

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**MEJORA DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS**  
**APROVECHANDO LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y**  
**DEMOLICIÓN EN LIMA METROPOLITANA**

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

**PRESENTADO POR:**

**Bach. JIMENEZ SULLCAPOMA FREDDY**  
**Bach. QUESADA VARGAS BRAYAN JULIO**

**ASESOR: DR. SUELDO MESONES JAIME PIO**

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios, a mi esposa Noris, a mis hijos Salomón y la bebe por nacer, a mis padres Celedonio y Teresa, a mis hermanos, a mi familia, a mi familia C.J. quienes me brindaron consejos, apoyo y conocimientos para seguir adelante.

Freddy Jimenez Sullcapoma

Esta tesis está dedicada a todos mis seres amados; en especial a mis padres quienes, han sido el soporte y a la vez el empuje para nunca decaer y siempre mantenerme firme en cada etapa del proceso del desarrollo de esta tesis.

Brayan Julio Quesada Vargas

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro sincero agradecimiento a nuestra alma mater, por habernos brindado los conocimientos de esta maravillosa carrera; y a todas personas que de alguna manera nos apoyaron en el desarrollo de la tesis, entre ellos docentes y familiares.

Freddy Jimenez y Brayan Quesada

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUCCIÓN .....	iii
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción y formulación del problema general y específicos .....	1
1.1.1 Realidad Problemática .....	1
1.1.2 Preguntas General .....	12
1.1.3 Preguntas Específicas .....	12
1.2 Objetivo General y Objetivos Específicos.....	12
1.2.1 Objetivo General.....	12
1.2.2 Objetivos Específicos .....	13
1.3. Delimitación de la investigación: temporal espacial y temática.....	13
1.3.1. Espacial.....	13
1.3.2. Temporal.....	14
1.3.3. Conceptual o temática.....	14
1.4 Importancia y Justificación de la investigación.....	14
1.4.1 Importancia .....	14
1.4.2. Justificación .....	14
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1. Investigaciones relacionadas con el tema .....	17
2.1.1 Antecedentes Internacionales: .....	17
2.1.2. Antecedentes Nacionales: .....	19
2.2. Bases teóricas vinculadas a las variables de estudio.....	22
2.2.1 Construcciones sostenibles .....	22
2.2.2 Procesos constructivos que minimizan las RCD .....	28
2.2.3 Aprovechamiento de los RCD .....	32
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....</b>	<b>52</b>
3.1.Tipo y procedimiento de investigación.....	52
3.2.Población de estudio .....	52
3.3.Relación entre variables .....	53
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	53
3.5.Procedimientos para la recolección de datos .....	54

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	54
<b>CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>55</b>
4.1. Características del área de estudio .....	55
4.2. Gestión de residuos de la construcción y demolición (RCD).....	55
4.3. Prevención en la generación de residuos de la construcción y demolición (RCD) .	60
4.4. Alternativas de uso y aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición (RCD).....	64
4.5. Disposición de los residuos de construcción y demolición .....	70
4.6. Concreto con incorporación de agregados reciclados provenientes del aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición (RCD) .....	78
4.7. Aplicaciones del concreto con aprovechando los residuos de la construcción y demolición. ....	87
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>89</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>92</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>105</b>
Anexo 1: Permiso de la empresa C.J. Contratistas Asociados SAC.....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de RCD según su aprovechamiento.....	10
Tabla 2 Plantas de Valorización en Lima .....	70
Tabla 3 Rellenos Sanitarios en Lima .....	71
Tabla 4 Escombreras en Lima .....	71
Tabla 5 Registro de segregación y manejo de residuos de construcción CERS-05496/2020 .....	71
Tabla 6 Registro de segregación y manejo de residuos de construcción CERS-00503/2020 .....	72
Tabla 7 Registro de segregación y manejo de residuos de construcción CERS-05860/2020 .....	72
Tabla 8 Registro de segregación y manejo de residuos de construcción CERS-05923/2020 .....	73
Tabla 9 Registro de Comercialización y reaprovechamiento CERS-05496/2020.....	73
Tabla 10 Registro de Comercialización y reaprovechamiento CERS-05860/2020.....	74
Tabla 11 Registro de Comercialización y reaprovechamiento CERS-05923/2020.....	74
Tabla 12 Valorización Ambiental de los residuos reaprovechado CERS-05496/2020 ..	75
Tabla 13 Valorización Ambiental de los residuos reaprovechado CERS-05860/2020 ..	75
Tabla 14 Valorización Ambiental de los residuos reaprovechado CERS-05923/2020 ..	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Generación de residuos en el mundo por regiones.....	1
Figura 2 Generación de residuos por persona.....	2
Figura 3 Toneladas de residuos de construcción y demolición por año en Colombia.....	2
Figura 4 Residuos en el vertedero clandestino carretera La Molina Cieneguilla .....	3
Figura 5 Residuos de demolición en el cauce del río Chillón .....	3
Figura 6 Residuos arrojado en la playa Callao .....	4
Figura 7 Residuos de demolición en el cauce del río Lurín.....	4
Figura 8 Arrojan residuos en el cauce del río Rímac.....	5
Figura 9 Arrojan residuos en la vía pública frente a colegio en Comas .....	6
Figura 10 Denuncias ambientales en materia de residuos .....	6
Figura 11 Clasificación de residuos de la construcción y demolición.....	7
Figura 12 Clasificación de residuos en obra .....	8
Figura 13 Residuos de acero de la construcción.....	8
Figura 14 Residuos de la construcción .....	9
Figura 15 Los RCD ahora son considerados pasivos ambientales .....	11
Figura 16 Mapa de Lima Metropolitana .....	13
Figura 17 Materiales de construcción.....	34
Figura 18 Generación de emisiones atmosféricas por el uso de máquinas de construcción.....	35
Figura 19 Esquema de economía circular .....	36
Figura 20 Ciclo de vida del plástico y del plástico reciclado. ....	51
Figura 21 Mapa de Lima Metropolitana .....	55
Figura 22 Elementos prefabricados tipo pared y prelosas .....	57
Figura 23 Colocación de acero y encofrado .....	58
Figura 24 Picado de muros para colocación de tuberías.....	58
Figura 25 Escalera prefabricada en instalación, aún con ganchos de izaje .....	61
Figura 26 Ejemplo de muro con escurrimiento de lechada ya endurecida .....	61
Figura 27 Placa fenólica descartada por mal estado .....	62
Figura 28 Trabajador doblando barras de refuerzo en taller de habilitación del acero. .	62
Figura 29 Acero dimensionado.....	63
Figura 30 Tabique cortado para ajuste a altura de piso .....	64
Figura 31 Cartón como protección de pisos terminados.....	65

Figura 32 Cilindros reutilizados como contenedores de residuos. ....	65
Figura 33 Pallets usado como cerco de área de almacenamientos residuos .....	66
Figura 34 Baldes usados para traslado de herramientas y materiales .....	67
Figura 35 Uso de sacos para acarreo y acopio de escombros. ....	67
Figura 36 Transformación de plástico polipropileno.....	68
Figura 37 Acopio de residuos de Demolición y Selección de Residuos .....	68
Figura 38 Triturado de residuos de Demolición .....	69
Figura 39 Generación de agregado reciclado .....	69
Figura 40 Costo de contenedor de residuos 8m <sup>3</sup> .....	76
Figura 41 Costo de ingreso de volquete en arenera San Martín .....	76
Figura 42 Costo de m3 en relleno sanitario .....	77
Figura 43 Costo por m3 de transporte de RCD .....	77
Figura 44 Comparación de resistencia a la compresión de todos los diseños de mezcla	79
Figura 45 Comparación de resistencia a la flexión de los diseños de mezcla realizados a los 7, 14, 21 y 28 días .....	79
Figura 46 Resultados del potencial calentamiento global total. ....	80
Figura 47 Resistencia a los 28 días.....	81
Figura 48 Costo de concreto reciclado .....	82
Figura 49 Costo de concreto convencional.....	82
Figura 50 Resistencia a compresión con 0% de agregado de concreto reciclado.....	83
Figura 51 Resistencia a compresión con 15% de agregado de concreto reciclado.....	83
Figura 52 Resistencia a compresión con 30% de agregado de concreto reciclado.....	84
Figura 53 Resistencia a compresión con 45% de agregado de concreto reciclado.....	84
Figura 54 Resistencia a compresión con 60 % de agregado de concreto reciclado.....	85
Figura 55 Comparativo de resultados obtenidos con agregado reciclado .....	86
Figura 56 Producto de concreto con agregados e incorporación de PET .....	87
Figura 57 Estructuras con productos reciclados .....	87
Figura 58 Productos que se pueden comercializar a partir del reciclaje de las RCD .....	88
Figura 59 Bloques de concreto a partir del reciclaje de las RCD .....	88



## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo principal relacionar la mejora de los procesos constructivos y el aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición en Lima metropolitana, teniendo como problemática la disposición de los residuos en vertederos ilegales que generan contaminación ambiental, dichos residuos pueden ser aprovechados y generar nuevas oportunidades. La metodología empleada fue el análisis documental de distintas investigaciones, artículos y estudios relevantes para nuestra investigación, se estudió y analizó el manejo de los residuos de la construcción y demolición (RCD) en los procesos constructivos, Se describió las plantas de valorización, rellenos sanitarios y escombreras en Lima metropolitana, se estudió los concretos con agregados reciclados y se comparó con los concretos convencionales. Se concluyó que los procesos constructivos deben ser planificados y controlados evitando retrabajos que generan residuos. Los diseños, planos y modulaciones deben incluir elementos prefabricados, predimensionados y adecuarse a medidas comerciales de los materiales con fin de evitar generar residuos, así mismo se concluyó que la forma más conveniente de manejar nuestros residuos es usando las plantas de valorización, estas al mismo tiempo realizan la segregación, minimización, comercialización y reaprovechamiento de los RCD y además muestran la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en toneladas equivalentes, en la incorporación de los agregados reciclados en los concretos se concluyó que se contribuye a reducir la contaminación al medio ambiente, a minimizar la explotación de material virgen generando menores emisiones y mejorando los costos de producción.

**Palabras Clave:** Residuos de la construcción y demolición (RCD), procesos constructivos, concreto reciclado.

## **ABSTRACT**

The main objective of this thesis was to relate the improvement of construction processes and the use of construction and demolition waste in metropolitan Lima, having as a problem the disposal of waste in illegal landfills that generate environmental pollution, said waste can be used and generate new opportunities. The methodology used was the documentary analysis of different investigations, articles and studies relevant to our investigation, the management of construction and demolition waste (RCD) in the construction processes was studied and analyzed, the recovery plants, sanitary landfills were described and waste dumps in metropolitan Lima, the concretes with recycled aggregates were studied and compared with the conventional concretes. It was concluded that the construction processes must be planned and controlled avoiding rework that generates waste. The designs, plans and modulations must include prefabricated elements, pre-dimensioned and adapt to commercial measures of the materials in order to avoid generating waste, it was also concluded that the most convenient way to manage our waste is using the recovery plants, these at the same time they carry out the segregation, minimization, commercialization and reuse of the RCD and also show the reduction of CO<sub>2</sub> emissions in equivalent tons, in the incorporation of recycled aggregates in concrete it was concluded that it contributes to reducing pollution to the environment, to minimize the exploitation of virgin material generating lower emissions and improving production costs.

**Key Words:** Construction and demolition waste (RCD), construction processes, recycled concrete.

## INTRODUCCIÓN

El Perú es un país que recién se está iniciando en la gestión de los residuos de la construcción y demolición (RCD), la problemática existente son los residuos generados en las obras civiles y edificaciones que son depositados en vertederos ilegales que generan contaminación ambiental, dichos residuos pueden ser aprovechados, también es necesario revisar los procesos constructivos de forma que dichos procesos generen la menor cantidad de residuos, y estos residuos debe ser minimizados, reutilizados, reciclados.

En el capítulo I se comienza a desarrollar la investigación describiendo la realidad problemática, se plantearon los objetivos, tomando como objetivo relacionar la mejora de los procesos constructivos y el aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición en Lima metropolitana, se analizó la justificación e importancia de esta investigación, la limitación del estudio y su viabilidad.

En el capítulo II se presenta información que sirve de base teórica que justifica la presente tesis, basándonos en investigaciones relacionadas al tema, presentando antecedentes nacionales e internacionales.

En el Capítulo III se describe la metodología de la investigación, tipo, diseño y enfoque, así como las técnicas e instrumentos para la recopilación de datos.

En el Capítulo IV se realizan las investigaciones documentales, se presenta la información y se analizan los resultados.

Para finalizar se presentan las conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

## 1.1. Descripción y formulación del problema general y específicos

### 1.1.1 Realidad Problemática

La inadecuada gestión de los residuos está contribuyendo a la contaminación de ríos y océanos, se obstruye drenajes y causan inundaciones, son focos de infección transmitiendo enfermedades, perjudican a los animales que consumen estos residuos, y está afectando el desarrollo económico en todos los niveles, en la figura 1 podemos apreciar la generación de residuos por regiones a nivel mundial (Banco Mundial, 2018).

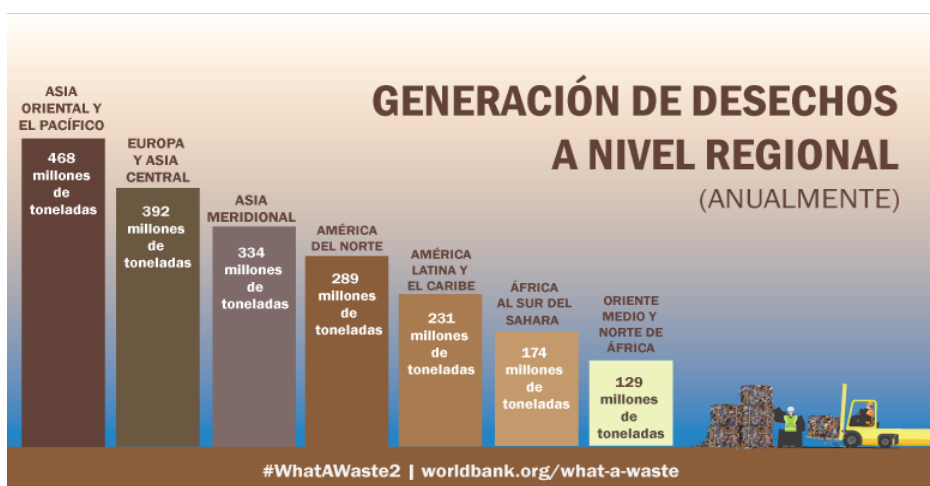


Figura 1 Generación de residuos en el mundo por regiones

Fuente: Tomado del Banco Mundial, 2018

En la gestión de los residuos se deben involucrar todos como sociedad en su conjunto. Deberíamos gestionar eficazmente y adecuadamente de los residuos porque es crucial para el logro del desarrollo sostenible, sin gestionar los residuos, su vertido en botaderos ilegales o su quema es perjudicial para la salud, contamina el medio ambiente, tiene impacto negativo en el clima y perjudica el desarrollo socio económico de las naciones que limita su desarrollo, en la figura 2 podemos observar la generación de residuos por persona por kilogramo día (Banco Mundial, 2018)

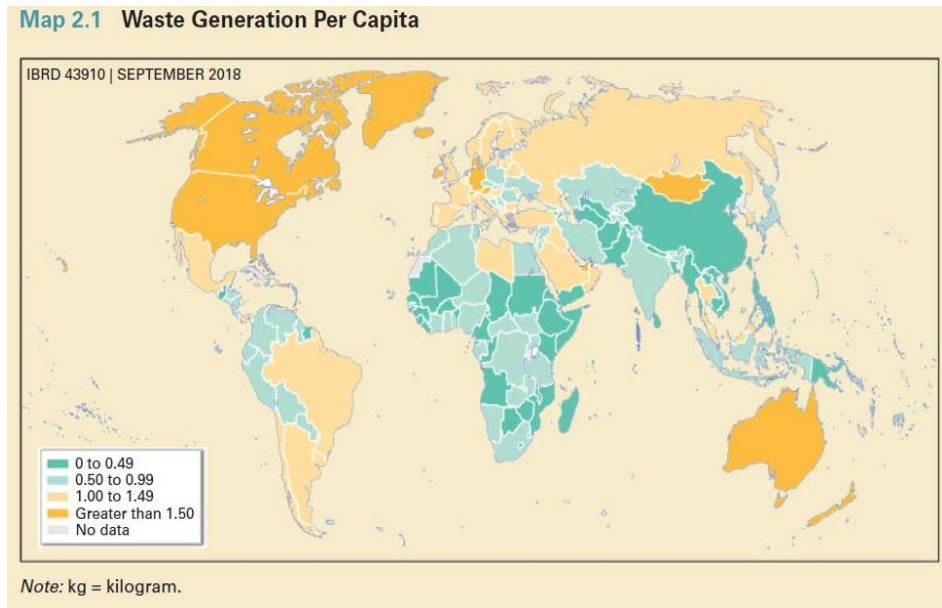


Figura 2 Generación de residuos por persona

Fuente: Tomado de What a Waste 2.0 Banco Mundial (2018)

Según (Suárez, Andrés, Mahecha y Calderón, 2018). El crecimiento demográfico en las ciudades a nivel mundial ha demandado que se requiera de mayores áreas para vivienda, centros comerciales, infraestructuras de entretenimiento y transporte, etc. Debido a este crecimiento los residuos de construcción y demolición son uno de los problemas que se debe atender en las ciudades del mundo, en la figura 3 se muestra la generación de residuos de construcción y demolición que se genera en Colombia por tonelada al año.

**TONELADAS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIONES Y DEMOLICIONES POR AÑO**

	CIUDAD			
	BOGOTÁ	MEDELLÍN	CAJÍ	BARRANQUILLA
<b>✓ LEGALES</b>	8.326.626 tons	1.827.040 tons	432.000 tons	15.168 tons
<b>✗ ILEGALES</b>	3.673.374 tons	372.960 tons	288.000 tons	2.832 tons
<b>TOTAL DE RESIDUOS / Construcciones y Demoliciones</b>	<b>12.000.000 tons</b>	<b>2.200.000 tons</b>	<b>720.000 tons</b>	<b>18.000 tons</b>
<b>✓ SITIOS LEGALES DE DISPOSICIÓN</b>	4	1	2	1
<b>✗ BOTADEROS ILEGALES O PUNTOS CRÍTICOS</b>	368	205	134	26

Figura 3 Toneladas de residuos de construcción y demolición por año en Colombia

Fuente: Catorce 6, diario virtual (14 de julio de 2017).

Según (Bezzolo y D'Angelo, 2020). La disposición de los residuos en lugares no autorizados llega a producir efectos de abandono y deterioro de los paisajes, así mismo contaminan las aguas superficiales y del subsuelo lo cual puede ser un peligro para la salud humana, en la figura 4 se muestra el vertido ilegal de residuos.



Figura 4 Residuos en el vertedero clandestino carretera La Molina Cieneguilla

Fuente: Tomado de El Comercio, 2019

Según (Sevilla, 2019) el inadecuado manejo de los residuos de construcción y demolición termina contaminando los suelos, playas, riberas de los ríos, esta acumulación genera vertederos informales, en las figuras 5 y 6 se aprecia el vertido ilegal en las riberas del río chillón y en la playa.



Figura 5 Residuos de demolición en el cauce del río Chillón

Fuente: Tomado de Sevilla, 2019



Figura 6 Residuos arrojado en la playa Callao

Fuente: Tomado de Actualidad Ambiental, 2019

Según la ley 29338, “Ley de Recursos Hídricos”. Se encuentra prohibido arrojar los residuos en lugares como playas, riberas, parques, calles, así como en áreas, bienes reservados y/o protegidas y sus zonas de influencia, mar, lagos, ríos, demás cuerpos marinos y bienes de dominio hidráulico así como sus fajas marginales y otros bajo su dominio o influencia, en las figuras 7 y 8 se observa el vertido ilegal en las riberas de los ríos Lurín y Rímac.



