro de RCD Depositados en Espacios Públicos		
CIUDAD DE TACNA		
Información general	Fotografía	
Código del Registro:		
RCD-VIÑA-0005		
Inspector:		
Machaca M. Esteban.		
Fecha de inspección:		
3 de diciembre de 2017		
Localidad		
Dirección (Calle/Avenida/Jirón):		
Av. La Cultura.		
Cuadra(s):		
Referencia:		
Promuvi Asoc. Pampas de Viñani		
Descripción de la localidad: Terreno libre con residuos de la construcción		
Cuantificación de RCD Depositados en Espacios Públicos		
Volumen total de residuos identificados:	4 795,20 m ³	
Composición de los RCD Depositados de Espacios Públicos		
RCD no peligrosos		
Residuos minerales de construcción y demolición	87,00%	
Otros RCD no peligrosos	3,00%	
<i>Subtotal RCD no peligrosos</i>	90,00%	
RCD peligrosos		
Maderas de construcción y demolición tratadas	0,00%	
Otros RCD peligrosos (envases de pintura o solventes, tubos fluorescentes, planchas de	0,04%	
<i>Subtotal RCD peligrosos</i>	0,04%	
Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición		
Residuos domiciliarios	9,96%	
Otros residuos sólidos no domiciliarios (comerciales, agropecuarios, etc.)	0,00%	
Especificar tipo:		
Residuos sólidos peligrosos (baterías, envases de lubricantes y aceites, etc.)	0,00%	
<i>Subtotal otros residuos sólidos no de la construcción y demolición</i>	9,96%	



DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS



Ficha de registro de RCD Depositados en Espacios Públicos

CIUDAD DE TACNA

Información general	Fotografía
Código del Registro:	
RCD-DGAL-0001	
Inspector:	
Machaca M. Esteban.	
Fecha de inspección:	
10 de diciembre de 2017	
Localidad	
Dirección (Calle/Avenida/Jirón):	
Av. May. Federico Mazuelos	
Cuadra(s):	
Referencia:	
Paradero de buses línea 11 a I.E. Luis Alberto Sánchez	
Descripción de la localidad: Terreno en medio de la avenida con residuos de la construcción	
Cuantificación de RCD Depositados en Espacios Públicos	
Volumen total de residuos identificados:	980,00 m³
Composición de los RCD Depositados de Espacios Públicos	
RCD no peligrosos	
Residuos minerales de construcción y demolición	96,00%
Otros RCD no peligrosos	1,00%
<i>Subtotal RCD no peligrosos</i>	97,00%
RCD peligrosos	
Maderas de construcción y demolición tratadas	0,00%
Otros RCD peligrosos (envases de pintura o solventes, tubos fluorescentes, planchas de	0,01%
<i>Subtotal RCD peligrosos</i>	0,01%
Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición	
Residuos domiciliarios	2,99%
Otros residuos sólidos no domiciliarios (comerciales, agropecuarios, etc.)	0,00%
Especificar tipo:	
Residuos sólidos peligrosos (baterías, envases de lubricantes y aceites, etc.)	0,00%
<i>Subtotal otros residuos sólidos no de la construcción y demolición</i>	2,99 %

DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS		
Ficha de registro de RCD Depositados en Espacios Públicos		
CIUDAD DE TACNA		
Información general	Fotografía	
Código del Registro:		
RCD-DGAL-0002		
Inspector:		
Machaca M. Esteban.		
Fecha de inspección:		
10 de diciembre de 2017		
Localidad		
Dirección (Calle/Avenida/Jirón):		
Av. Municipal		
Cuadra(s):		
Referencia:		
I.E. N° 450 de la junta Vecinal Villa el transportista.		
Descripción de la localidad: Terreno en medio de la avenida con residuos de la construcción		
Quantificación de RCD Depositados en Espacios Públicos		
Volumen total de residuos identificados:	27 000,00 m ³	
Composición de los RCD Depositados de Espacios Públicos		
RCD no peligrosos		
Residuos minerales de construcción y demolición	88,00%	
Otros RCD no peligrosos	2,00%	
<i>Subtotal RCD no peligrosos</i>	90,00%	
RCD peligrosos		
Maderas de construcción y demolición tratadas	0,00%	
Otros RCD peligrosos (envases de pintura o solventes, tubos fluorescentes, planchas de)	0,03%	
<i>Subtotal RCD peligrosos</i>	0,03%	
Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición		
Residuos domiciliarios	9,97%	
Otros residuos sólidos no domiciliarios (comerciales, agropecuarios, etc.)	0,00%	
Especificar tipo:		
Residuos sólidos peligrosos (baterías, envases de lubricantes y aceites, etc.)	0,00%	
<i>Subtotal otros residuos sólidos no de la construcción y demolición</i>	9,97%	



DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS



Ficha de registro de RCD Depositados en Espacios Públicos

CIUDAD DE TACNA

Información general	Fotografía
Código del Registro:	
RCD-DGAL-0003	
Inspector:	
Machaca M. Esteban.	
Fecha de inspección:	
10 de diciembre de 2017	
Localidad	
Dirección (Calle/Avenida/Jirón):	
Cantera Viñani	
Cuadra(s):	
Referencia:	
Botadero	
Descripción de la localidad: Terreno de la municipalidad con residuos de la construcción	
Quantificación de RCD Depositados en Espacios Públicos	
Volumen total de residuos identificados:	78 400,00 m ³
Composición de los RCD Depositados de Espacios Públicos	
RCD no peligrosos	
Residuos minerales de construcción y demolición	81,00%
Otros RCD no peligrosos	4,00%
<i>Subtotal RCD no peligrosos</i>	85,00%
RCD peligrosos	
Maderas de construcción y demolición tratadas	0,00%
Otros RCD peligrosos (envases de pintura o solventes, tubos fluorescentes, planchas de	1,00%
<i>Subtotal RCD peligrosos</i>	1,00%
Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición	
Residuos domiciliarios	14,00%
Otros residuos sólidos no domiciliarios (comerciales, agropecuarios, etc.)	0,00%
Especificar tipo:	
Residuos sólidos peligrosos (baterías, envases de lubricantes y aceites, etc.)	0,00%
<i>Subtotal otros residuos sólidos no de la construcción y demolición</i>	14,00%

DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DEPOSITADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS		
Ficha de registro de RCD Depositados en Espacios Públicos		
CIUDAD DE TACNA		
Información general	Fotografía	
Código del Registro:		
RCD-TACN-0001		
Inspector:		
Machaca M. Esteban.		
Fecha de inspección:		
10 de diciembre de 2017		
Localidad		
Dirección (Calle/Avenida/Jirón):		
Cusco con Miraflores S/N		
Cuadra(s):		
Referencia:		
Ciudad Universitaria UNJBG		
Descripción de la localidad: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann		
Cuantificación de RCD Depositados en Espacios Públicos		
Volumen total de residuos identificados:	58,61 m³	
Composición de los RCD Depositados de Espacios Públicos		
RCD no peligrosos		
Residuos minerales de construcción y demolición	92,00%	
Otros RCD no peligrosos	3,00%	
<i>Subtotal RCD no peligrosos</i>	85,00%	
RCD peligrosos		
Maderas de construcción y demolición tratadas	0,00%	
Otros RCD peligrosos (envases de pintura o solventes, tubos fluorescentes, planchas de	0,01%	
<i>Subtotal RCD peligrosos</i>	0,01%	
Otros residuos sólidos no de la construcción y demolición		
Residuos domiciliarios	4,00%	
Otros residuos sólidos no domiciliarios (comerciales, agropecuarios, etc.)	0,00%	
Especificar tipo:		
Residuos sólidos peligrosos (baterías, envases de lubricantes y aceites, etc.)	0,99%	
<i>Subtotal otros residuos sólidos no de la construcción y demolición</i>	4,99%	

Anexo 3

Composición de los RCD, subproductos y aplicación


Tabla 82. Composición de los RCD, subproductos y aplicación.