Figura 7 Residuos de demolición en el cauce del río Lurín

Fuente: Tomado de Actualidad Ambiental, 2019



Figura 8 Arrojan residuos en el cauce del río Rímac

Fuente: Tomado de Panamericana TV, 2017

Según (Risco, 2017) el ineficiente manejo de los residuos de la construcción y demolición (RCD) en Perú y la poca infraestructura adecuada para disponer y tratar dichos residuos representa importantes desafíos ambientales, sociales y económicos en nuestras las ciudades del país. Sólo hay 12 rellenos sanitarios formales para más de 1,800 distritos del Perú. Ello fomenta la aparición y uso indiscriminado de vertederos informales a cielo abierto carentes de cualquier tipo de control técnico para su disposición final, estos vertederos informales se encuentran ubicados en su mayoría en los conos urbanos, cerca de los ríos o de la costa. Las empresas generadoras de RCD destinan importantes cantidades de dinero pagando las elevadas tarifas para disponer sus RCD en rellenos sanitarios formales sin ningún reaprovechamiento de dichos residuos, mientras en las construcciones informales se pagan menores montos de dinero y están se disponen en vertederos informales, en ríos, playas, calles, avenidas y espacios públicos dentro y fuera de las ciudades. Debido a la contaminación ambiental y riesgos sanitarios que genera la deficiente disposición de los RCD las comunas deben recoger y limpiar los residuos que son dispuestos en lugares públicos, lo cual muchas veces no puede realizarse de forma constante y se acumulan por la falta de planificación, acción y/o de presupuesto, en las figuras 9 y 10 podemos observar el vertido ilegal en la vía



pública frente a un colegio y las denuncias ambientales recibidas por la OEFA respectivamente



Figura 9 Arrojan residuos en la vía pública frente a colegio en Comas

Fuente: Tomado de El Popular, 2020

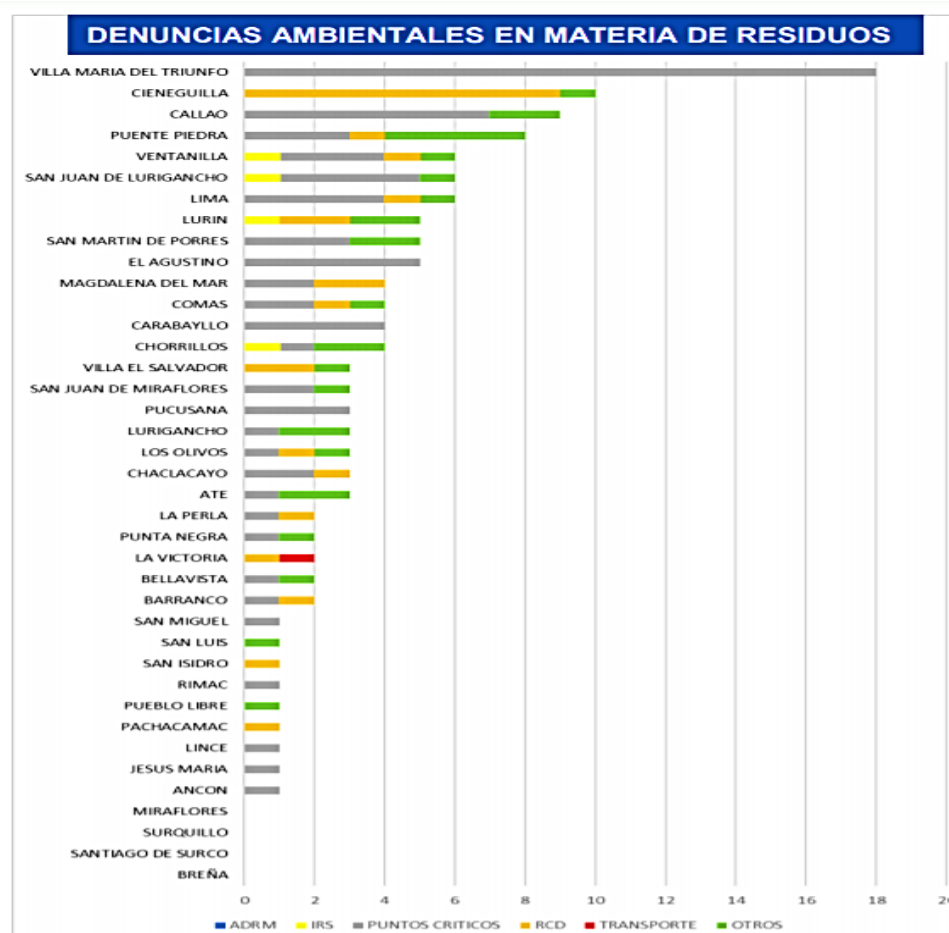


Figura 10 Denuncias ambientales en materia de residuos

Fuente: Tomado OEFA, 2019

Según (Bazán, 2018) en el Perú, los residuos de construcción no cuentan con la atención por parte de las autoridades, no se han realizado planes de manejo y tratamiento de residuos que permita aprovechar los beneficios que podrían obtenerse a partir de su reciclaje y comercialización. Además en diversas oportunidades los residuos son desechados a través de vertederos no autorizados, lo cual evidencia la falta de controles previos y posteriores sobre su contaminación o aprovechamiento.

Según (Bezzolo y D'Angelo, 2020) en los residuos de construcción debemos preguntarnos qué cantidad se llega a producir, qué tipo de residuos son y si hay un empleo o aprovechamiento de estos residuos. Debemos comprender dos características importantes de los residuos de construcción: su composición y la cantidad, ambas variables son componentes fundamentales puesto que desempeñan un impacto inmediato referente a la estimación y selección de los distintos métodos de tratamiento, asimismo, el entendimiento de la composición de los residuos de la construcción proporciona el reconocimiento de los impactos ambientales asociados con su disposición final, en las figuras 11 y 12 podemos observar la clasificación de residuos por su peligrosidad y los porcentajes de residuos en obra respectivamente.

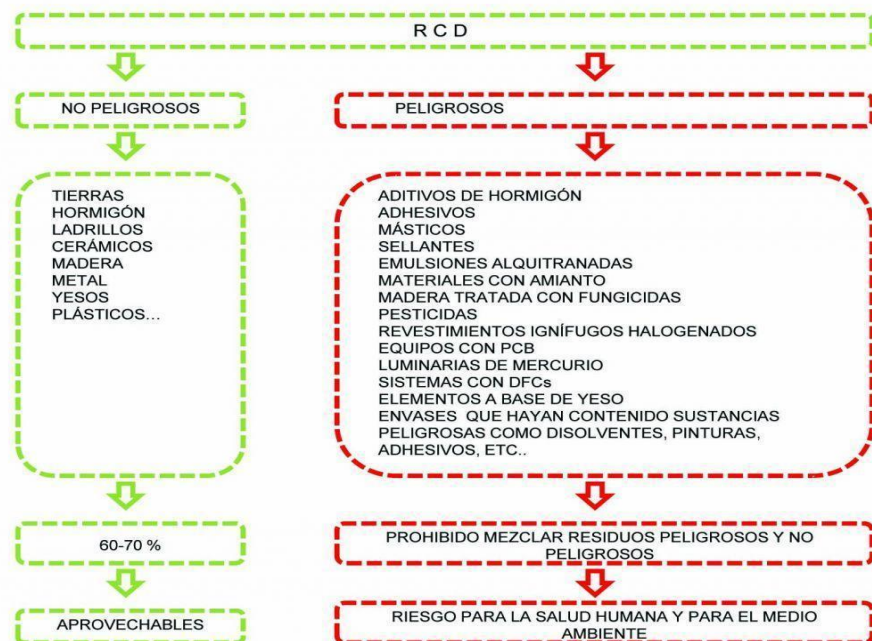


Figura 11 Clasificación de residuos de la construcción y demolición

Fuente: Tomado de Sevilla, 2019

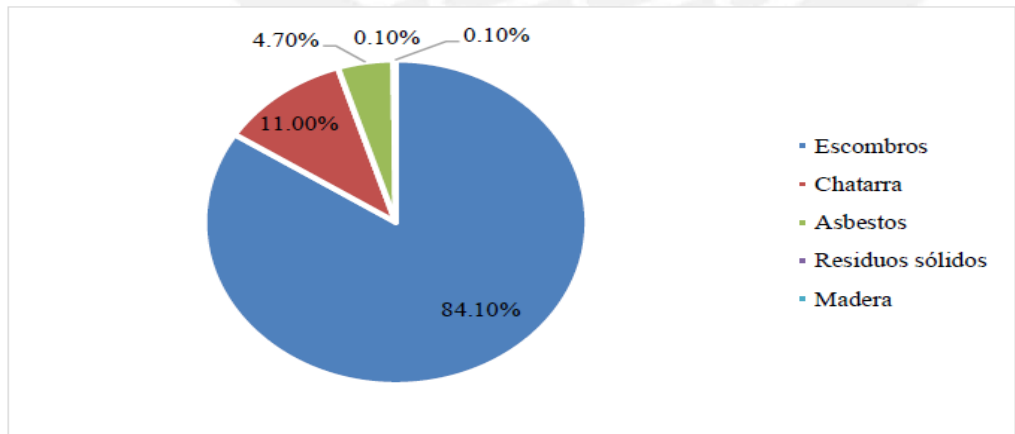


Figura 12 Clasificación de residuos en obra

Fuente: Tomado de Bazán, 2018

Según (Bezzolo y D'Angelo, 2020). Actualmente hay opciones y medidas que ayudan en la reducción y control de los residuos, las cuales impulsan y fomentan la educación ambiental para crear conciencia colectiva de la crisis ambiental que vivimos, fomentar la cultura del reciclaje, que son beneficiosos para el ambiente, la gestión integral de los residuos y cumplir el marco legal que busca la mitigación de la contaminación, en la figura 13 podemos observar residuos de acero en obra.



Figura 13 Residuos de acero de la construcción

Fuente: Tomado de Clemente y Luyo, 2020

Según (Silva, 2016) Una evaluación integral de la situación actual de la ciudad de Lima con respecto a la gestión, reciclaje y disposición de los RCD, permite apreciar la gravedad del problema. Los parámetros considerados para la evaluación son los siguientes: Impacto ambiental por residuos de construcción y demolición, uso de vertederos clandestinos, uso de materiales reciclados, infraestructura adecuada para la disposición y tratamiento de los RCD, conocer la formalidad en el sector de aprovechamiento de RCD, cantidad de empresas que realizan su declaración anual de disposición de RCD y conocer la experiencia en el mercado de reciclaje de RCD.

Según (Certificados Energéticos, 2018). Los residuos de construcción y demolición se pueden segregar en obra o pueden ser enviados a una planta de clasificación y valorización. Los residuos que son clasificados en obra se envían a plantas de reciclado. A este mismo lugar llegan también los residuos que no son separados en obra. Los productos que se pueden reciclar y aprovechar que son residuos no peligrosos son los áridos, los metales, los residuos de concreto, maderas, cerámicos, plástico, papel y el cartón, en la figura 14 podemos observar residuos diversos de construcción y demolición.



Figura 14 Residuos de la construcción

Fuente: Tomado de Olivares y De la Cruz, 2020

Según (Bazán, 2018). La caracterización de residuos de construcción, se realiza por medio de la comparación de tipos, cantidades y proporciones de

residuos de construcción. Si bien el ámbito nacional existen estudios de caracterización de residuos sólidos a nivel distrital y nacional, no hay información difundida sobre estudios de caracterización de residuos de construcción, el mismo sentido se encuentran los estudios referidos al aprovechamiento de residuos construcción.

Según (Gastañaga y Pascacio, 2018). Solo pocas empresas exigen que la disposición de sus residuos de construcción y la demolición sea realizada por medios certificados y autorizados, que garanticen la correcta disposición final. Las empresas que solicitan la disposición adecuada de sus residuos se enfrentan a costos más elevados pero debe tener en cuenta los beneficios al realizar esta buena práctica en la disposición adecuada de los residuos, en la tabla 1 podemos observar la clasificación de residuos por aprovechabilidad.

Tabla 1 Clasificación de RCD según su aprovechamiento

RCD aprovechables	I. Residuos mezclados	Residuos pétreos	Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales no pasantes al tamiz # 200
	II. Residuos de material fino	Residuos finos no expansivos	Arcilla, limos y residuos inertes que sobrepasen el tamiz # 200
		Residuos finos expansivos	Arcillas y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz # 200
	III. Otros residuos	Residuos no pétreos	Residuos de carácter metálico
Residuos orgánicos			Acero, hierro, cobre, aluminio
Residuos orgánicos vegetales		Residuos orgánicos	Residuos de tierra negra
		Residuos orgánicos vegetales	Residuos vegetales y otras especies bióticas
IV. Residuos peligrosos	Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos, explosivos, tóxicos y patógenos	Desechos de productos químicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes orgánicos, aceites, resinas, plastificantes, tintas, betunes	
V. Residuos especiales	No definida	Poliestireno, icopor, cartón, yeso (drywall)	
RCD No aprovechable	VI. Residuos contaminados con otros residuos	Residuos contaminados con residuos peligrosos	Materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos
		No definida	Residuos contaminados con otros residuos que hayan perdido las características propias de su aprovechamiento
Otros	VII. Otros residuos	No definida	Residuos que por requisitos técnicos no es permitido su reúso en obras

Nota: Tomado de Pacheco, Fuentes, Sánchez y Rondón, 2017

Según la (Municipalidad de Lima, 2019). Los residuos de la construcción y demolición deben disponerse en escombreras, pero al no contar con escombreras en Lima, la OEFA, Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental recomienda disponer estos materiales en empresas mineras no metálicas que cuentan con estudio de impacto ambiental, y que hayan contemplado, dentro de su plan de cierre, recibir estos residuos.

Según (Pontificia Universidad Católica del Perú, 2019) la economía circular tiene muchos beneficios al ser restaurativa mitiga la deforestación y el agotamiento de los recursos naturales, reduce la utilización de materia prima nuevas, reduce los residuos, reduce de las emisiones de carbono, fomenta el uso de materiales y productos para uso circular, contribuye con el uso de productos de mayor longevidad, en contraposición con la obsolescencia y fomenta la creación de nuevos empleos y mercados para trabajos circulares.

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019) el reaprovechamiento de las RCD tiene por finalidad disminuir la cantidad de residuos para la disposición final luego de realizarse el proceso de segregación, reciclaje y/o reutilización. De no ser posible el reaprovechamiento de residuos se deben aplicar estrategias preventivas y procedimientos orientados a reducir al mínimo factible su volumen y peligrosidad. Los residuos aprovechables son incorporados al proceso constructivo cuando su uso no afecta a la calidad ambiental, a la salud y sus características o sus propiedades sean compatibles con los requerimientos técnicos de dicho proceso.



Figura 15 Los RCD ahora son considerados pasivos ambientales

Fuente: Tomado por Diario Gestión, 2020.

Contraloría (2017) la ausencia de escombreras para la disposición final de las RCD, se vienen aprobando instrumentos de gestión ambiental (IGA) del sector edificaciones, que autorizan la disposición de las RCD en rellenos municipales y en otros destinos en los que no se precisa el nombre y ubicación.

Llanos (2020) la industria de la construcción se realiza de forma incisiva en todos los estados con un incremento eminente vertiginoso, no obstante, este aumento se está dando de forma no planificada con una creciente generación de residuos generados por las obras de construcción que afectan las ciudades; por lo que debemos establecer medios efectivos para evitar que el desarrollo provoque daños irreversibles al medio ambiente, así como presentar soluciones y métodos para la gestión sostenible de dichos residuos.

#### 1.1.2 Preguntas General

¿Los procesos constructivos mejoran al aprovechar los residuos de la construcción y demolición en Lima metropolitana?

#### 1.1.3 Preguntas Específicas

- a) ¿Cómo mejoran los procesos constructivos a partir de reducir la generación de residuos de construcción y demolición en obra?
- b) ¿Cómo manejar y aprovechar los residuos de la construcción y demolición en los procesos constructivos en Lima metropolitana?
- c) ¿Cómo relacionar el uso del agregado reciclado en las mezclas de concreto y compararlas con los concretos convencionales?

### 1.2 Objetivo General y Objetivos Específicos

#### 1.2.1 Objetivo General

Analizar la mejora de los procesos constructivos y el aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición en Lima metropolitana.





### 1.3.2. Temporal

La presente investigación está comprendida entre los meses de junio a octubre del 2021

### 1.3.3. Conceptual o temática

Investigaciones relacionadas al aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición, investigaciones de procesos recuperación de los materiales provenientes de reducir, recuperar y reciclar los residuos e investigaciones de incorporación de los residuos en los procesos constructivos.

## 1.4 Importancia y Justificación de la investigación.

### 1.4.1 Importancia

El presente estudio es importante para revisar, describir y analizar el manejo de residuos de construcción y demolición (RCD) en su impacto ambiental y económico de lima metropolitana, Así mismo, se podrá reconocer qué factores influyen en el manejo de los RCD en el aprovechamiento de los residuos en productos o materiales que se pueden ser utilizados en los procesos constructivos que permitan reducir, controlar o mitigar los impactos ambientales y económicos.

### 1.4.2. Justificación

Esta investigación responde a la necesidad de conocer la disposición de los residuos de construcción y demolición generados en las obras de Lima Metropolitana. Las RCD pueden reciclarse y ser aprovechadas como en diversos materiales sostenibles. (CICLO, 2019)

#### Justificación Teórica.

El incremento de construcciones a nivel mundial ha producido un mayor consumo de recursos naturales y el aumento del volumen de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), ocasionando grandes daños ambientales afectando el desarrollo sostenible de las ciudades. (Vargas, 2020). La

investigación se realizará buscando describir dicho proceso buscando soluciones y alternativas de mejora en el manejo de los residuos.

#### Justificación Social.

La generación de residuos de construcción y demolición en obra es continua e inevitable generado por los diversos materiales, cajas y empaques que se utilizan en cada una de las etapas de los procesos constructivos, estas producen altos volúmenes de residuos. La responsabilidad de los promotores, gerentes, profesionales, equipo técnico y trabajadores de la construcción sobre los residuos generados en obra es un compromiso que se tiene asumir y tomar acción, pero no son los únicos que participan en la generación de los residuos, lo que manifiesta la problemática de analizar el rol de cada uno de los sectores que participan de estos procesos, vincularlos y llegar a conclusiones que accionen mejores procesos para el manejo de las RCD. (Rea, 2017)

#### Justificación Ambiental.

La gestión de las RCD, involucra a distintos actores ajenos al proceso constructivo, de manera directa e indirecta. En las distintas comunas, es común apreciar a personas de bajos recursos realizando tareas de reciclaje, en forma desorganizada y sin medidas de control. En los procesos constructivos se requiere el control e interacción entre los sectores involucrados en el proceso de generación, transporte y disposición de las RCD, se han convertido en problemas principalmente de contaminación ambiental que se evidencia en los vertederos informales. (Rea, 2017)

#### Justificación Económica.

Existe diferencia entre los residuos que se generan en peligrosos y no peligrosos, siendo estas últimas que se puede reducir, reutilizar y reciclar, generando valor y oportunidades económicas es posible la implementación de medidas o mayor impulso a mercados que trabajen con productos a partir de materiales reciclados, así como la reducción de volúmenes de residuos que se disponen en un relleno sanitario.

### 1.4.3 Viabilidad

Con referencia a la viabilidad de la presente tesis, se utilizará material de información digital como libros, revistas científicas, repositorios académicos, para ampliar los conocimientos y poder realizar la correcta identificación y evaluación de los impactos ambientales, también se utilizará material propio de la ejecución de la obra, como el presupuesto y memoria, cabe señalar que la experiencia previa en obra es beneficiosa ya que nos brinda información valiosa de la realidad problemática para el posterior desarrollo de la presente investigación.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Investigaciones relacionadas con el tema

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales:

Suarez, Andrés, Mahecha y Calderón, L. (2018) en su investigación nos indica que la gestión de los residuos es un tema de vital importancia a tener en cuenta en las políticas y planes de desarrollo de una localidad. Una de las condiciones necesarias para implementar la buena gestión de los residuos es un estudio preliminar o diagnóstico sobre la generación de los mismos en la zona. En este artículo se presenta, a modo de diagnóstico, la gestión actual de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la ciudad de Ibagué (Colombia) y se analizan sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Para llevar a cabo el estudio, además de la revisión bibliográfica, se estableció contacto directo con 56 empresas constructoras localizadas en Ibagué. Adicionalmente se visitaron organismos institucionales, escombreras y plantas de tratamiento de metal. Por la información y datos obtenidos, se observó que las empresas presentan poco conocimiento sobre la problemática asociada a los RCD y sus diferentes sistemas de gestión. Se encontró también que los residuos producidos en las actividades constructivas son generalmente tierras de excavación, depositadas en el vertedero por la mayoría de las empresas analizadas. En estudios posteriores se recomienda realizar análisis de esta tierra para comprobar su estado y composición, con el fin de hacer una buena gestión de este residuo.

Pacheco, Fuente, Sánchez y Rondón (2017) en su investigación los residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión. Colombia, La cantidad de residuos del concreto, la madera, el ladrillo y los materiales cerámicos es mayor con respecto a los otros que componen los RCD en la ciudad de Barranquilla, lo que les da ventaja para las prácticas de aprovechamiento, además de contar con un grado de avance en la investigación efectuada sobre estos a nivel mundial. La informalidad que se presenta en la recolección de los RCD y el desinterés por parte del gremio

constructor acerca de la disposición final de los mismos, está fomentando la aparición de lugares de disposición ilegal, tal como se evidenció en este documento, por lo que las entidades ambientales deben ejercer un mejor control, para su pronto control, puesto que se pueden convertir en potenciales focos generadores de enfermedades, contaminación y mala disposición."

López (2020) en su investigación nos indica que el usar concreto reciclado es una forma efectiva de reducir los vertederos de basura, los costes (impuestos) asociados a su descarte y evitar la afectación de los suelos. Además, permite la sustitución de materia prima, reduce el impacto ambiental por la explotación de recursos naturales y genera empleo. Por otra parte, al ser procesado en el mismo sitio de construcción o demolición, reduce el gasto de transporte. Esto se combina con el buen rendimiento que puede tener debido a sus propiedades de densidad y su capacidad de compactación, que lo hacen especialmente útil para varias aplicaciones.

Carrillo (2019) en su tesis alternativas de reutilización de los desechos sólidos de construcción como materia prima en diferentes procesos, En el Ecuador existen varios proyectos de construcción, generando desechos sólidos que no tienen buena disposición final, lo cual afecta al ambiente y al paisajismo del país, por lo que se requiere buscar alternativas estratégicas para la reutilización de los mismos en diferentes procesos constructivos, lo que disminuirá la carga ambiental de las escombreras, recolectoras de este tipo de desechos. El presente estudio tuvo por objetivo investigar alternativas de reutilización de los desechos sólidos de la construcción, para la aplicación de los mismos en la edificación de viviendas sencillas. Se analizaron y propusieron estrategias de gestión y utilización de estos materiales, para transformarlos en materia prima para diferentes procesos constructivos.

Leal (2020) en su investigación propone una guía de buenas prácticas orientadas a minimizar residuos sólidos llevados a botadero en edificación en altura en la cual indica el crecimiento poblacional es un problema al que se ven enfrentadas todas las grandes ciudades del mundo. Santiago de Chile no es la excepción. El objetivo de esta memoria es generar una guía de buenas

prácticas de gestión de residuos, orientada a minimizar el volumen de los residuos llevados a botadero en edificación en altura. A lo largo de este trabajo se identifica la situación actual en torno a la clasificación y el manejo de residuos de construcción, en Chile y el extranjero. Se estudia un grupo de seis obras de edificación en altura de la constructora EBCO S.A. en Santiago de Chile, en las que se hace un seguimiento al volumen de escombros llevados a botadero y se identifican las medidas aplicadas en cuanto a gestión de residuos. Presenta una serie de alternativas categorizadas según la jerarquía de gestión de residuos: prevenir, reutilizar y reciclar. Se analizan algunas de las acciones propuestas, identificando las dificultades para su ejecución y evaluando su impacto económico y ambiental. El resultado del trabajo se resume en una tabla indicando los distintos tipos de residuos, las actividades en que se generan y las alternativas de gestión propuestas. A partir de esta se propone finalmente la guía de buenas prácticas aplicables, con los debidos ajustes, a cualquier proceso de características similares en el área de edificación.

#### 2.1.2. Antecedentes Nacionales:

Vargas (2020) en su investigación nos indica que el uso de residuos de materiales convencionales como el concreto reciclado ayuda a disminuir los vertederos de escombros al no contaminar el suelo y la reducir el costo del transporte, ayudando a la sostenibilidad de la ciudad. Son necesarias las prácticas sostenibles, aunque en muchos casos en las construcciones, las dimensiones ambientales y sociales no son consideradas para la toma de decisiones. El reciclaje de residuos por demolición de materiales no convencionales también trae beneficios desde conservar el medio ambiente hasta una ganancia económica. El problema es que la normativa técnica que regula el uso de estos materiales es insuficiente y se tiende a exigir a estos materiales reciclados las mismas características que a los materiales naturales.

Bezzolo y D'Angelo (2020) en su investigación nos indica la propuesta de una escombrera para el manejo de los residuos sólidos de la construcción permite mitigar los impactos ambientales que son generados, disminuye el caos por la deficiente disposición de los residuos, los cuales son abandonados

en diferentes sitios de la ciudad alterando el diseño urbanístico como también modificando el paisaje. Al considerar la escombrera se genera una ciudad más eficiente y competente con un alto grado de preocupación por el ambiente.

Clemente y Luyo (2020) en su investigación nos indica que el sistema constructivo prefabricado genera menos impactos negativos en el medio ambiente en comparación al sistema convencional. Y esto se debe a que la aplicación del Sistema prefabricado implica un proceso industrial de las actividades como habilitación y colocación de acero, encofrado y vaciado de concreto dentro de la planta de producción, mientras que el sistema convencional realiza las actividades mencionadas in situ, generando impactos ambientales dentro del proyecto. Mediante el análisis de actividades de los sistemas constructivos prefabricados, se logró determinar la significancia de sus efectos en el sistema socio-económico. De los resultados obtenidos se puede concluir que, el sistema constructivo prefabricado genera impactos positivos únicamente en el sistema ambiental en mención y esto es porque está conformada por el empleo, el mercado industrial y los servicios por parte de empresas subcontratistas. Sin embargo, debido a que las actividades como la habilitación y colocación de acero, encofrado y vaciado de concreto son realizadas en planta de fabricación, el prefabricado tiene una menor incidencia en el sistema ambiental socio-económico en comparación al sistema constructivo convencional y esto es porque se reduce la mano de obra, subcontratistas y proveedores durante la ejecución de obra.

Silva (2016) en su investigación nos indica que es de gran utilidad recibir residuos de construcción y demolición y brindar servicios gratuitos. Las empresas de construcción obtienen mejores precios al deshacerse de los desechos ilegales, lo que genera muchas ganancias para la empresa. El análisis económico y financiero muestra que todos los valores derivados de los parámetros de valoración, el valor neto actual y la tasa de rendimiento son buenos cuando se utilizan. Por lo tanto, la instalación de la planta es conveniente y beneficiosa. Una planta de reciclaje en la ciudad de Lima, Perú. A partir de una evaluación de 360 ° realizada en un entorno 3R sin un sistema, la situación actual puede considerarse negativa o sin vida para

algunos de los parámetros considerados. La implementación del sistema 3R y el cumplimiento de las condiciones esperadas muestran que el impacto del RCD en el entorno actual se ha mejorado significativamente. Minimice los RCD descartados en el montón secreto. También aumentará el uso de materiales reciclados en el sector de la construcción. Puede mejorar su sostenibilidad y reducir el uso de recursos naturales.

Olivares y De la Cruz (2020) en su investigación nos indica que al instalar la planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, se proyecta según los cálculos y datos estadísticos que esta incidirá significativamente con un impacto ambiental en la ciudad de Lima y a través de los resultados N°1 y N°2, este impacto posiblemente será positivo debido a que existirá una reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub>. El cual dejará de emitir para el año 2025 un aproximado de 2,165Ton a 7,593 Ton de CO<sub>2</sub>. Se concluye que el instalar una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, podemos obtener una reducción en los gastos de combustible y de operaciones, ya que lograríamos reducir hasta en 108.42 soles por cada viaje y S/ 27,682.1 soles en una producción mensual al comparar una cantera tradicional y una planta de tratamiento de residuos de RCD.

Sevilla (2019) en su investigación nos indica que el realizar una gestión parcial del material inerte de los residuos de la demolición. Desconoce la existencia de plantas locales de reciclaje, manifiesta se puede reciclar los residuos de demolición como agregados. No se tiene conocimiento de los lugares de disposición final autorizados. Realizan una gestión parcial del material inerte de los residuos de la demolición. Desconoce la existencia de plantas de reciclaje de residuos de demolición e indica que no se reciclan éstos por falta de reglamentación. No se tiene conocimiento de la existencia que ya existen ni el real conocimiento de los lugares de disposición final autorizados. Realizan una gestión parcial del material inerte de los residuos sólidos de la demolición. No se tiene conocimiento de la existencia de las pocas plantas de reciclaje que ya existen. Los residuos de demolición se disponen en rellenos sanitarios sin embargo se estima que existen escombreras autorizadas como disposición final. Realizan una gestión parcial



del material inerte, el aporte a la recuperación del mismo es no contaminando el producto. No tiene conocimiento de la existencia de plantas recicladoras de residuos de la demolición locales. Asume que las escombreras son un destino de disposición final autorizado. Se realiza una gestión parcial de los residuos de la demolición. No tiene conocimiento de la existencia de plantas recicladoras de residuos de la demolición locales. Tiene conocimiento de que hay rellenos sanitarios autorizados para recibir residuos de la demolición como disposición final. Se realiza una recuperación parcial de los residuos de la demolición, por medio de desmontaje de material recuperable, limpieza y selección de materiales inertes. No tiene conocimiento de la existencia de plantas recicladoras de residuos de la demolición locales. El entrevistado indica que la disposición final de los residuos inertes de la demolición son las escombreras, asumiendo que es un lugar autorizado para esto de las pocas plantas de reciclaje.

Gastañaga y Pascacio (2018) en su investigación nos indica que existe tecnología suficiente y en pleno desarrollo para sustituir el agregado grueso y fino por agregados reciclados y lograr resistencias de concreto deseadas. Una de las principales primarias para apoyar el proyecto es el reciclaje y selección de productos en obra similar como lo hacen con el material derivados del acero, asimismo motivar económicamente a las empresas de eliminación de material propio a depositarlo en depósitos autorizados. La política nacional ambiental ha fomentado la promoción del bono gubernamental "Mi Vivienda Sostenible". Existe un nicho de mercado para las inmobiliarias de nivel A, B y C, interesadas en un producto de calidad, con menor impacto en el medio ambiente y a un precio menor o similar al ladrillo en el mercado. Hay una buena percepción del uso de ladrillo reciclado, y más inversionistas que apostarían por el uso de este ladrillo en sus edificaciones. Principalmente por las características del producto como calidad, certificación y precio.

## 2.2. Bases teóricas vinculadas a las variables de estudio

### 2.2.1 Construcciones sostenibles

Según Bautista y Loayza (2017). Las edificaciones deben ser sostenibles y son aquellos que, tanto en el diseño arquitectónico como durante la

construcción y operación, tienen en cuenta el impacto ambiental que tendrán a lo largo de su vida. Este tipo de edificación busca mitigar el cambio climático optimizando el consumo de energía y los recursos hídricos, así como minimizando el desperdicio y la energía utilizada como materiales durante la implementación del proyecto.

Según Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021). El proyecto debe llevarse a cabo teniendo en cuenta no solo el beneficio obtenido durante la construcción y comercialización del producto terminado, sino también el nivel de satisfacción humana o impacto ambiental a lo largo de la vida del proyecto, con un uso (de 70 a una media de 100 años). Se destaca por las debilidades de los edificios existentes, el alto consumo de energía y agua, la calidad del ambiente interior, los materiales y productos de construcción, la gestión de residuos, etc.

Los principales problemas identificados son:

- Contaminación del aire y bajos niveles de confort térmico en espacios públicos.
- Contaminación por residuos sólidos.
- Contaminación y gasto innecesario del agua.
- Consumo de energía e impacto ambiental.
- Deterioro de áreas naturales.

Según Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021). En lo relativo al diseño y la construcción de edificaciones y ciudades tiene como características más saltantes:

El mayor valor aportado a la naturaleza y la ecología:

- Utilizar medios de transporte no motorizados o tecnologías limpias.
- Energías renovables (solar, eólica, etc.).
- Desarrollo de espacios verdes.
- Uso masivo de tecnologías de la información:
- La vivienda es cada vez más adecuada para el teletrabajo, lo que afecta su ubicación y diseño ambiental.

- Las oficinas aumentan el uso de tecnología y reducen el espacio de trabajo físico (por ejemplo, salas de conferencias).
- Ofrece más entretenimiento virtual (conciertos, visitas guiadas, entre otros).
- Crecimiento del número de tiendas y crecimiento de las compras virtuales.
- La gente aprecia la naturaleza, la ecología.
- Problemas de salud:
- Calidad del aire interior.
- Beneficios de calor y brillo.

Según Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021) El objetivo es promover la reducción de emisiones de carbono en los edificios a través de la implementación de edificios sostenibles, así como políticas y procedimientos públicos o privados que acerquen la industria de la construcción de una manera sostenible y socialmente más responsable. Es miembro del World Green Building Council, una influyente organización internacional en el mercado de la construcción sostenible, presente en más de 100 países. Promueve diversas certificaciones ambientales LEED, EDGE, BREAMM, entre otras.

El Fondo MIVIVIENDA S.A. es una entidad financiera adscrita al MVCS que tiene entre sus funciones la promoción y financiamiento de la adquisición, mejoramiento y construcción de viviendas, especialmente las de interés social, a través de créditos, bonos y programas. El Bono Mivivienda Sostenible (BMS) fue aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 0212D2015, de fecha 16.06.2015, y según su reglamento, este bono es un atributo de los créditos Mivivienda consistente en la ayuda económica directa no reembolsable que se otorga a las personas que accedan a una vivienda sostenible con el crédito MIVIVIENDA.

Las distintas municipalidades han promulgado ordenanzas municipales que impulsan la construcción sostenible de edificaciones mediante incentivos

dentro de su jurisdicción y considerando la aplicación de normas nacionales o la acreditación mediante certificaciones internacionales. Algunas se muestran a continuación:

La Ordenanza N° 593 MSB del 22.09.2017 del distrito de San Borja, regula la promoción de edificios sostenibles en áreas residenciales del condado de San Borja con el fin de mejorar la calidad del aire, aumentar los espacios verdes, así como mejorar y embellecer los espacios abiertos en el vecindario El sector privado en el condado está a la altura de los estándares de sostenibilidad , debidamente certificado, desde la emisión la altura está sujeta al respeto de los parámetros relativos a aparcamientos, cubiertas verdes, ratios mínimos de superficie arbolada y certificación internacional (LEED, DGNB, BREEAM o EDGE).

La Ordenanza Municipal N° 610 MSB del 25.10.2018 del distrito de San Borja El artículo 2 establece que su objetivo es promover edificaciones plurifamiliares sostenibles en las zonas residenciales del barrio San Borja, con el fin de minimizar el impacto ambiental de las actividades de construcción. En las cercanías, reduciendo la contaminación atmosférica, uso de los recursos naturales, así como del agua y la energía, aumentando los espacios verdes, la adecuada gestión de residuos, así como mejorando y embelleciendo los espacios abiertos de los edificios en los terrenos edificados de propiedad privada del barrio; elevando los estándares de calidad de vida de los residentes, con los certificados debidamente certificados estándares de sustentabilidad, a las especificaciones establecidas en el Anexo 1, el cual es parte integral de esta ordenanza.

La Ordenanza N° 437 MSI del 13.07.2016 del distrito de San Isidro, establece disposiciones generales de carácter ambiental (movilidad sostenible, área libre, porcentaje de muros opacos en función al área vidriada, entre otros) aplicadas a edificaciones.

La Ordenanza N° 510MM del 08.02.2019 del distrito de Miraflores, Su objetivo es prescribir criterios técnicos para el diseño y construcción de edificaciones sustentables, así como establecer la dinámica a la que serán accesibles estos proyectos, con el fin de promover la construcción de edificaciones sustentables con los recursos naturales promoviendo un uso eficiente de la energía y el agua. , crear espacios saludables y confortables

que contribuyan al desarrollo sostenible de la ciudad, un equilibrio entre el desarrollo urbano y la preocupación por el medio ambiente; y mejorar la calidad de vida de la población, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 1 de la citada ordenanza.

Según Zarta (2018) la sostenibilidad ambiental debe lograrse gestionando la explotación de los recursos naturales y la adecuación de los impactos sobre el ecosistema, de manera que esté dentro de los límites de la regeneración vegetativa y natural, se deben tener los siguientes criterios en las edificaciones como el mínimo consumo de energía y agua, el uso de energías renovables, el mínimo impacto ambiental al integrar el proyecto con el paisaje y el uso de materiales al realizar las siguientes soluciones.

- Cobertura aislante
- Sistema de iluminación de alto rendimiento
- Acumulación de agua de lluvia
- Reciclaje aguas grises
- Grifos con temporizadores
- Uso de electrodomésticos de alta eficiencia
- Instalación de paneles para aprovechamiento de la irradiación solar.

Entonces se define a los criterios de sostenibilidad como soluciones que busquen mitigar los impactos medioambientales producidos por la actividad humana.

Zarta (2018) con el concepto de implementación ecoeficiente, las empresas obtienen una iniciativa con alto valor agregado, sobre todo porque promueve el desarrollo socioeconómico sin altos costos ambientales, lo que las convierte en líderes en esta dirección. ¿Por qué lo informamos? Porque es importante reconocer que las iniciativas corporativas no tienen como objetivo destruir el medio ambiente; por tanto, los conflictos no surgen de las finalidades establecidas por las empresas, sino de los procesos de trabajo utilizados para la creación de los consumibles. En un modelo ecoeficiente, la jerarquía de acciones previstas debe incluir: “prevención, reutilización, reciclaje, recuperación de material, quema con recuperación de energía,

quema y vertedero”. Por tanto, la aplicación del modelo de ecoeficiencia, según el Banco Interamericano de Desarrollo, implica que los principales beneficios que trae la implementación de la ecoeficiencia se verán reflejados en los siguientes aspectos:

- Mejora de la productividad
- Ahorro de energía y materias primas
- Reducción de residuos y materiales tóxicos
- Disminución de los riesgos
- Ahorro en el gasto de control de la contaminación
- Mano de obra más motivada
- Enfoque para una mejora continua
- Mejores medidas de sanidad y seguridad
- Reducción de los riesgos civiles ambientales

Zarta (2018) da los siguientes alcances en su libro acerca de la definición de sustentabilidad.