COMPOSICIÓN Y RECICLAJE DE RESIDUOS DE CONTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN			
Materiales	% en peso	Subproductos	Aplicaciones
Áridos			
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	54,0%	Zahorra reciclada 0-40mm: Constituida por una fracción de gruesos y una fracción de finos. La fracción gruesa está constituida por restos pétreos machacados de hormigón, ladrillos y cerámicos, terrazos, aglomerados, etc. y la fracción fina, por arenas y finos no plásticos.	Zahorra reciclada 0-40mm: Construcción de carreteras y viales donde se utiliza como material para la realización de capas de sub-base y bases firmes Construcción de la capa de rodadura de caminos forestales Realización de plataformas de trabajo Construcción de explanadas
Hormigón	12,0%	Suelos arenosos 0-20mm: Compuesto por arena, finos y pequeños restos pétreos (ladrillos, azulejos, etc.)	Suelo arenoso 0-20mm: Construcción de terraplenes Rellenos de arcenes, zanjas y pavimentos, nivelación de terrenos, material de apoyo para la colocación de canalizaciones y tuberías, capa de terminación de pavimentos mediante su estabilización con conglomerantes (cal, cemento, ext.), jardinería.
Arena, grava y otros áridos	9,0%	Material grueso 25-150mm: compuesto por trozos gruesos de todo tipo de materiales pétreos (ladrillos cerámicos, trozos de azulejos, terrazos, restos de mortero, hormigón endurecido, etc.)	Material grueso 25-150mm: Material de drenaje Terraplenes Obras de escollera
Piedras	5,0%	exento de arenas y finos	Material de aporte para el tratamiento de terrenos arcillosos de poca consistencia.
Otras fracciones			
Madera	9,0%	Madera	Reutilización: aquellos elementos que no necesitan tratamiento posterior y pueden utilizarse directamente (barreras de seguridad, paneles de madera, laminación para hacer parquet, etc.) Reciclaje: reciben un tratamiento de machaqueo y aglomeración para la fabricación de conglomerado Recuperación energética
Metales	5,0%	Metales	Fundición para su producción en el ciclo productivo
Plástico	4,0%	Plástico	Reciclado mecánico para tuberías, persianas, perfiles de ventana y grandes filmes al ser fácilmente extraíbles Reciclado químico para bolsas, filmes pequeños y plásticos heterogéneos Valorización energética mediante incineración con recuperación energética, uso como combustible en cementeras y centrales térmicas, así como gasificación para obtención de energía eléctrica
Papel y cartón	1,5%	Papel y cartón	Reciclado para papel impresión y escritura, papel prensa, papeles higiénicos y sanitarios, papeles para envases y embalajes
Vidrio	0,5%	Vidrio	Fibra de vidrio, recipientes artísticos, etc.
Total	100,0%		


Fuente: (Díaz, 2015).


Anexo 4


Formatos de ensayos de laboratorio de Mecánica de Rocas y Concreto.


		UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN FACULTAD DE INGENIERÍA LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS Y CONCRETO					
Índice de resistencia a la carga puntual Is(50)							
Nº	Diámetro de la muestra De (cm)	Longitud de la muestra L (cm)	Ancho de la muestra W (cm)	Fuerza Aplicada P (Kg)	Is Kg/cm ²	Is(50) Kg/cm ²	Is(50) Mpas
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
PROMEDIO							


		UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN FACULTAD DE INGENIERÍA LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS Y CONCRETO				
Abrasión los ángeles.						
METODO "A"						
MALLA		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA	DESGASTE 500 Rev.
PASA	RETENIDO					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"					
1/4"	Nº4					
TOTAL						
% DE DESGASTE						


	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS Y CONCRETO			
Peso unitario suelto arena			
Descripción	M1	M2	M3
Peso de la muestra suelta + recipiente (kg)			
Peso del recipiente (kg)			
Peso de la muestra suelta (kg)			
Peso del recipiente + agua (kg)			
Peso del agua en el recipiente (kg)			
Peso unitario suelto (kg/m ³)			


	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS Y CONCRETO			
Peso unitario compactado arena			
Descripción	M1	M2	M3
Peso de la muestra compactada + recipiente (kg)			
Peso del recipiente (kg)			
Peso de la muestra compactada (kg)			
Factor de calibración del recipiente (1/m ³)			
Peso unitario compactado (kg/m ³)			


	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS Y CONCRETO			
Peso específico y absorción de la arena			
Descripción	M1	M2	M3
Peso de la fiola (g)			
Peso de la arena superficialmente seca + peso de la fiola (g)			
Peso de la arena superficialmente seca + peso de la fiola (g)			
Peso del agua (g)			
Peso de la arena seca (g)			
Volumen de la fiola (cm ³)			
Peso específico de masa			
Peso específico de masa saturado superficialmente seco			
Peso específico aparente			
Porcentaje de absorción (%)			