- La sustentabilidad tiene que ver con lo finito y delimitado del planeta, así como con la escasez de los recursos de la tierra
- Con el crecimiento exponencial de su población
- Con la producción limpia, tanto de la industria como de la agricultura
- Con la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales

Sin embargo, la clave de la sostenibilidad está en la transparencia, es decir, en los desarrollos comunes entre subsistemas considerados como el avance de un lugar y / o territorio determinado, regulando el progreso del hombre con su entorno y el establecimiento de relaciones armónicas. entre sistemas sociales, entornos, culturas y / o valores. Es por ello que la sostenibilidad debe entenderse como una disciplina cohesionada y como una nueva forma de repensar la relación del hombre con la naturaleza, basada en la integridad de los aspectos económicos, sociales, ambientales y valorativos, que lleve a una revolución global de supervivencia con el planeta.

### 2.2.2 Procesos constructivos que minimizan las RCD

Para el manejo integral de los residuos es necesario minimizar desde su generación y se requiere generar las estrategias que contribuyan a su reducción significativa. Napa (2019) las técnicas de construcción modular y prefabricada no son nuevas en el campo de la arquitectura, ya que a lo largo de la historia se han desarrollado diferentes técnicas referentes a la modulación de estructuras, los elementos se construyen o prefabrican utilizando elementos estandarizados. La modulación se refleja en la creación de tabiques o paneles de ladrillo en la construcción antigua, pero la modulación también se refleja en las relaciones de medición utilizadas en la construcción, como un ejemplo obvio es la arquitectura griega antigua. Otro ejemplo lo vemos en las construcciones japonesas donde utilizan las llamadas mamparas japonesas o tatamis para dividir espacios, en este caso se puede decir que utilizan ambos los dos modos de modulación para obtener flexibilidad en la asignación del espacio interior. Más reciente es la versatilidad que hacen posible los elementos prefabricados, basados en la tecnología desarrollada durante la revolución industrial. La prefabricación se ha reflejado en diversas estructuras a lo largo de la historia, la construcción del Palacio de Cristal en Paxton y la Torre Eiffel son algunos ejemplos. El desarrollo de casas prefabricadas está determinado principalmente por el aumento en el tamaño de los elementos de construcción independientes. Bueno, si bien algunos ingredientes ancestrales ya están disponibles, estos son solo elementos menores. Los avances en componentes prefabricados de mayor tamaño van de la mano con la producción en masa y la implementación de nuevos materiales en la construcción. Este es el caso del acero y el hormigón. Así como nuevas formas de unir componentes de construcción.

Napa (2019) aplicando la metodología top down, para la construcción de un edificio de oficinas, mediante la cual se espera mejorar el plazo de ejecución de obra y evaluar las distintas variables entre uno y otro proceso y su impacto en la propuesta técnica económica. Asimismo, se listan algunos de los

criterios básicos que se deben revisar antes de analizar un proyecto con top down. Por otro lado, también se realiza un análisis del costo de alquiler del m<sup>2</sup> de oficinas en la zona exclusiva de la ciudad para finalmente valorar el tiempo ganado en la construcción. El Proceso constructivo top down consiste en realizar la construcción de la edificación con un mínimo de dos frentes de trabajo. Uno será en la súper estructura y el otro en la sub estructura, para ello es necesario realizar la estabilización y la excavación mediante un procedimiento que no sea el tradicional de muros anclados, ya que este no permite realizar este un top down.

Según Clemente y Luyo (2020) El sistema de construcción prefabricado intenta ensamblar y fundir los elementos estructurales destinados a la construcción del edificio en el hormigón armado, que se fabrican en la fábrica y luego se entregan al sitio de construcción para su procesamiento, del elemento estructurante, así es como se puede producir una estructura monolítica. Con el desarrollo de este sistema constructivo, las plantas de producción se han flexibilizado para poder crear elementos tanto estructurales como no estructurales en obra, flexibilizando aún más el sistema, reducirse y también reducir significativamente los costos directos.

La Norma Técnica E.060 Concreto Armado (2009) indica:

El diseño de los elementos prefabricados y sus conexiones debe incluir la carga y las condiciones de contorno desde la fabricación inicial hasta la finalización de la estructura, incluido el desmantelamiento, almacenamiento, transporte y montaje. En estructuras prefabricadas, se debe tener especial cuidado en el diseño de las conexiones para minimizar o transmitir, según sea el caso, las fuerzas debidas a contracciones, ductilidad, variaciones de temperatura, deformaciones elásticas, asentamientos diferenciales, vientos y terremotos.

Soler (2020) Vivimos en la tendencia a cuidar el medio ambiente y luchar por la sostenibilidad en todos los ámbitos de la vida. La construcción sostenible es muy importante porque es importante para crear una sociedad respetuosa con el medio ambiente y mejorar la calidad de vida de las personas.



Los materiales sostenibles deben incidir en el ahorro energético, reducir la contaminación ligada a estos materiales y mejorar así la calidad de vida y la salud de los usuarios. Por el contrario, un material sostenible es un material respetuoso con el medio ambiente, es decir, puede ser reciclado, puede ser natural, no contiene elementos tóxicos y que durante su ciclo de vida, reduce los recursos de uso. Los materiales sostenibles más utilizados en la construcción son:

- Madera
- Celulosa
- Corcho
- Lana de oveja
- Barro cocido
- Bambú
- Pinturas naturales

Según Kommerling (2021) El 50% de las materias primas en Europa se utilizan en la construcción y menos de la mitad se recicla después de la demolición. Dicho esto, cabe señalar que el problema no es solo el consumo de recursos naturales, sino que la producción, transporte y explotación de todos los materiales requiere grandes cantidades de energía, lo que genera emisiones de CO<sub>2</sub> en el mundo. El análisis del ciclo de vida de materiales nos permite estimar y evaluar los impactos ambientales de los productos que utilizamos en todas las etapas de su ciclo de vida y, así, elegir los materiales más adecuados, así como aquellos que sean económicamente globales, aspectos técnicos y ambientales. Ciclos de vida de los materiales de los materiales:

- Extracción: Durante esta fase se llevarán a cabo todas las operaciones necesarias para extraer las materias primas necesarias para obtener el material deseado. En muchos casos, la extracción y preparación de materias primas para su posterior uso en la fabricación de productos requiere una gran cantidad de energía, por lo que el impacto ambiental es elevado. La creciente demanda ha llevado a las empresas especializadas en la extracción de materias primas a adaptar sus procesos, tanto reduciendo

el consumo, produciendo energías renovables, como investigando nuevas materias primas. También es importante señalar que muchas materias primas básicas para la construcción se encuentran muy lejos del lugar de producción, lo que genera transporte y el consiguiente impacto ambiental.

- **Fabricación:** Durante esta etapa, se realizan operaciones de manufactura para transformar las materias primas en productos de construcción que cumplan con los estándares de calidad legales, técnicos y comerciales requeridos. El proceso de fabricación también tiene un fuerte impacto ambiental, que proviene principalmente de consumir mucha energía y recursos necesarios para fabricar el producto correcto. En este sentido, los fabricantes que inician la producción tienen en cuenta las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y conocen el impacto ambiental de sus materiales durante la producción.
- **Distribución y transporte:** El producto final se traslada a la ubicación final. La demanda de energía y recursos varía según el tipo de transporte, ruta y tipo de combustible utilizado. Para evitar este impacto, nada mejor que buscar ingredientes y productos locales, con una ventaja añadida: habilitar la economía local.
- **Uso y mantenimiento:** Los impactos más significativos del uso suelen ser los relacionados con el consumo de energía. Si restringimos estrictamente los materiales utilizados en la construcción, entonces la durabilidad de los materiales parece ser un aspecto a tener en cuenta, así como su capacidad para ser rechazados para ser reemplazados por aquellos que tienen un mejor desempeño. Recuerde que en este punto es importante considerar lo que el producto necesita repararse durante su uso.
- **Reciclaje:** Una vez que el material ha llegado al final de su vida útil, debe, cuando sea posible, reciclarse, reutilizarse o devolverse a la naturaleza. Se hace necesaria la composición de materiales para conocer su capacidad en una u otra dirección.
- **Disposición de desechos:** Es importante eliminar correctamente los residuos no reutilizables. A la hora de depositar residuos, debemos tener en cuenta sus características y tomar medidas para evitar que provoquen un efecto negativo en el medio ambiente.

- Demolición y reciclado: Actualmente, la constructora está obligada a establecer un plan de manejo de residuos, declarar y verter los escombros en una o más plantas de tratamiento de residuos, con tarifas, costos e impacto ambiental. Son las plantas de tratamiento de aguas residuales las que separan diferentes tipos de materias primas para su posterior selección y nuevos usos, como nuevas materias primas o residuos. El objetivo a corto plazo es planificar el reciclaje en el sitio. La fundación se creó para gestionar todos los productos obtenidos de la demolición de un edificio para promover la reutilización, el reciclaje o el retorno a la naturaleza como nueva materia prima.

### 2.2.3 Aprovechamiento de los RCD

Según Español (2016) lo define como un conjunto de cambios que afectan al entorno, provocados por factores ajenos a este entorno como el sonido, el agua, etc. Porque pierden su naturalidad cuando se ven afectados por estos factores. Por eso es necesario medir el valor de estos cambios porque tienen características fundamentales que hay que reconsiderar. Un Estudio de Impacto Ambiental es un procedimiento administrativo que tiene como objetivo mostrar el estado del medio ambiente en el marco de su función social. El objetivo básico de este trámite administrativo y social es establecer la aceptabilidad de los efectos de los impactos ambientales. El método más utilizado para medir el impacto ambiental es la matriz de Leopold donde se califican las variables para determinar su severidad, estas variables son el grado de influencia y la significación del efecto dinámico, por lo que podemos tener la respuesta a tal conjunto analítico.

Soslegal (2018). Actualmente, es imposible no apreciar el crecimiento del sector inmobiliario. Este crecimiento se produjo de manera rápida y en poco tiempo, en todo nuestro territorio nacional; tanto en el centro de la ciudad como en las provincias, se ha manifestado directa o indirectamente en nuestra vida.

Los recursos hídricos están estrechamente ligados a los movimientos de la tierra, la excavación y la remoción de la cubierta vegetal, creando así la

alteración de los cuerpos de agua, a veces interrumpidos por la construcción de carreteras y como resultado, el caudal y la calidad del agua. Están alterados. El agua de lavado de los sitios de construcción contiene cantidades significativas de materia en suspensión, lo que perturba las redes de drenaje y las plantas de tratamiento. La cantidad máxima permitida de sólidos de alta densidad. Esto también va acompañado del consumo de agua que se produce durante la preparación de ingredientes, lavadoras y equipos, y en el proceso en general.

a. Consumo energético

ONU (2018) los gobiernos, las ciudades y las empresas deben realizar cambios drásticos en el sector de la edificación y la construcción para reducir su huella de carbono en línea con los acuerdos internacionales, según un informe que acaba de publicar hoy la Alianza Global para la Edificación y la Construcción y elaborado por Naciones Unidas International Energy. y Agencia de Medio Ambiente (AIE). Los edificios son un importante impulsor de la demanda de energía y los desarrollos en este sector, como la creciente aceptación de los acondicionadores de aire, están teniendo un gran impacto en las tendencias energéticas y el medio ambiente a nivel mundial.

b. Consumo de materiales

Colegio mexicano de Ingenieros Civiles (2018). Si asumimos que la capacidad del planeta para asimilar los contaminantes que produce nuestra sociedad es limitada y que los recursos están a nuestra disposición, entonces es fundamental detenerse a pensar. En la necesidad de elegir bien y hacer un buen uso de los materiales que se evite el desperdicio por falta de planificación o simplemente, por el hábito cada vez más insostenible hábito de “usar y tirar”.

Los sistemas de producción industrializada y los avances en tecnologías y en los sistemas de transporte han conseguido:

- Abaratar los materiales de construcción hasta tal punto, que en muchas ocasiones los excedentes de las obras no se aprovechan, sino que se convierten directamente en residuos destinados a vertedero.
- Fomentar la producción de materiales de nueva generación, con mayores prestaciones, pero que necesitan un elevado consumo de recursos y de energía, y tienen el inconveniente de emitir una mayor cantidad de contaminantes a la atmósfera, al agua y al suelo.



Figura 17 Materiales de construcción.

Fuente: Colegio mexicano de ingenieros civiles. (2018)

c. Reducción de las emisiones de carbono

Galindo y Silva (2018). Se trata de un impacto negativo reversible en el corto y mediano plazo de una expansión oportuna o regional y que incide directamente en la atmósfera y otros factores ambientales para tomar medidas preventivas y correctivas para minimizarlo. Estas emisiones de gases y partículas afectan directamente la calidad física y química del aire, pero también afectan directamente a otros factores del entorno social como la población, contaminantes nocivos como el CO<sub>2</sub> CO NO<sub>2</sub>, la contaminación

del aire por estos gases afecta la salud de la población, humanos y vida silvestre, directamente a través de la respiración. También puede afectar la vegetación, porque concentraciones excesivas de contaminantes en la atmósfera pueden provocar lluvia ácida, también puede afectar el patrimonio cultural, porque los contaminantes atmosféricos pueden dañar los monumentos, mancharlos y deteriorar la capa superficial de los muros.



Figura 18 Generación de emisiones atmosféricas por el uso de máquinas de construcción

Fuente: Galindo y Silva (2018).

#### d. Economía circular

Según Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) (2019). La economía circular es un concepto económico vinculado a la sostenibilidad, cuyo objetivo es mantener el valor de los productos, materias primas y recursos en la economía durante el mayor tiempo posible y sin desperdicio. Se trata de crear una nueva economía cíclica y no lineal basada en el principio del “ciclo de vida cerrado” de productos, servicios, residuos y materiales. La economía circular tiene las siguientes características básicas:

- Interrelación entre factores económicos y ambientales.
- Su objetivo es el uso eficiente de los recursos.
- Crear puestos de trabajo para abrir un nicho en la gestión de residuos.
- Proponer que los productos están diseñados para ser elaborados, haciendo de algunos productos los recursos de otros.

La economía circular se basa en los siguientes principios:

- Concepto ecológico. Evalúe el impacto en el medio ambiente desde el inicio del producto y durante su vida útil que lo integra.
- Los ecosistemas territoriales e industriales son considerados el nivel más alto de gestión de los procesos y flujos de servicios y bienes.
- Economía funcional. Él cree que usar el producto es mejor que poseerlo y también afirma que el servicio brindado para el producto es mejor
- Segundo uso. Nuestro objetivo es satisfacer nuevas necesidades con productos que ya cumplen con los requisitos originales.
- El reciclaje de residuos de construcción y demolición forma parte de este concepto como principio fundamental, ya que busca alternativas al uso a largo plazo y autónomo de recursos naturales como arena, piedra y arcilla. Para artefactos como hormigón, asfalto y aditivos.

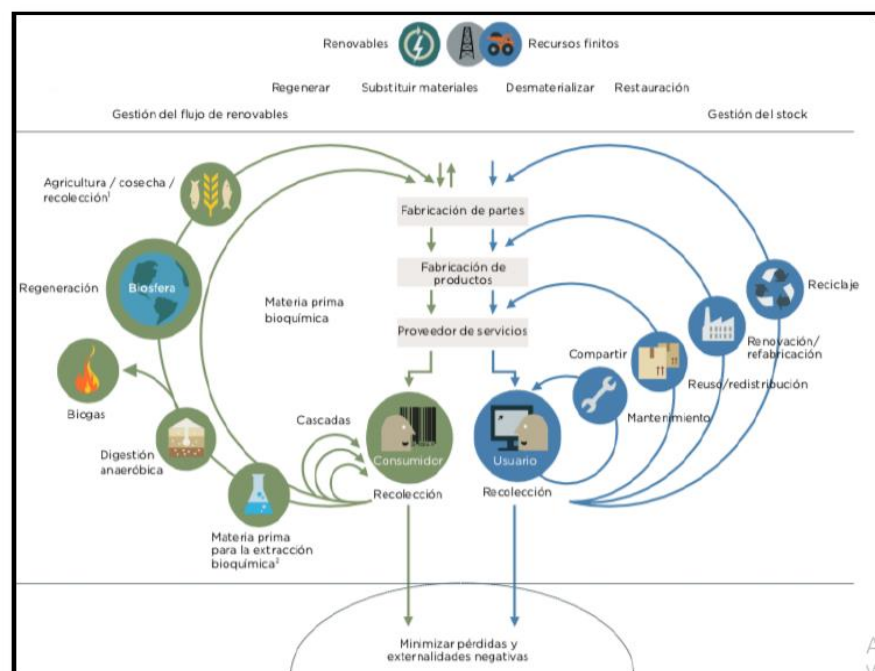


Figura 19 Esquema de economía circular

Fuente: Macartur (2019).

ONU (2019) destacó que las tasas de crecimiento de la población mundial, la escasez de energía y agua potable, los recursos forestales, el cambio climático y el calentamiento global son parte del problema y que si no se proporcionan soluciones como una mayor resiliencia para el desarrollo sostenible en

equilibrio con el crecimiento de la población y la calidad de vida, Minimizando la degradación del planeta, habrá consecuencias irreversibles que nos perjudicarán posteriormente, por eso muestra las ventajas de los modelos de economía circular para promoverlos para ser aplicados en proyectos en los siguientes puntos:

- Economía circular en el consumo de agua.
- Economía circular en el consumo energético.
- Economía circular en el consumo de materiales.
- Economía circular y medio ambiente.

Concluyendo que el ciclo cerrado de proyectos que posibilitan el emprendimiento sostenible se puede combinar con criterios o metodologías verdes que permitan la creación de un nuevo valor competitivo.

#### e. Reducción de generación de residuos

López (2017) aporta el máximo beneficio medioambiental. Cuando usa menos material, paga menos por la eliminación, reduce la contaminación y el transporte, ahorra energía y agua y, lo más importante, evita que los materiales terminen en los vertederos, lo cual es muy conveniente porque en la mayoría de los países es la acción principal. para eliminar y reducir los residuos, se alarga su vida útil. De esta manera, la minimización de residuos puede considerarse como la idea principal de un plan de gestión de residuos.

Esta idea debe partir del proyecto en sí y es fundamental que todos los involucrados en el proyecto de construcción busquen soluciones ingeniosas para reducir la cantidad de materiales utilizados y los residuos generados. Entre las acciones que se pueden realizar se encuentran el diseño de componentes mecánicamente más eficientes, utilizando paneles delgados y ligeros, y la reducción del número de estructuras auxiliares andamios, encofrados, maquinaria, etc. La industria de la construcción ha creado una serie de tecnologías alternativas para la producción de residuos, como elementos prefabricados de hormigón, estructuras metálicas prefabricadas, entre otras. Sin embargo, estas tecnologías no pudieron materializarse debido al costo de su adopción.



#### f. Reutilización de los recursos

Lopez (2017) es la reproducción de un material para que conserve su forma e identidad originales. Eso significa recuperar elementos constructivos completos y reutilizarlos con el mínimo de transformaciones posibles. En otras palabras, se trata de alargar la vida de los materiales existentes y así reducir el uso de nuevas fuentes de materiales. Durante la construcción, se generan algunos residuos reciclables a partir de materiales y otros a partir de materiales auxiliares, como encofrados de madera y metal, andamios o sistemas de protección. Los envases y recipientes reutilizables, especialmente los recipientes grandes, se pueden rellenar con la frecuencia necesaria. En caso de demolición, se pueden reutilizar algunos elementos del edificio, como puertas, ventanas y luminarias para sistemas de iluminación y calefacción, entre otros.

#### g. Desarrollo de mercado de productos sostenibles

Lean Construction México (2017) uno de los aspectos más importantes para el éxito de un plan de gestión de residuos es garantizar que haya un mercado listo para estos materiales, en este caso los materiales RCD procesados. Por tanto, las condiciones y características del producto, después del tratamiento, deben ser equivalentes a las de los áridos naturales. Esto significa que el tratamiento de los materiales utilizables debe ser riguroso y que los controles de calidad deben ser regulares y estandarizados para asegurar al mercado la competitividad que necesita, fundamental para el éxito de un plan de gestión de residuos.

#### h. Desarrollo empleos en remanufactura y reciclaje

Red de periodismo por el desarrollo sostenible (2020). Todos los días, los latinoamericanos generan un kilogramo de desechos per cápita que, en el mejor de los casos, eventualmente terminarán en vertederos colapsados, si no en vertederos al aire libre. Sin embargo, más de la mitad de lo que tiramos se puede reutilizar o reciclar, evitando daños medioambientales y creando nuevos puestos de trabajo.

En otras palabras, si en lugar de la eliminación, los residuos se segregan en la fuente y se tratan, se pueden recuperar y convertir en insumos industriales. Esto crea lo que se conoce como economía circular, donde los materiales se reutilizan y se alimentan a los sistemas de producción, lo que representa una oportunidad para el desarrollo económico con impacto social. “La industria del reciclaje es una oportunidad para generar empleo, pero por eso debemos cambiar el estigma que ve al reciclador como un problema, cuando en realidad él es parte de la solución porque está brindando un servicio”.

#### i. Caracterización de los RCD

Según Bezzolo y D’Angelo (2020) para clasificar bien los residuos sólidos de la construcción, es importante conocer los diferentes tipos de residuos, que se dividen en:

- Residuos inertes: Son aquellas que no aparentan riesgo de contaminación de las aguas y de los suelos, por lo general son materiales graníticos.
- Residuos no peligrosos: son aquellos residuos que por sus propiedades pueden ser tratados en la misma área de los residuos domiciliarios.
- Residuos peligrosos: Son los residuos conformados por materiales que poseen ciertas particularidades nocivas para la salud y el ambiente.
- Posteriormente, exponemos la siguiente tabla que simplifica en tres categorías los residuos más comunes de las obras de construcción

Según Bezzolo y D’Angelo (2020) en el campo de los residuos sólidos de la construcción, la cuestión es cuánto producir, qué tipo de residuos y si existen usos secundarios. Para enfrentar este desafío, es importante comprender dos características importantes de los desechos sólidos de la construcción: su composición y cantidad. Ambos son componentes fundamentales porque tienen un impacto inmediato en la estimación y selección de los diferentes métodos de tratamiento. Asimismo, conocer la composición de los residuos sólidos nos permite tomar conciencia de los impactos ambientales asociados a su disposición final.

Según Bezzolo y D'Angelo (2020). En el momento del almacenamiento, la composición incide directamente en la densidad obtenida en el propio emplazamiento, determinando tanto el tamaño del vertedero como la valoración de su vida útil. Esta referencia también puede usarse para diagnosticar compuestos potenciales, que pueden excretarse de manera confiable como lixiviados; durante el tiempo que el agua de lluvia ingresa al relleno sanitario, se puede proporcionar un sistema adecuado de recolección y tratamiento de lixiviados.

En resumen, la caracterización de los residuos sólidos de la construcción proporciona datos útiles para los operadores, lo que lleva a la estimación de alternativas para su reutilización, reciclaje y disposición.

j. Composición de los residuos sólidos de la construcción.

Según Bezzolo y D'Angelo (2020) la composición se refiere al tipo y tasa de asignación de las materias primas utilizadas en el sector de la construcción, que deben tenerse en cuenta ya que pueden variar de un país a otro con respecto a la disponibilidad de materiales, materiales de construcción y costumbres. Para la comunidad europea, la cuestión de la composición concierne a la política de gestión del reciclaje de residuos sólidos de la construcción, así como a su segregación y recogida selectiva, así como a sus propiedades peligrosas.

Siguiendo esta idea los residuos sólidos de la construcción se clasifican en:

- Residuos sólidos de la construcción peligrosos y probablemente peligrosos.
- Residuos de la construcción no inertes que justifican una separación y recolección selectiva
- Residuos de la construcción inertes que justifican una separación y recolección selectiva.

k. Sistema actual de recolección y transporte de residuos de la construcción

Según Bezzolo y D'Angelo (2020) la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos establece que los residuos generados por pequeñas obras no son competencia del sector vivienda y construcción, es decir para obras de menor

superficie a 30 m<sup>2</sup> y bajo las obligaciones del propietario; será responsabilizado por los municipios. Al mismo tiempo, fortalecer el compromiso de las agencias gestoras sectoriales con el manejo de los residuos sólidos domésticos en las actividades de las que son responsables. Para las centrales eléctricas, la ley estipula que deben separar los residuos generados para permitir su posterior recuperación. Para la valorización, esta acción debe primar sobre la disposición final y es obligación de los productores implementar estrategias y medidas encaminadas a la valorización de los residuos como una acción en su gestión. Esta ley analiza las opiniones sobre reducción y reutilización de residuos, detalladas en el artículo 3; que los reguladores sectoriales de las regiones que desarrollan actividades productivas, en este caso los municipios, establezcan medidas que se enfoquen en el uso eficiente de las materias primas para mejorar los recursos del apellido. Sin embargo, poner la ley en práctica es un desafío para el sector de la construcción porque no existe una base estadística confiable y de largo plazo sobre la producción de residuos sólidos de la construcción que sustenta el cálculo de la reducción esperada. Sin embargo, EPS RS (empresa distribuidora de residuos sólidos) y ECRS (empresa comercializadora de residuos sólidos) deben promulgar leyes independientes para la recogida y el transporte de este tipo de residuos.

Según Bezzolo y D'Angelo (2020) la mayor parte de estos residuos se retiran de las obras de construcciones mediante medios de transporte como volquetes, camiones, motocicletas o similares sin un permiso de gestión de residuos sólidos. Los responsables de la obra creen con seguridad que su obligación finaliza con un contrato con un tercero para la eliminación de estos residuos, que en muchos casos lleva a desconocer y / o descuidar el lugar de entrega de estos residuos. Con base en los datos anteriores, se puede decir que aún existen muchas deficiencias graves en la gestión de los residuos sólidos de la construcción, ya que muy pocas empresas de la ciudad cuentan con instalaciones para prestar servicios de gestión de residuos.

#### 1. Cantidades generadas de los RCD

Según Bezzolo y D'Angelo (2020) la cantidad de residuos sólidos de construcción no es la misma en diferentes comunidades ya que depende de la demografía histórica de cada comunidad y la forma de desarrollo y crecimiento que manifiesta. Por ejemplo, en áreas urbanas de rápido crecimiento, la circulación de residuos de construcción tiene una tasa más alta que en áreas ya edificadas.

Según Bezzolo y D'Angelo (2020) en cuanto a la evaluación de la cantidad de residuos sólidos de construcción generados, el proceso de evaluación de peso y volumen incluye el estudio de tendencias poblacionales, permisos de construcción, tipo de proyecto, movimiento, presentación y pronóstico de tendencias a futuro.

Según Bezzolo y D'Angelo (2020) dependiendo del propósito de la característica, se utilizará cada medida. En general, las medidas más utilizadas son las toneladas / m<sup>2</sup> para explicar la cantidad de residuos sólidos generados en relación a los metros cuadrados construidos o demolidos; y toneladas / día, para describir la cantidad de residuos sólidos de construcción entregados al sitio de tratamiento final.

#### m. Valorización de las RCD

López (2020) el generador debe establecer en el plan de manejo integrado para la gestión del RCD, un proceso correspondiente para la implementación de la gestión del RCD, el cual debe ser divulgado y socializado para que todos sus colaboradores estén informados in situ. Puede hacerlo sin confusión. Por lo tanto, se da un estricto cumplimiento a la implementación del plan de gestión de RCD propuesto para cada trabajo. Por lo anterior, debe entenderse que cada proyecto tiene diferentes condiciones, por lo que debe ser analizado individualmente.

Las siguientes recomendaciones son útiles para prevenir y minimizar el desarrollo de RCD:

Compra y almacenamiento de las materias primas:

- Comprar la mínima cantidad de productos auxiliares (pinturas, disolventes, grasas, etc.) y en envases retornables del mayor tamaño posible
- Inspeccionar los materiales comprados antes de su aceptación.
- Comprar materiales y productos auxiliares a partir de criterios ecológicos.
- Utilizar los productos por su antigüedad a partir de la fecha de caducidad.
- Limpiar la maquinaria y los distintos equipos con productos químicos de menor agresividad ambiental (los envases vacíos de productos químicos tóxicos se deben tratar como residuos peligrosos).
- Evitar fugas y derrames de los productos peligrosos, manteniendo los envases correctamente cerrados y almacenados.
- Adquirir equipos que sean respetuosos con el ambiente.
- Informar al personal sobre las normas de seguridad existentes (o desarrollar nuevas según sea necesario), los peligros y el correcto manejo, transporte y almacenamiento de sustancias.
- Almacenar los productos adecuadamente, separando los productos peligrosos del resto y los líquidos inflamables o combustibles en contenedores especiales.
- Establecer áreas de trabajo y almacenamiento de materiales, alejadas del tráfico y otras áreas de recolección de desechos.

#### Demolición:

- Realizar demolición selectiva.
- Hacer un inventario de artículos removibles y clasificarlos entre artículos reutilizables y no reutilizables.
- Cuantificar la masa de los elementos y estructuras a demoler, discriminando la masa de los diferentes materiales (ladrillos, hormigón armado, contrachapados y otros).

#### Excavación:

- La excavación del suelo se realizará como una actividad independiente de la excavación del suelo, por lo que la clase de materia orgánica (suelo y capa vegetal) se puede clasificar según la clase de material inerte (según las características del suelo).

- Definir el volumen que se generará con la excavación.
- Establecer con un estudio de suelos, las clases y calidades de suelos que se extraerán con las cantidades de cada uno.
- Realizar la valoración de estos materiales, definir las cantidades y en donde se podrían reutilizar.
- Construcción del proyecto:
- Estimar la cantidad de RCD que se generarán en cada actividad constructiva.
- Realizar una revisión de estos documentos para determinar qué se puede reutilizar en el proyecto (si en el momento de la reutilización esto no es posible, se debe demostrar y presentar la alternativa) consistente con la tasa de utilización establecida).
- Seleccionar los espacios dentro de la fachada de la estructura para realizar la recogida selectiva, separación y clasificación o “punto ecológicos”, con contenedores y / o espacios correspondientes a tal fin, debidamente identificados y rotulados.
- Definir las cantidades y tipos de materiales para disposición final y los que se llevarán a sitios de tratamiento y/o aprovechamiento.
- Seleccionar los sitios de disposición final donde se llevarán los RCD.
- Socializar el Plan de Gestión con todos sus colaboradores y contratistas.

#### Demolición selectiva.

López (2020) la demolición selectiva se propone como una segregación cuidadosa, con el fin de buscar materiales que puedan ser reciclados o reutilizados en el momento de la demolición. Esto le ayuda a aprovechar al máximo los desechos y reducir la cantidad de desechos generados en el sitio. Este proceso se logra mediante la separación selectiva de los diferentes materiales generados, en conjunto con el proceso de demolición, para evitar la mezcla de materiales y la posible contaminación de materiales reciclados como madera, papel, cartón, pintura y plástico entre autos, en la medida en que se logra la destrucción del golpe, se lleva a cabo una escisión en paralelo. Los pasos para una demolición selectiva son los siguientes:

- Extraer los desechos y las molduras no fijas.

- Desmantelar, comprendiendo limpiezas internas, quitar las puertas, ventanas, tejados, instalaciones de agua, electricidad, entre otros.
- Demolición de la estructura del edificio.

López (2020) esto hace que el proceso de demolición selectiva sea más rentable que los métodos de demolición tradicionales. Los ahorros económicos son importantes ya que esta fase nos permite aprovechar los elementos decorativos existentes en el edificio, para que se utilice en la misma obra mediante el proceso de restauración o se pueda reutilizar vendido como material de segunda mano o decoración, entre los que podemos encontrar, puertas, ventanas, cuartos de servicio, baños, azulejos, madera y más. También reduce los costos de transporte, almacenamiento, etc.

Para llevar a cabo este proceso, es necesario clasificar los "materiales" que pueden ser reutilizados por los residuos a tratar, como el acero, cobre, plástico, aluminio, cartón, etc. Se trata de residuos reciclables que deben venderse a vertederos, ya que por sus propiedades perdidas no se pueden reutilizar en obra, como es el caso del acero.

Este paso es fundamental en el uso de RCD porque partiremos desde aquí y desde el punto de demolición sabremos qué utilizaremos o eliminaremos por cada residuo, reciclaje para uso en obra o para venta en cómo reciclaje, y residuo peligroso, el generador debe realizar un registro por cada material e indicará el procedimiento a seguir, con un inventario de los materiales que lo contienen a disposición de la empresa.

#### o. Reutilización de los RCD.

López (2020) la reutilización es el proceso mediante el cual reutilizamos un material o residuo en su estado anterior sin reprocesar el material, lo que ofrece nuevas alternativas de aplicación. Esto se puede hacer directamente en el trabajo para el que fueron creados, o se puede hacer en otros tipos de trabajos. Si los RCD se reutilizan en un trabajo diferente de aquél en el que fueron creados.



En esta fase utilizaremos los materiales seleccionados anteriormente para que sean aptos para su reutilización, estos materiales deben encontrarse en el centro de acopio facilitado por la empresa, para poder utilizar los materiales. Para tal fin, se proporcionarán las siguientes indicaciones para su reutilización del RCD tomado en consideración.

- Los materiales reutilizables son: vigas, columnas, cerchas, elementos prefabricados, puertas, ventanas, revestimientos prefabricados, tejas, estructuras ligeras, antepechos, cubiertas y paneles, balaustradas, falsos techos, pavimentos, acabados y mobiliario.
- La tierra no se puede reutilizar dentro de la misma estructura. Deben ser recolectados por un transportista debidamente capacitado y registrado y depositados en un centro de recolección, cubiertos de tal manera que no queden al aire libre hasta el momento de su uso.
- La arena, grava, y demás áridos, pétreos, cerámicos, concreto y cemento se pueden reutilizar como base para carreteras, y para nivelar y estabilizar suelo y terraplenes. Los materiales con alta probabilidad a ser reciclados según investigaciones son: concreto, cerámicos, cemento y ladrillos, los cuales se pueden reutilizar para la elaboración de adoquines, fachadas, bases para columnas, producción de morteros y fabricación de cementos.
- Los RCD se podrán reutilizar siempre y cuando no estén mezclados con materia orgánica, plásticos, maderas, papel, hierro o sustancias peligrosas. Está prohibida la reutilización in situ de RCD sin su previa clasificación (ordinarios, especiales y peligrosos).

#### p. Disposición de los RCD

Según Bezzolo y D'Angelo (2020) la buena disposición se refiere a los procedimientos o técnicas implementadas para eliminar los desechos sólidos en un sitio establecido. En general, debe realizarse de manera consistente y segura por factores ambientales y de salud. Esta intervención debe realizarse en fábricas autorizadas, nunca en vertederos ilegales al aire libre.

Según Bezzolo y D'Angelo (2020) por otro lado, en materia institucional, existe un gran vacío legal para que las agencias estatales de gestión difundan información sobre el manejo de residuos sólidos de la construcción en la

ciudad. Sin embargo, a través de la exploración in situ en diferentes distritos de la ciudad, surgen vulnerabilidades por la presencia de este desperdicio causando impactos ambientales por mala gestión sanitaria.

#### q. Reciclaje de los RCD.

López (2020) este paso se describe como el proceso en el que los residuos de construcción y demolición se recogen y se transforman en nuevos materiales que pueden reintegrarse al ciclo de producción y utilizarse como nuevos productos o materias primas.

Para que el reciclaje sea efectivo, se debe hacer con un programa integral que tome en cuenta la composición de los residuos, la disponibilidad del mercado para el material reciclado, la situación económica de la región y la participación de la familia de residuos de la comunidad.

Las estrategias para el reciclaje de RCD son las siguientes:

- Cada material tiene una forma única de ser reciclado. Esto depende de sus propiedades fisicoquímicas y del destino que éste vaya a tener en el mercado.
- Se recomienda consultar las distintas alternativas de reciclaje para cada material que se separe de los residuos finales de la construcción y la demolición.
- Los materiales derivados de la piedra pueden reintegrarse a su ciclo productivo mediante trituración y cribado, con la instalación de un sistema móvil en la fachada del edificio, cumpliendo así con la normativa Colombiana. De la Resolución 1115 de 2012, prevista para el primer uso del 5% RCD en agosto 2013; Este porcentaje se incrementará cada cinco (5) percentiles hasta alcanzar un mínimo de 25% en volumen o peso de los materiales utilizados en las obras para la construcción.
- En el caso de materiales o decoraciones que no reutilizaremos, se venderán como usados, y en el caso de residuos que no serán utilizados en obra, como acero, vidrio, plástico, cartón, etc. A continuación, veremos el directorio telefónico de las empresas de reciclaje a las que puede vender productos que ya no utilizarán. En el adjunto encontraremos el archivo de gestión de RCD.

r. Gestión de los residuos peligrosos.

López (2020) en la etapa de diseño de un proyecto de construcción, se debe contactar a un gerente autorizado por una autoridad reguladora ambiental para implementar una gestión adecuada de desechos peligrosos. Cuando se está trabajando, se debe realizar una adecuada separación, envasado, etiquetado y almacenamiento en la planta donde se realizaron.

Este tipo de residuo debe ser identificado y manejado de acuerdo a los protocolos establecidos para cada caso. Amianto, asbesto cemento (por ejemplo, las conocidas como tejas de asbesto cemento), electrónicos, biosanitarios, etc. y demás que aparezcan en terreno (incluyendo nuevos residuos derivados de nuevos materiales en obra).

Una buena gestión de residuos peligrosos incluye una clasificación, embalaje, etiquetado y almacenamientos adecuados en instalaciones donde se generan residuos peligrosos.

Las obligaciones de los productores de residuos peligrosos son:

- No mezclar los residuos peligrosos
- Envasar y etiquetar los recipientes que contengan residuos peligrosos
- Llevar un registro, que puede ser en un libro bitácora, que será objeto de control y seguimiento por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente, de los residuos peligrosos producidos.
- Suministrar a las empresas autorizadas para llevar a cabo la gestión de residuos, la información necesaria para su adecuado tratamiento y eliminación
- Informar inmediatamente a la Administración, en caso de cualquier incidente (desaparición, pérdida o derrame de residuos peligrosos)
- Segregación y Envasado
- Es obligación del productor de residuos peligrosos separar adecuadamente y no mezclar o diluir los residuos peligrosos entre sí, ni con otros que no sean peligrosos.
- Se evitarán particularmente aquellas mezclas que supongan un aumento de su peligrosidad o dificulten su gestión. Todo ello con el fin de no

multiplicar los efectos nocivos sobre la salud humana y el medio ambiente y reducir el gravamen económico que conlleva para el productor.

- Los envases y sus cierres estarán concebidos y realizados de forma que se evite cualquier pérdida de su contenido.
- Están contruidos con materiales no susceptibles de ser atacados por el contenido, ni de formar con éste combinaciones peligrosas.
- Los recipientes y sus cierres serán sólidos y resistentes para responder con seguridad a las manipulaciones necesarias. Se mantendrán en buenas condiciones, sin defectos estructurales y sin fugas aparentes.
- Los residuos se envasaron evitando las mezclas con otros residuos de distinto tipo.
- Matrícula del vehículo que ha realizado la retirada y transporte de los residuos
- Código del gestor autorizado

#### s. Comercialización de productos reciclados

Silva (2016) el mercado del reciclaje es un mercado poco desarrollado en nuestro país. Actualmente en Lima no existe ninguna empresa dedicada a la gestión integral de residuos de la construcción y demolición para su reciclaje y venta de productos obtenidos. Sin embargo existen empresas que ofrecen algunos de los servicios que desarrollará 3R; como por ejemplo la recolección y disposición de RCD; o la venta de agregados reciclados de la construcción.