	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS Y CONCRETO			
Contenido de humedad arena			
Descripción	M1	M2	M3
Peso de la muestra húmeda (g)			
Peso de la muestra seca (g)			
Contenido de agua (g)			
Contenido de humedad (%)			

	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS Y CONCRETO						
Módulo de fineza de la arena						
Descripción Tamiz	M1		M2		M3	
	%retenido	%ret.ac	%retenido	%ret.ac	%retenido	%ret.ac
3/8"						
N° 4						
N° 8						
N° 16						
N° 30						
N° 50						
N° 100						
Total						
Mód. fineza						
Promedio						

	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS Y CONCRETO			
Peso Unitario Suelto agregado grueso			
Descripción	M1	M2	M3
Peso de la muestra suelta + recipiente (kg)			
Peso del recipiente (kg)			
Peso de la muestra suelta (kg)			
Peso del agua en el recipiente (kg)			
Factor de calibración del recipiente (1/m ³)			
Peso unitario suuelto (kg/m ³)			

	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS Y CONCRETO				
Peso Unitario Compactado agregado grueso				
Descripción	M1	M2	M3	
Peso de la muestra compactada + recipiente (kg)				
Peso de la muestra compactada (kg)				
Factor de calibración del recipiente (1/m ³)				
Peso unitario compactado (kg/m ³)				

	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS Y CONCRETO				
Peso específico y absorción del agregado grueso				
Descripción	M1	M2	M3	
Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)				
Peso dentro del agua de la muestra saturada + canastilla (g)				
Peso de la canastilla dentro del agua (g)				
Peso de la muestra saturada dentro del agua (g)				
Peso de la muestra seca (g)				
Peso específico de masa				
Peso específico de masa saturado superficialmente seco				
Peso específico aparente				
Porcentaje de absorción (%)				

	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS Y CONCRETO			
Contenido de Humedad agregado grueso			
Descripción	M1	M2	M3
Peso de la muestra húmeda (g)			
Peso de la muestra seca (g)			
Contenido de agua (g)			
Contenido de humedad (%)			

	UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN				
	FACULTAD DE INGENIERÍA				
LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS Y CONCRETO					
Análisis granulométrico					
Tamiz	Peso retenido(g)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa	Especificaciones
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
N°4					
Fondo					
Total					



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE ROCAS Y CONCRETO

Características físicas de los agregados.

Descripción	Agregado fino	Agregado grueso
Peso específico de masa(kg/m ³)		
Peso unitario compactado(kg/m ³)		
Contenido de humedad (%)		
Porcentaje de absorción (%)		
Módulo de fineza		
Tamaño máximo nominal	-	

Anexo 5

Tablas a utilizar de mezcla (método en el diseño ACI)

Tabla 83. f'_c Requerida.

f'_c especificado	f'_{cr} (kg/cm ²)
< 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
> 350	$f'_c + 98$

Fuente: Normativa ACI

Tabla 84. Selección del Asentamiento.

Tipo de Construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones, simples, cajones, y subestructuras de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Normativa ACI

Tabla 85. Determinación del volumen de agua.

Asentamiento	Agua, en l/m ³ de concreto, para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

Fuente: Normativa ACI

Tabla 86. Selección de la relación agua – cemento por resistencia.

f'cr kg/cm ² (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Concreto sin Aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0,80	0,71
200	0,70	0,61
250	0,62	0,53
300	0,55	0,46
350	0,48	0,40
400	0,43
450	0,38

Fuente: Normativa ACI

Tabla 87. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

TMN del agregado grueso	Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos módulos de fineza del fino (b/bo)			
	2,40	2,60	2,80	3,00
3/8"	0,50	0,48	0,46	0,44
1/2"	0,59	0,57	0,55	0,53
3/4"	0,66	0,64	0,62	0,60
1"	0,71	0,69	0,67	0,65
1½"	0,76	0,74	0,72	0,70

Fuente: Normativa ACI

Tabla 88. *Determinación del contenido de aire atrapado.*

TMN del agregado grueso	Aire atrapado%
3/8"	3,0
1/2"	2,5
3/4"	2,0
1"	1,5
1 1/2"	1,0
2"	0,5
3"	0,3
4"	0,2

Fuente: Normativa ACI