Entre la oferta que se detectó actualmente se puede mencionar:

- Caja ecológicas: es una empresa prestadora de servicios de residuos sólidos (EPS-RS), dedicada al recojo de residuos de la construcción civil (escombros y desmontes).
- La Chancadora Blanquita: planta chancadora que recibe el material proveniente de excavaciones producto de construcciones que se encuentre libre de escombros y/o sustancias peligrosas para procesarlas y vender sus productos como agregados para la construcción. Siendo actualmente la única empresa que realiza reciclaje de algún tipo de residuos de la construcción y venta del producto obtenido de dicho reciclaje.

t. Cadena de comercialización y cadena de valor

Ávila, Castro y Perlaza (2017) para que Colombia tenga un buen manejo de los RCD, ya que se podría reutilizar más de un 80% de los materiales de construcción, y Colombia tan sólo recicla un 30%; por esta razón al implementar algunas de las estrategias extraídas de la UE, ayudaría a solventar algunas problemáticas de Colombia, como en los vertederos ya que los RCD se están acumulando provocando ampliación de vertederos, plagas y enfermedades además se busca la disminución del gasto en obras públicas y pavimentación de vías.

Colombia es uno de los principales proveedores de materiales de construcción en la región, sobre todo de sectores como las manufacturas de hierro y acero, aparatos eléctricos, cerámica, arcilla y piedra, extractos, pigmentos, pinturas, aluminio y herramientas; Por ejemplo, exportó mercancías por el equivalente a más de 1.144 millones de dólares (2,26% más que en el 2010), en especial a naciones como los Estados Unidos, Venezuela, Ecuador, Perú, Panamá, Brasil, México, Chile, Bolivia, Costa Rica y Guatemala.

Revista espacios (2020) la cadena de valor es una sucesión de procesos productivos y servicios que tienen como finalidad la recolección, comercialización y transformación de la materia prima a partir de residuos provenientes de otras cadenas productivas o desechos post consumo. En el ciclo de vida del plástico reciclado, se pueden identificar dos cadenas de valor: para la industria del plástico y para la industria del reciclaje del plástico, este último con un efecto bucle que lo transforma en un modelo circular. En la figura 3 se pueden observar los cinco eslabones de la cadena de valor de reciclaje de plástico observadas en el departamento del Atlántico, similares a como fueron identificados en la consultoría a la ciudad de Bogotá realizada por el Consorcio NCUUAES (2018). Para la cadena de valor de reciclaje, la generación tiene dos fuentes: los consumidores y los transformadores, quienes originan los residuos sólidos conocidos como: pos consumo y posindustrial, respectivamente. Sin embargo, los transformadores son también quienes colocan los plásticos para el consumo. La recuperación, almacenamiento y pre transformación son los que dan vida al modelo circular, permitiendo aprovechar al máximo el ciclo de vida de los plásticos.

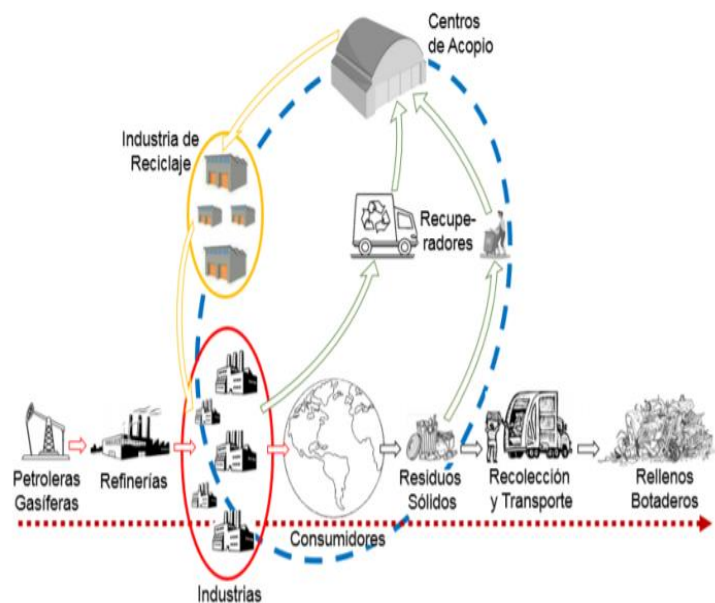


Figura 20 Ciclo de vida del plástico y del plástico reciclado.

Fuente: Revista espacios (2020)

#### u. Ventaja competitiva

Arévalo y Gómez (2016) la sostenibilidad de la ventaja competitiva del plan de negocio con respecto a la competencia se puede abordar desde diferentes actividades. Primero está el tema de la creación de una marca que genere confiabilidad en los clientes y, además, una promesa de calidad superior del producto. Partiendo de esta premisa, los clientes desarrollarán un sentimiento de lealtad hacia la marca lo cual aumentará y sostendrá las ventas.

El producto sustituto es la materia prima virgen derivada del petróleo para la realización de plásticos. Este material virgen y sus respectivos proveedores son la principal competencia de la empresa pues aproximadamente el 95% de la industria que produce materiales plásticos la utiliza debido a sus altas características de calidad. La innovación juega un rol muy importante pues a través de esta se pueden crear formas, medios de transporte y técnicas nuevas para lograr la recuperación de residuos de una manera más eficiente y eficaz.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO**

### **3.1. Tipo y procedimiento de investigación**

El tipo de investigación que se utilizó tiene como propósito recoger información real que contribuye al conocimiento científico orientándose al descubrimiento de principios y leyes generales que expliquen la realidad y el porqué de las cosas. (Borja, 2016). Por lo que nuestra investigación es de tipo básica.

El enfoque o método que se utilizó fue mediante el uso de la recopilación de datos para mediciones numéricas y análisis estadístico y para establecer teorías conductuales y de prueba. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Por lo que nuestra investigación es cuantitativa.

De acuerdo al nivel de la investigación según el desarrollo la misma alcanzan o exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). El nivel de esta investigación fue descriptivo y buscó especificar las propiedades, las características y perfiles de los procesos relacionados a nuestra investigación siendo sometido a análisis.

En cuanto diseño fue no es experimental y no genera una situación, pero no observa la situación existente y desencadena deliberadamente una investigación por parte del intérprete. En estudios no empíricos, ocurren variables independientes y no se pueden manipular. Además, no puede controlar directamente estas variables. Tampoco se puede influir porque ya ha ocurrido. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

El presente estudio fue de corte transversal y describió los fenómenos estudiados en un momento dado. No le interesaba la evolución de este fenómeno. (Borja, 2016).

### **3.2. Población de estudio**

Según (Borja, 2016) desde un punto de vista estadístico, al conjunto de factores o sujetos investigados se le denomina población o universo.

La población de estudio que se considera para la presente investigación fue compuesta por las obras de construcción y demolición de lima metropolitana, mediante el estudio de casos.

Según (Borja, 2016) no es posible calcular el error estándar de muestras sin probabilidad o el nivel de confianza al que se realiza la estimación. Y en este caso, la elección de elementos no depende de la probabilidad, sino del criterio del investigador. Ésta es una muestra voluntaria utilizada en ausencia de una referencia exacta a la población total. Esto significa una selección informal de temas de investigación que son más accesibles.

### 3.3. Relación entre variables

Según (Borja, 2016) una variable es una característica o propiedad que está o no presente en el objeto de estudio.

- Variable independiente: Aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición
- Variable dependiente: Mejora de los procesos constructivos

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según (Borja, 2016) el proceso de recopilación de datos incluyó actividades estrechamente relacionadas, validadas y confiables, siendo estas observadas, registradas y medidas.

Los medios por los cuales se recolectarán los datos, serán los siguientes:

- Observación Directa: Se visitan los sitios para conocer la disposición de los residuos generados, la prestación de servicios de residuos de construcción y demolición, y la recogida de agentes y elementos.



- Estudio de documentos: Se solicitan y examinan los documentos necesarios como resoluciones, instructivos, declaraciones, certificados, registros y consultas previas.
- Entrevista: Se entrevista a los interesados en la gestión del proceso de residuos de construcción y demolición para conocer y distinguir sus roles y aportes.
- Encuesta: Esta herramienta se utiliza para medir las interrogantes del estudio.

### 3.5 Procedimientos para la recolección de datos

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2014) se deben verificar adecuadamente datos cuantitativos como confiabilidad, validez y objetividad, se deben validar los requisitos del instrumento. También es importante tener en cuenta la variabilidad de la medición y los posibles errores durante la recopilación de datos. Se debe tener cuidado durante la fabricación de instrumentos de medición y el manejo de escalas.

### 3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2014) durante esta fase, debe elegir el software adecuado para su análisis de datos. El software requiere un análisis descriptivo y visual de los datos de acuerdo con las variables, la confiabilidad y la relevancia de las herramientas de medición y las hipótesis analizadas por los estadísticos de prueba, los resultados son preparados y mostrados en forma de tablas, gráficos, cuadros, tablas, etc.

## CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1. Características del área de estudio

Lima Metropolitana es un área conformada por cincuenta distritos, donde cuarenta y tres distritos corresponden a la provincia de Lima y siete distritos a la provincia constitucional del Callao. Es el área metropolitana más grande, y más poblada del Perú. Lima es la capital del Perú. Está ubicado en la costa central. Limita al oeste con el Océano Pacífico, al norte con la provincia de Huaral, al este con la provincia de Canta y la provincia de Huarochirí, al sur con la provincia de Cañete.



Figura 21 Mapa de Lima Metropolitana

Fuente: Mapa de Lima.com (2019)

### 4.2. Gestión de residuos de la construcción y demolición (RCD)

Muñoz (2018), para reducir el uso de materiales en obra civil en todas sus fases y reducir los residuos generados en cualquier proyecto de construcción, se necesitan mejoras en la disposición de materiales, transporte e inventario durante el proyecto.

Los beneficios ambientales de la economía circular, se observa una disminución en el RCD; disminución del consumo de recursos naturales y reducción del impacto ambiental Según CONAMA (2018) se menciona que el beneficio de utilizar RCD para la fabricación de materiales de construcción, comúnmente llamados materiales reciclados, debe generar una disminución en el volumen de desperdicio.

Muñoz (2018) Para la fase de demolición, es donde se clasifican muchos de los materiales para reutilizar los residuos de piedra mediante la realización de actividades de reutilización y reciclaje. En esta fase nacen las actividades clasificándolas de forma ordenada con el fin de seleccionar materiales como cerámica, piedras, ladrillos que se puedan reutilizar en el mismo proyecto u otros, además clasificar los residuos que se envían para procesos de reciclaje como el metal. estructuras, PVC, madera y cableado para sistemas eléctricos (cobre).

Según el Decreto Supremo N° 0192016 Vivienda, sobre la gestión de RCD, manifestó que para la minimización de residuos sólidos de construcción y demolición, primero se debe realizar la segregación desde la fuente de origen para proceder a la recolección donde se reutilizará el RCD que será seleccionado.

La reutilización de RCD se lleva a cabo con el fin de reducir la cantidad de RCD para su disposición final. Asimismo, la investigación de Pacheco, Fuente, Sánchez y Rondón (2017) establece que para reducir la explotación excesiva de los recursos naturales es necesario contar con un modelo de gestión que permita el uso de RCD para la fabricación de materiales de construcción.

Muñoz (2018) para las siguientes fases de construcción debemos centrarnos en tres pilares que se desarrollarán en las actividades posteriores a la construcción del proyecto. "Reducción, Reutilización y Reciclaje".

Las directivas de la Norma Técnica Peruana NTP 00.050 (2017) conteniendo la terminología de "recuperación" de acuerdo a lo dispuesto en el Decreto

Legislativo N ° 1278 sobre disposición de residuos sólidos de construcción, que incluye las siguientes operaciones o procesos:

- Minimización.
- Segregación de residuos.
- Almacenamiento.
- Transporte.
- Reaprovechamiento – Valorización.
- Disposición final.

Muñoz (2018) reducir los materiales utilizados en cada proyecto comienza con el diseño de la construcción de la construcción, qué materiales se seleccionan que sean más óptimos para el medio ambiente, materiales que provienen del reciclaje y tendencias verdes, actividades como albañilería, acabados e instalación de drywall, esos son los procesos en los que se desperdicia menos material.

Castro (2019) los elementos prefabricados tipo pared y prelasas prefabricadas reducen la generación de residuos.

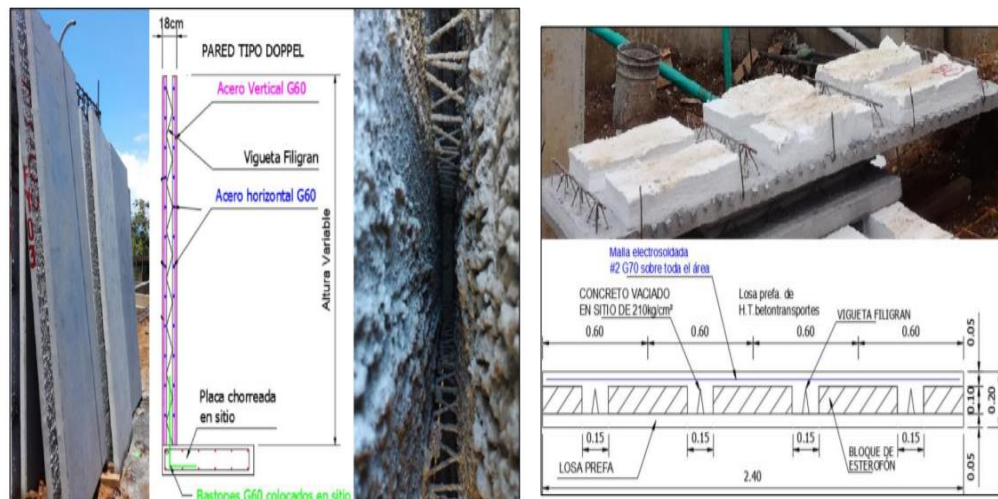


Figura 22 Elementos prefabricados tipo pared y prelasas

Fuente: Castro (2019)

Castro (2019) los encofrados y armadura de acero, durante estos procesos constructivos se generan residuos en los recortes de los elementos.



Figura 23 Colocación de acero y encofrado

Fuente: Castro (2019)

Castro (2019) durante la instalación de tuberías, se realizan picados en los muros muchas veces por cambio en los proyectos, los cuales deben ser evitados y previstos durante el desarrollo de los planos.



Figura 24 Picado de muros para colocación de tuberías

Fuente: Castro (2019)

Muñoz (2018) es por ello que se debe tomar en consideración la educación, formación y capacitación de los trabajadores, enfocada a la valorización de los materiales de construcción y no generar más residuos y desperdicios, esto debe estar enfocado a todo el personal, gerentes, técnicos, administradores etc.

Carbajal (2018) en su investigación, adjunta una entrevista a Roger Mori, director ejecutivo de CICLO, en la que Mori afirma que el negocio basado en el concepto de economía circular ofrece una oportunidad de ahorro de costos ya que debido a la gran cantidad de residuos que existen, estos RCD son fáciles de adquirir, reduciendo así el costo de fabricación de los materiales de construcción.

Muñoz (2018) La reutilización de material de construcción es una actividad muy importante dentro de cualquier proyecto ya que se lleva a cabo durante todas las fases de la obra civil, contando con personal constante que clasifica y selecciona los materiales que ya pueden ser reutilizados en las mismas actividades o para otros usos. Se establecen políticas ambientales que se difunden a todo el personal y se capacita a los trabajadores que realizan esta selección de material, desarrollando conocimientos para que el material seleccionado pueda ser reutilizado, los materiales que más se reutilizan en un proyecto de Obra Civil son la madera. y el acero, útil en varias otras actividades, también hay ladrillos, cerámicas y hormigón que encuentran otra aplicación dentro del proyecto.

Muñoz (2018) en actividades de reciclaje, aunque ya contamos con empresas de concreto reciclado que reciben material de demolición, concreto que no se puede utilizar, el porcentaje de uso es muy pequeño debido al desconocimiento o cultura de los propios proyectos, este material debe ser procesado en una planta. y el material que se produce se utiliza para muros cortina, aceras, estacionamientos, áticos y contrapisos que se utilizan dentro del mismo o diferentes proyectos. El material de reciclaje más utilizado es la chatarra, cartón, plástico y PVC, además es el material que se genera cada vez con mayor frecuencia durante todas las fases de los proyectos civiles, estos materiales dentro del plan de manejo ambiental deben ser identificados.

Sánchez (2020) los residuos de construcción y demolición (RCD) pueden ser utilizados como áridos finos o gruesos en la fabricación de materiales utilizados para la producción de elementos no estructurales en la construcción de obra civil, en lugar de materias primas de canteras y ríos, favoreciendo la conservación de la recursos del patrimonio natural y esto genera una reducción en los costos incurridos por la disposición final de los residuos en rellenos sanitarios, rellenos, centros de acopio y otros lugares autorizados.

Carbajal, M (2018) Hemos tenido contactos con varias empresas que están construyendo con certificación LEED, necesitan una buena gestión de sus residuos para lograr la certificación, y hemos visto que al final las empresas formales juntan todo. Aunque tienen contenedores diferenciados, eventualmente

vuelven a mezclar los desechos. Queremos poder generar gestión desde la fuente, pero es una mirada de largo plazo, el modelo de negocio implica recibir transporte informal en su planta, ¿cuál es el impacto de recibir material que no ha sido segregado en los costos para la producción de entrega de su producto? Es algo que tenemos que asumir, porque ni los formales segregan.

4.3. Prevención en la generación de residuos de la construcción y demolición (RCD)  
Leal (2020) prevención en la fase de diseño, se proponen consideraciones a tener en cuenta a lo largo del ciclo de vida de un proyecto de edificación, los problemas que surgen de la fase de diseño solo pueden mitigarse mediante procedimientos de gestión de residuos, no eliminados.

- Uso de materiales regionales, fabricados con recursos naturales de la zona
- Uso de materiales con contenido reciclado. El uso de material reciclado disminuye el impacto ambiental asociado a la extracción y procesamiento de materiales vírgenes
- Uso de materiales de rápida renovación. Esto con el objetivo de reducir el agotamiento de materias primas finitas o de aquellas con largos períodos de renovación, reemplazándolas por materiales de rápida renovación. Algunos ejemplos de materiales de rápida renovación y sus posibles usos son: bambú para carpintería, algodón y lana para aislamientos, entre otros.
- Uso de materiales de alta durabilidad. La selección adecuada de estos materiales permite reducir los costos por mantenimiento
- Estudiar estrategias para la optimización de materiales. La incorporación de sistemas prefabricados y el aprovechamiento de materiales y sistemas predimensionado.
- Planificar los procesos constructivos, los procedimientos y evitar los retrabajos

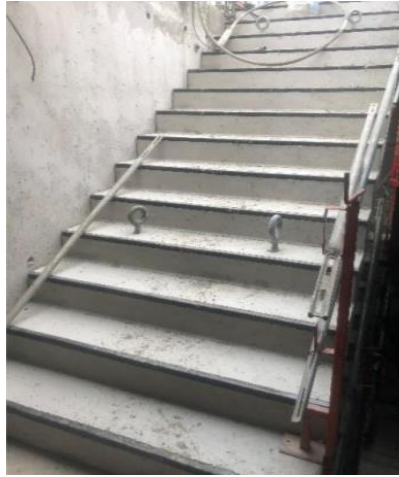


Figura 25 Escalera prefabricada en instalación, aún con ganchos de izaje  
Fuente: Leal (2020)

Leal (2020) Encofrados y coladas de hormigón, El correcto uso de encofrados de calidad es fundamental para la correcta ejecución de los trabajos de colada. Esto afecta tanto a la calidad del elemento a cementar, reduciendo la necesidad de demoler los defectuosos, como a la eficiencia en el uso del hormigón ya que, al contar con encofrados que garantizan un adecuado sellado, se reduce la pérdida por la lechada que sale, y con él el trabajo necesario para corregirlo.

Durante el proceso de colado, debido a la irregularidad en el contacto del encofrado con los elementos previamente cementados sobre los que descansa, se produce el colado de mortero que, una vez endurecido, genera imperfecciones, como se muestra en la figura, que deben ser reparadas por eliminación de material sobrante.



Figura 26 Ejemplo de muro con escurrimiento de lechada ya endurecida  
Fuente: Leal (2020)



Leal (2020). Encofrado, el uso de encofrado dañado conduce a la producción de elementos de calidad insuficiente. Una práctica que ayuda a reducir los escombros generados por la reparación de elementos de concreto es considerar la vida real de las láminas fenólicas, evaluar su estado al recibirlas, ser devueltas al proveedor en caso de ser inadecuadas y planificar su renovación oportuna. el daño alcanza un nivel que afecta su desempeño.



Figura 27 Placa fenólica descartada por mal estado

Fuente: Leal (2020)

Leal (2020) acero corrugado, al contar con un espacio que garantiza unas condiciones de trabajo adecuadas, se reducen los errores de ejecución, lo que conlleva la necesidad de desechar un producto ya construido, o parte de él, como en el caso del hormigón. La principal fuente de generación de residuos de acero se debe a la no utilización del material total.



Figura 28 Trabajador doblando barras de refuerzo en taller de habilitación del acero.

Fuente: Leal (2020)

Existen empresas en el Perú, como Aceros Arequipa ACEDIM, que ofrecen el servicio de corte y plegado de barras de acero para hormigón armado. Esta alternativa permite reducir la producción de residuos, así como lograr un refuerzo de mejor calidad, aumentar la productividad, reducir el espacio físico requerido y el riesgo de accidentes en obra, entre otros beneficios.

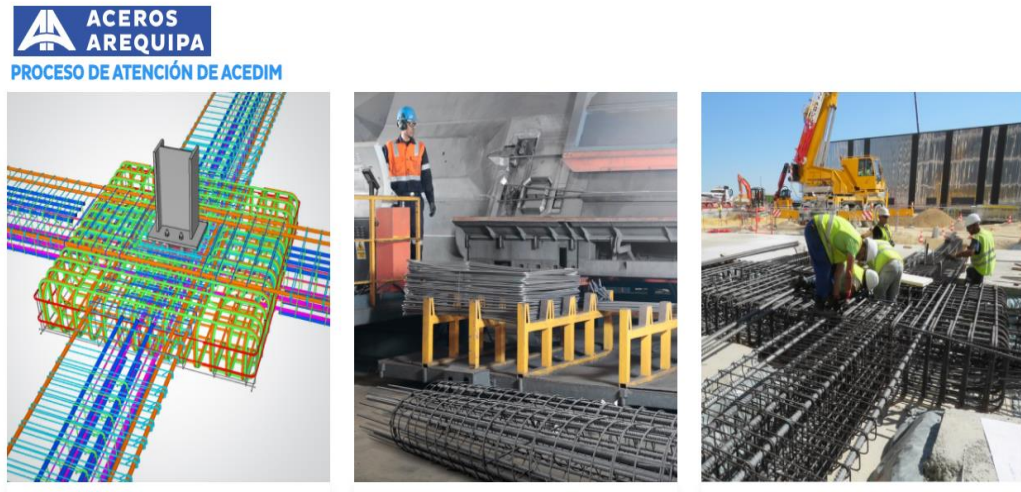


Figura 29 Acero dimensionado

Fuente: Aceros Arequipa (2021)

Leal (2020) materiales predimensionados, la adquisición de materiales predimensionados es una alternativa que permite mitigar errores en el dimensionamiento de los elementos, como ocurre con los tabiques. Para ello, la coordinación entre el proveedor y el responsable de compras de la obra es fundamental. Existen proveedores en el mercado abiertos a negociación, los cuales ofrecen la entrega de materiales dimensionados a las necesidades de la obra, entre los materiales destacan la cerámica, mobiliario, tabiques, es necesario realizar modulaciones para encontrar coincidencias con medidas comerciales y encontrar la mínima generación de residuos, al contrario de lo que se muestra en la siguiente figura.



Figura 30 Tabique cortado para ajuste a altura de piso

Fuente: Leal (2020)

Leal (2020) control de flujo de material en el sitio, esta práctica permite rastrear los artículos desde su salida del almacén hasta su ubicación en su destino final. El objetivo es reducir la pérdida de material, ya sea por rotura, pérdida, robo o por otros motivos. Para ello, es necesario llevar un historial de los materiales solicitados en el almacén, registrar la persona que los solicita y con qué finalidad. Esto es para fomentar el mantenimiento de los materiales por parte de los trabajadores y permitir un mejor desempeño a nivel de almacén, facilitar el registro de los recursos disponibles para coordinar la adquisición oportuna de nuevos materiales y evitar retrasos por falta de los mismos.

#### 4.4. Alternativas de uso y aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición (RCD)

Carrillo (2019) cualquier material reciclable debe examinarse cuidadosamente para saber si es aplicable en la construcción y cómo será tratado.

Carrillo (2019) papel y cartón, estos materiales reciclados pueden tener gran utilidad en el campo de los equipos por su buena manejabilidad, al utilizar una tonelada de papel reciclado se evita talar 17 árboles (valor promedio), para procesar una tonelada de papel reciclado, se necesita 10% de la cantidad de agua necesaria para la fabricación de papel a partir de la materia prima.

Leal (2020) Las cajas de cartón se utilizan para proteger ciertos elementos como el mismo parquet, laminado o piso cerámico, que pueden tener rayones antes de la entrega, para revestir y proteger tinajas u otras superficies. Se pueden transferir desde departamentos que ya no necesitan protección porque se están entregando a otros para su entrega.



Figura 31 Cartón como protección de pisos terminados.

Fuente: Leal (2020)

Carrillo (2019) vidrio, este material puede ser reutilizado en construcción para la formación de ventanas y acabados de vidrio, El vidrio de botellas o recipientes es un producto 100% reciclable que no sufre de un deterioro de su calidad por el proceso de reciclaje, una botella retornable de vidrio puede ser reutilizada entre 17 y 35 veces antes de ser desechada.

Leal (2020) los cilindros metálicos aprovechándose como contenedores de basura, agua u otros materiales que puedan ser requeridos en los distintos espacios de la obra.



Figura 32 Cilindros reutilizados como contenedores de residuos.

Fuente: Leal (2020)

Carrillo (2019) los productos de hierro son 100% recuperables y no pierden sus características cualitativas ni higiénicas con la fundición, el aluminio se puede reciclar al 100% sin mermar su calidad. Los productos más habituales elaborados con este material, el aluminio grueso, se reciclan, por ejemplo en la construcción: como perfiles para ventanas, puertas, etc., muebles de aluminio, tuberías.

Leal (2020) Los palets se utilizan generalmente para almacenar materiales en el almacén a la altura mínima necesaria para protegerlos de la humedad y poder moverlos cómodamente con la maquinaria disponible. Otra posible aplicación es ser reutilizados para la construcción de sectores de acopio de reciclaje u otro material que requiera ser segregado.



Figura 33 Pallets usado como cerco de área de almacenamientos residuos

Fuente: Leal (2020)

Carrillo (2019) madera, Una de las características de sustentabilidad de la madera, es que, al finalizar su vida útil en los procesos constructivos, puede convertirse en biomasa, o ser usada para construir aglomerado (compuesto de maderas recaladas).

Leal (2020) los baldes plásticos son aprovechados por los trabajadores para el traslado de herramientas, materiales o escombros. También son dispuestas como contenedores de residuos en las zonas en que sean requeridas.



Figura 34 Baldes usados para traslado de herramientas y materiales

Fuente: Leal (2020)

Leal (2020) las bolsas plásticas Los sacos de rafia pueden ser reutilizados para el acarreo y acopio de escombros, reduciendo la necesidad de comprar sacos especialmente destinados a ese fin.



Figura 35 Uso de sacos para acarreo y acopio de escombros.

Fuente: Leal (2020)

Carrillo (2019) plástico de los saldos, tuberías y accesorios que pueden deformarse hasta conseguir una forma deseada por medio de extrusión, moldeo o hilado, su extracción es por medios mecánicos y medios químicos.



Figura 36 Transformación de plástico polipropileno

Fuente: Carrillo (2019)

ARGOS (2018) los agregados reciclados comienzan con la separación de contaminantes; este paso es fundamental cuando el agregado resultante se va a introducir en nuevas mezclas de concreto o se utilizará en rellenos sanitarios y carreteras. Los contaminantes pueden deberse al origen o contenido de asfalto, ladrillo, sellador de juntas o cualquier otra cosa que no sea concreto.



Figura 37 Acopio de residuos de Demolición y Selección de Residuos

Fuente: Argos, 2018

ARGOS (2018) fractura y transporte: el transporte de este material debe realizarse en medios de carga adecuados, por lo que es necesario que el hormigón se rompa en fragmentos manejables para luego trasladarlos al lugar de trituración. En algunos casos es posible utilizar plantas trituradoras móviles, lo que permitiría ahorros importantes.

Trituración de fragmentos: el tamaño de los áridos necesarios puede variar según la maquinaria utilizada. El procedimiento generalmente comienza con una trituradora primaria que reduce los fragmentos provenientes de los vehículos de mercancías para pasarlos a un material con un diámetro entre 8 y 10 cm, seguido de una trituradora secundaria que reduce este residuo al tamaño máximo del agregado que es buscado. Las trituradoras utilizadas pueden ser, entre otras, de tipo cono, de mandíbula o de impacto.



Figura 38 Triturado de residuos de Demolición

Fuente: Argos, 2018



Figura 39 Generación de agregado reciclado

Fuente: Argos, 2018



#### 4.5. Disposición de los residuos de construcción y demolición

Según (Bazán, 2018) en Perú, los residuos de la construcción son ignorados por las autoridades y no se han elaborado planes de gestión y tratamiento de residuos para aprovechar los posibles beneficios que podrían derivarse de ellos. Además, los residuos son depositados en rellenos sanitarios no autorizados en diversas ocasiones, lo que demuestra la falta de controles previos y posteriores de su contaminación o uso que pueda ocurrir en las instalaciones de recuperación de residuos.

Tabla 2 Plantas de Valorización en Lima

RAZÓN SOCIAL	DISTRITO	OPERACIONES AUTORIZADAS
GREEN CARE DEL PERU S.A.	VENTANILLA	Recolección y transporte; Valorización
COMPAÑÍA INDUSTRIAL LIMA S.A. - CILSA	PUENTE PIEDRA	Recolección y transporte; Valorización
ENVAK S.A.C.	LURIGANCHO	Recolección y transporte; Valorización
MAX OIL S.A.C.	CALLAO	Recolección y transporte; Valorización
MUNDO LIMPIO S.A.C.	LURÍN	Recolección y transporte; Valorización
REPRESENTACIONES COMERCIAL Y SERVICIOS MARIA E.I.R.L. - RECOMSERMA E.I.R.L.	VENTANILLA	Barrido y limpieza de espacios públicos; Recolección y transporte; Valorización
COR & MEL S.C.R.L.	CALLAO	Recolección y transporte; Valorización
SERVICIOS GENERALES MAR. VIC S.A.C.	PACHACAMAC	Recolección y transporte; Valorización
ACEROS DAYANA IMPORT EXPORT S.A.C. - ACEROS DAYANA IMPEX S.A.C.	PUENTE PIEDRA	Recolección y transporte; Valorización
ACEROS GEAN IMPORT EXPORT SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	PUENTE PIEDRA	Recolección y transporte; Valorización
W.R. INGENIEROS E.I.R.L.	PUENTE PIEDRA	Recolección y transporte; Valorización
SAN ANTONIO RECYCLING SOCIEDAD ANONIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	Recolección y transporte; Valorización
SERVIPLAST NELLA E.I.R.L.	PUENTE PIEDRA	Recolección y transporte; Valorización
SOLRAC S.A.C.	LURIGANCHO	Recolección y transporte; Valorización
CORPORACIÓN MEDIOAMBIENTAL AMPCO PERÚ S.A.C.- CM AMPCO PERÚ S.A.C.	CALLAO	Valorización
COMIMTEL SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA	SAN MARTIN DE PORRES	Recolección y transporte; Valorización
CORPORACIÓN DINA E HIJOS S.R.L.	PUENTE PIEDRA	Recolección y transporte; Valorización
ENVASES NASHIRO S.R.L.	EL AGUSTINO	Recolección y transporte; Valorización
INVERSIONES BERMARCO E.I.R.L.	ATE	Recolección y transporte; Valorización
OPERADOR DE RESIDUOS S.A.C.	VENTANILLA	Recolección y transporte; Valorización
SERVICIOS H.F. HNOS. S.A.C.	VILLA EL SALVADOR	Barrido y limpieza de espacios públicos; Recolección y transporte; Valorización
ALROD PLAST S.A.C.	LURIN	Recolección y transporte; Valorización
CAJAS ECOLOGICAS S.A.C.	SAN JUAN DE MIRAFLORES	Recolección y transporte; Valorización
BIRRAK CONSTRUCTORES S.A.C.	VENTANILLA	Valorización y Disposición final

Fuente: Tomado de Ministerio del medio Ambiente, 09-06-2021

Según la tabla 2 se muestra 24 plantas de valorización, según la tabla 5 con 4 rellenos sanitarios y de la tabla 6 podemos observar dos escombreras, en estos puntos podemos disponer nuestros residuos de la construcción y demolición.

Tabla 3 Rellenos Sanitarios en Lima

DESCRIPCIÓN	OPERADOR	DISTRITO
RELLENO SANITARIO EL ZAPALLAL	INNOVA AMBIENTAL	CARABAYLLO
RELLENO SANITARIO PORTILLO GRANDE	INNOVA AMBIENTAL	LURIN
RELLENO SANITARIO HUAYCOLORO	PETRAMAS	HUAROCHIRI
RELLENO SANITARIO MODELO VENTANILLA	PETRAMAS	CALLAO

Fuente: Tomado de Ministerio del medio ambiente, 2021

Tabla 4 Escombreras en Lima

DESCRIPCIÓN	DISTRITO
ARENERA SAN MARTIN	ATE VITARTE
ECOLAND LA ROMAÑA HOLDING	CALLAO
BIRRAK CONSTRUCTORES	CALLAO

Fuente: Tomado de Municipalidad de Lima, 2019

Tabla 5 Registro de segregación y manejo de residuos de construcción CERS-05496/2020

Concepto	Medida Volumen (m³)	Masa por Compuesto (Tn)	RRSS Aprovechados (Tn)	RSS Aprovechados (m³)
<b>RCD: Naturaleza pétreo.</b>				
RCD de Naturaleza Pétreo (Grava, arena, arcillas, tierras vegetales, piedras, restos de hormigón, restos de mezcla, restos de cerámicos, porcelanato, yesos, restos de ladrillos).	4.18 m³	2.65 Tn	1.25Tn	1.98 m³
<b>RCD: Naturaleza no pétreo.</b>				
Madera.	0.21 m³	0.10 Tn	0.09 Tn	0.18 m³
Metales Ferrosos y No Ferrosos	0.20 m³	0.12 Tn	0.11 Tn	0.19 m³
Plástico (PET, PEAD, PEBD, PP, PS).	0.51 m³	0.21 Tn	0.16 Tn	0.38 m³
Papel y Cartón.	0.37 m³	0.16 Tn	0.11 Tn	0.25 m³
Otros (PVC, Mangueras, Suelas de zapatos, bolsas, film).	0.54 m³	0.25 Tn	0.11 Tn	0.24 m³
<b>RCD: Otros.</b>				
Basuras (Tecnopor, telas, restos orgánicos, envolturas, etc.).	1.99 m³	0.71 Tn	0.00 Tn	0.00 m³
<b>TOTALES</b>	<b>08 m³</b>	<b>4.20 Tn</b>		
<b>RRSS dispuestos relleno Sanitario (Tn)</b>				<b>2.37 Tn</b>
<b>% de Minimización</b>				<b>43.51 %</b>

Fuente: Cajas Ecológicas CERS-05496/2020

Tabla 6 Registro de segregación y manejo de residuos de construcción CERS-00503/2020

Concepto	Medida Volumen (m <sup>3</sup> )	Masa por Compuesto (Tn)	RRSS Aprovechados (Tn)	% de Minimización
<b>RCD: Naturaleza pétreo.</b>				
RCD de Naturaleza Pétreo (Grava, arena, arcillas, tierras vegetales, piedras, restos de hormigón, restos de mezcla, restos de cerámicos, porcelanato, yesos, restos de ladrillos).	4.33 m <sup>3</sup>	2.69 Tn	1.94 Tn	
<b>RCD: Naturaleza no pétreo.</b>				
Madera.	0.21 m <sup>3</sup>	0.10 Tn	0.09 Tn	
Metales Ferrosos y No Ferrosos	0.14 m <sup>3</sup>	0.08 Tn	0.07 Tn	
Plástico (PET, PEAD, PEBD, PP, PS).	0.48 m <sup>3</sup>	0.19 Tn	0.14 Tn	
Papel y Cartón.	0.36 m <sup>3</sup>	0.15 Tn	0.10 Tn	
Otros (PVC, Mangueras, Suelas de zapatos, bolsas, film).	0.55 m <sup>3</sup>	0.25 Tn	0.11 Tn	
<b>RCD: Otros.</b>				
Basuras (Tecnopor, telas, restos orgánicos, envolturas, etc.).	1.94 m <sup>3</sup>	0.68 Tn	0.00 Tn	
<b>TOTALES</b>	<b>8 m<sup>3</sup></b>	<b>4.14 Tn</b>	<b>1.68 Tn</b>	
<b>RRSS dispuestos relleno Sanitario (Tn)</b>				<b>2.67 Tn</b>
<b>% de Minimización</b>				<b>59.46 %</b>

Fuente: Cajas Ecológicas CERS-00503/2020

Tabla 7 Registro de segregación y manejo de residuos de construcción CERS-05860/2020

Concepto	Medida Volumen (m <sup>3</sup> )	Masa por Compuesto (Tn)	RRSS Aprovechados (Tn)	RSS Aprovechados (m <sup>3</sup> )
<b>RCD: Naturaleza pétreo.</b>				
RCD de Naturaleza Pétreo (Grava, arena, arcillas, tierras vegetales, piedras, restos de hormigón, restos de mezcla, restos de cerámicos, porcelanato, yesos, restos de ladrillos).	4.25 m <sup>3</sup>	2.74 Tn	1.05Tn	1.63 m <sup>3</sup>
<b>RCD: Naturaleza no pétreo.</b>				
Madera.	0.17 m <sup>3</sup>	0.09 Tn	0.07 Tn	0.15 m <sup>3</sup>
Metales Ferrosos y No Ferrosos	0.19 m <sup>3</sup>	0.11 Tn	0.11 Tn	0.18 m <sup>3</sup>
Plástico (PET, PEAD, PEBD, PP, PS).	0.49 m <sup>3</sup>	0.21 Tn	0.16 Tn	0.37 m <sup>3</sup>
Papel y Cartón.	0.40 m <sup>3</sup>	0.17 Tn	0.12 Tn	0.27 m <sup>3</sup>
Otros (PVC, Mangueras, Suelas de zapatos, bolsas, film).	0.51 m <sup>3</sup>	0.24 Tn	0.11 Tn	0.23 m <sup>3</sup>
<b>RCD: Otros.</b>				
Basuras (Tecnopor, telas, restos orgánicos, envolturas, etc.).	1.99 m <sup>3</sup>	0.72 Tn	0.00 Tn	0.00 m <sup>3</sup>
<b>TOTALES</b>	<b>08 m<sup>3</sup></b>	<b>4.28 Tn</b>		
<b>RRSS dispuestos relleno Sanitario (Tn)</b>				<b>2.67 Tn</b>
<b>% de Minimización</b>				<b>37.64 %</b>

Fuente: Cajas Ecológicas CERS-05860/2020

Tabla 8 Registro de segregación y manejo de residuos de construcción CERS-05923/2020

Concepto	Medida Volumen (m³)	Masa por Compuesto (Tn)	RRSS Aprovechados (Tn)	RSS Aprovechados (m³)
<b>RCD: Naturaleza pétreo.</b>				
RCD de Naturaleza Pétreo (Grava, arena, arcillas, tierras vegetales, piedras, restos de hormigón, restos de mezcla, restos de cerámicos, porcelanato, yesos, restos de ladrillos).	4.11 m³	2.60 Tn	1.59 Tn	2.51 m³
<b>RCD: Naturaleza no pétreo.</b>				
Madera.	0.19 m³	0.09 Tn	0.08 Tn	0.16 m³
Metales Ferrosos y No Ferrosos	0.17 m³	0.10 Tn	0.09 Tn	0.16 m³
Plástico (PET, PEAD, PEBD, PP, PS).	0.40 m³	0.17 Tn	0.12 Tn	0.30 m³
Papel y Cartón.	0.43 m³	0.18 Tn	0.12 Tn	0.29 m³
Otros (PVC, Mangueras, Suelas de zapatos, bolsas, film).	0.53 m³	0.25 Tn	0.11 Tn	0.24 m³
<b>RCD: Otros.</b>				
Basuras (Tecnopor, telas, restos orgánicos, envolturas, etc.).	2.17 m³	0.78 Tn	0.00 Tn	0.00 m³
<b>TOTALES</b>	<b>08 m³</b>	<b>4.17 Tn</b>		
<b>RRSS dispuestos relleno Sanitario (Tn)</b>				<b>2.04 Tn</b>
<b>% de Minimización</b>				<b>50.98 %</b>

Fuente: Cajas Ecológicas CERS-05923/2020

Según las tablas 5, 6, 7 y 8 podemos observar que por 8m<sup>3</sup> en el contenedor de residuos de construcción y demolición se logran minimizar los residuos entre porcentajes del 37.64% al 50.98%.

Tabla 9 Registro de Comercialización y reaprovechamiento CERS-05496/2020

RESIDUOS	PESO	DESTINO FINAL
RCD Naturaleza Pétreo	1.25 Tn	Molienda y Aprovechamiento por Cajas Ecológicas S.A.C.
Madera	0.09 Tn	Reutilización y Aprovechamiento por Cajas Ecológicas S.A.C.
Metales Ferrosos y no Ferrosos	0.11 Tn	Comercialización a través de PROVESUR S.A.C.
Plásticos (PET, PVC, PEAD, PEBD, PP, PS)	0.16 Tn	Comercialización a través de PROVESUR S.A.C.
Papel y Cartón	0.11 Tn	Comercialización a través de PROVESUR S.A.C.
Otros reaprovechables (Mangueras, Film)	0.11 Tn	Comercialización a través de PROVESUR S.A.C.
Otros no reaprovechables (*)	2.37 Tn	Rellenos Sanitarios de PETRAMAS

Fuente: Cajas Ecológicas CERS-05496/2020

Tabla 10 Registro de Comercialización y reaprovechamiento CERS-05860/2020

RESIDUOS	PESO	DESTINO FINAL
RCD Naturaleza Pétreo	1.05 Tn	Molienda y Aprovechamiento por Cajas Ecológicas S.A.C.
Madera	0.07 Tn	Reutilización y Aprovechamiento por Cajas Ecológicas S.A.C.
Metales Ferrosos y no Ferrosos	0.11 Tn	Comercialización a través de PROVESUR S.A.C.
Plásticos (PET, PVC, PEAD, PEBD, PP, PS)	0.16 Tn	Comercialización a través de PROVESUR S.A.C.
Papel y Cartón	0.12 Tn	Comercialización a través de PROVESUR S.A.C.
Otros reaprovechables (Mangueras, Film)	0.11 Tn	Comercialización a través de PROVESUR S.A.C.
Otros no reaprovechables (*)	2.67 Tn	Rellenos Sanitarios de PETRAMAS

Una vez aplicada todas las acciones anteriormente descritas los restos son finalmente dispuestos en los Rellenos Sanitarios Modelo del Callao y Huaycoloro administrados por la Empresa **PETRAMÁS S.A.C.** con Registro **EO-RS-0026-20-150716.**

Fuente: Cajas Ecológicas CERS-05860/2020

Tabla 11 Registro de Comercialización y reaprovechamiento CERS-05923/2020

RESIDUOS	PESO	DESTINO FINAL
RCD Naturaleza Pétreo	1.59 Tn	Molienda y Aprovechamiento por Cajas Ecológicas S.A.C.
Madera	0.08 Tn	Reutilización y Aprovechamiento por Cajas Ecológicas S.A.C.
Metales Ferrosos y no Ferrosos	0.09 Tn	Comercialización a través de PROVESUR S.A.C.
Plásticos (PET, PVC, PEAD, PEBD, PP, PS)	0.12 Tn	Comercialización a través de PROVESUR S.A.C.
Papel y Cartón	0.12 Tn	Comercialización a través de PROVESUR S.A.C.
Otros reaprovechables (Mangueras, Film)	0.11 Tn	Comercialización a través de PROVESUR S.A.C.
Otros no reaprovechables (*)	2.04 Tn	Rellenos Sanitarios de PETRAMAS

Una vez aplicada todas las acciones anteriormente descritas los restos son finalmente dispuestos en los Rellenos Sanitarios Modelo del Callao y Huaycoloro administrados por la Empresa **PETRAMÁS S.A.C.** con Registro **EO-RS-0026-20-150716.**

Fuente: Cajas Ecológicas CERS-05923/2020

Según las tablas 9,10 y 11 podemos observar el aprovechamiento y comercialización de los residuos de construcción y demolición entre 1.05 y 1.59 toneladas de residuos aprovechables de naturaleza pétreo.

Tabla 12 Valorización Ambiental de los residuos reaprovechado CERS-05496/2020

Tipo	Aprovechado (Kg)	Equivalencia Ambiental	Concepto de Reducción	Reducción de CO2 // Equivalencia	Unidad
RCD de Naturaleza Pétreo	1249,47	N.A.	N.A.	0.03	Tonelada de CO <sub>2</sub>
Madera	89.20	1	árboles	0.01	Tonelada de CO <sub>2</sub>
Metales Ferrosos y No ferrosos	111.48	6447,38	KWh	2.48	Tonelada de CO <sub>2</sub>
Plástico	158.15	79	litros de petróleo	0.32	Tonelada de CO <sub>2</sub>
		2	árboles	0.04	Tonelada de CO <sub>2</sub>
Papel y Cartón	105.52	1	KWh	0.09	Tonelada de CO <sub>2</sub>
		3	m <sup>3</sup> de agua ahorrada		
TOTAL				2.97	Tonelada de CO <sub>2</sub>

Fuente: Cajas Ecológicas CERS-05496/2020

Tabla 13 Valorización Ambiental de los residuos reaprovechado CERS-05860/2020

Tipo	Aprovechado (Kg)	Equivalencia Ambiental	Concepto de Reducción	Reducción de CO2 // Equivalencia	Unidad
RCD de Naturaleza Pétreo	1046,90	N.A.	N.A.	0.03	Tonelada de CO <sub>2</sub>
Madera	74.71	0	árboles	0.01	Tonelada de CO <sub>2</sub>
Metales Ferrosos y No ferrosos	106.36	6151,09	KWh	2.37	Tonelada de CO <sub>2</sub>
Plástico	155.23	78	litros de petróleo	0.32	Tonelada de CO <sub>2</sub>
		2	árboles	0.04	Tonelada de CO <sub>2</sub>
Papel y Cartón	118.46	1	KWh	0.10	Tonelada de CO <sub>2</sub>
		3	m <sup>3</sup> de agua ahorrada		
TOTAL				2.87	Tonelada de CO <sub>2</sub>

\*Nota: N.A.= No Aplica

Fuente: Cajas Ecológicas CERS-05860/2020

Tabla 14 Valorización Ambiental de los residuos reaprovechado CERS-05923/2020

Tipo	Aprovechado (Kg)	Equivalencia Ambiental	Concepto de Reducción	Reducción de CO2 // Equivalencia	Unidad
RCD de Naturaleza Pétreo	1590,39	N.A.	N.A.	0.04	Tonelada de CO <sub>2</sub>
Madera	79.44	0	árboles	0.01	Tonelada de CO <sub>2</sub>
Metales Ferrosos y No ferrosos	92.17	5330,51	KWh	2.05	Tonelada de CO <sub>2</sub>
Plástico	124.25	62	litros de petróleo	0.25	Tonelada de CO <sub>2</sub>
		2	árboles	0.04	Tonelada de CO <sub>2</sub>
Papel y Cartón	123.03	1	KWh	0.10	Tonelada de CO <sub>2</sub>
		3	m <sup>3</sup> de agua ahorrada		
TOTAL				2.49	Tonelada de CO <sub>2</sub>

\*Nota: N.A.= No Aplica

Fuente: Cajas Ecológicas CERS-05923/2020

Según las tablas 12, 13 y 14 podemos observar la reducción de emisiones entre 2.49 a 2.97 de toneladas CO<sub>2</sub> equivalentes por cada 8m<sup>3</sup> de residuos de la construcción y demolición.

EMPRESA : CELEDONIO JIMENEZ CONTRATISTAS ASOCIADOS  
 SOCIEDAD ANONIMA CERRADA  
 RUC : 20510303386  
 DIRECCION : AV CORONEL MORA CUADRA 2 -IMPALA TERMINALES  
 CALLAO  
 PROYECTO : ADECUACION DE BALANZA EN IMPALA  
 ATENCION : NORIS AQUINO

San Juan de Miraflores, Sábado 25 de setiembre del 2021

CAJAS ECOLÓGICAS, empresa dedicada al recojo, recolección, transporte, segregación y almacenamiento de residuos de la construcción civil (escombros, desmonte), industrial, agropecuario, hidrocarburos y minería. Autorizada por el MINISTERIO DEL AMBIENTE en el REGISTRO AUTORITATIVO DE EMPRESA OPERADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS EO-RS- 00159-2020-MINAM/VMGA/DGRS

Atendiendo a su requerimiento le indicamos nuestra propuesta económica:

Descripción	Cantidad	Capacidad Máx. Con Sobrecarga por caja	Precio Final
TRANSPORTE PARA ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS <b>NO PELIGROSOS</b>	1 (viaje) Caja(s) Ecológica(s) Contenedor(es) Metálico(s)	8 m <sup>3</sup>	S/. 600.00 + IGV

Detalles del Servicio:

- Incluye dejar un contenedor metálico con capacidad máxima de 8 M3.
- El contenedor tiene las siguientes medidas: 4m – largo, 1.65m-ancho y 2.00m alto.

Figura 40 Costo de contenedor de residuos 8m<sup>3</sup>

Fuente: Cajas Ecológicas (2020)

#### COTIZACIÓN DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Cliete: Celedonio Jimenez Contratistas Asociados S.A.C.  
 Dirección: Mza. C Lote. 16 Asoc Viv Juan Carlos Nor (Alt. Cuadra 39 De La Av. Universitaria) Lima - Lima - San Martin de Porres  
 Atención: Srta. Noris Aquino  
 Teléfono: (51) 968201908  
 Correo: [naquino@cj.com.pe](mailto:naquino@cj.com.pe)  
 Fecha: 19/11/2019

ITEM	RECEPCIÓN PARA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)	VALOR UNITARIO (\$/. por viaje)
1	Camioneta	30.00
2	Volquete de 1 eje posterior	40.00
3	Volquete de 2 ejes posteriores	100.00
4	Volquete de 3 ejes posteriores	125.00
5	Volquete de 4 ejes posteriores	150.00
6	Volquete de 5 ejes posteriores	162.00

Figura 41 Costo de ingreso de volquete en arenera San Martín

Fuente: Arenera San Martin (2020)

C. 0035 / 2020  
Santiago de Surco, 07 de Enero del 2020

**C. J CONTRATISTAS ASOCIADOS S.A.C**  
Srta. Noris Aquino Urruchi  
2502537 | 968201908  
[naquino@cj.com.pe](mailto:naquino@cj.com.pe)

**Asunto:** Cotización por Servicio de Disposición Final de Residuos No Peligroso, Lima.

Reciba nuestro cordial saludo y en respuesta a su solicitud remitimos nuestra propuesta:

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO	PRECIO UNITARIO
Residuos No Peligrosos conformado por desmonte (tierra). Periodo de servicio: hasta 3 semanas Cantidad total: 700 m3 > 1,100 toneladas aproximadamente. Cantidad mensual: 1,100 toneladas	S/ 18.00 más IGV por tonelada o menos
<b>Servicio de Disposición Final</b>	

Figura 42 Costo de m3 en relleno sanitario

Fuente: C.J. contratistas asociados SAC (2020)

Comas, 07 de enero de 2020

Señores:

**C.J. CONTRATISTAS ASOCIADOS S.A.C.**

**Ruc: 20510303386**

**Dirección: LURÍN (AV. INDUSTRIAL CUADRA 7)**

**Atención: SRta. NORIS LUCIA AQUINO URRUCHI**

Presente. –

De mi especial consideración:

Tengo el honor de dirigirme a usted, para saludarlo y al mismo tiempo enviarle nuestra cotización referente al servicio de:

**I. RECOJO, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS NO PELIGROSOS – ELIMINACIÓN DE DESMONTE**

ITEM	TIPO DE SERVICIO	CANTIDAD	PRECIO NO INC. IGV
1	<b>COSTOS VARIABLE</b> SERVICIOS DE RECOJO, TRANSPORTE HASTA LA DISPOSICIÓN FINAL EN LA ESCOMBRERA AUTORIZADA SAN MARTÍN CON CAMIÓN SEMITRAILER DE 30 M <sup>3</sup> DE CAPACIDAD	M <sup>3</sup>	S/. 34.00
	<b>COSTOS VARIABLE</b> DISPOSICIÓN FINAL EN LA ESCOMBRERA AUTORIZADA SAN MARTÍN CON CAMIÓN SEMITRAILER DE 30 M <sup>3</sup> DE CAPACIDAD	M <sup>3</sup>	S/. 6.00
2	<b>COSTOS VARIABLE</b> SERVICIOS DE RECOJO, TRANSPORTE HASTA LA DISPOSICIÓN FINAL EN EL RELLENO SANITARIO PORTILLO GRANDE - INNOVA AMBIENTAL CON CAMIÓN SEMITRAILER DE 30 M <sup>3</sup> DE CAPACIDAD	M <sup>3</sup>	S/. 35.00
	<b>COSTOS VARIABLE</b> SERVICIOS DE RECOJO, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESMONTE EN EL RELLENO SANITARIO PORTILLO GRANDE - INNOVA AMBIENTAL CON CAMIÓN SEMITRAILER DE 30 M <sup>3</sup> DE CAPACIDAD	T	S/. 18.00

Figura 43 Costo por m3 de transporte de RCD

Fuente: C.J. contratistas asociados SAC (2020)

Según las figuras 53, 54, 55 y 56 el uso contenedores de las plantas de valorización tienen el costo 75 soles por m3, en el caso de disponer los residuos en escombrera tiene un 40 soles por m3, en el caso de disponer en un relleno sanitario el costo es 53 soles por m3, la restricción en el relleno sanitario no



cualquier volquete puede ingresar a sus instalaciones, tienen que estar registrados dentro una operadora de residuos autorizado por el ministerio del ambiente.

Según la Municipalidad de Lima (2019). Los residuos de construcción y demolición deben ser depositados en rellenos sanitarios, pero dado que en Lima no hay relleno sanitario, la Agencia de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) recomienda disponer de estos materiales en empresas mineras no metálicas que cuenten con un estudio de impacto ambiental y que hayan contemplado, dentro de su plan de cierre, la recepción de estos residuos.

#### 4.6. Concreto con incorporación de agregados reciclados provenientes del aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición (RCD)

Según Bazalar y Cadenillas (2021) en su propuesta de disertación sobre áridos reciclados para la producción de hormigón estructural con  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$  en construcciones en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental. Analiza las propiedades mecánicas de los agregados gruesos naturales y los agregados de concreto reciclado al examinar el contenido de humedad, el peso unitario, el tamaño de grano, la gravedad específica, la absorción y la abrasión.

Según Bazalar y Cadenillas (2021) los ACR tienen mayor absorción y porosidad que los agregados naturales debido a la adherencia del mortero y al agrietamiento por los procesos de trituración durante el reciclaje, lo que les permite mantener una mayor capacidad de agua en sus poros que los agregados naturales (AN). Sin embargo, se enfatiza que con niveles bajos de sustitutos de ACR en el concreto, los efectos sobre la durabilidad no son tan significativos.

Según Bazalar y Cadenillas (2021) según el método ACI, se crearon cinco conceptos de mezcla, uno de los cuales fue diseñado para un hormigón con agregados naturales, es decir, un hormigón estándar. Por otro lado, se propusieron cuatro conceptos de mezcla con diferentes ratios de sustitución de áridos naturales por áridos de hormigón reciclado (25%, 30%, 40%, 50%, respectivamente) con el fin de obtener una relación de sustitución óptima

mediante ensayos. Finalmente, se obtuvo una relación de sustitución óptima, la cual fue el diseño de mezcla con 40% de sustitución de AN por ACR.

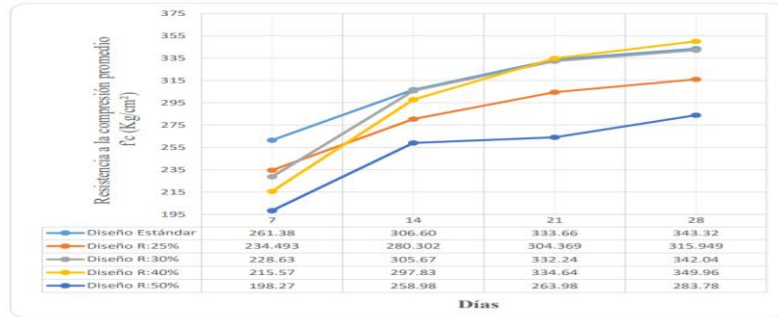


Figura 44 Comparación de resistencia a la compresión de todos los diseños de mezcla

Fuente: Bazalar y Cadenillas (2020).

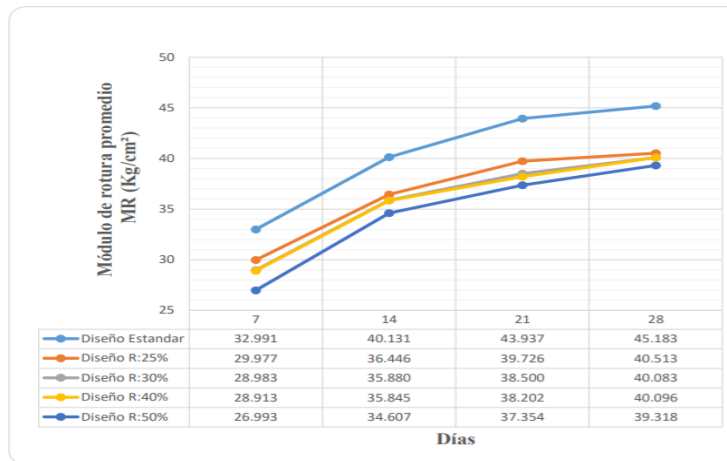


Figura 45 Comparación de resistencia a la flexión de los diseños de mezcla realizados a los 7, 14, 21 y 28 días

Fuente: Bazalar y Cadenillas (2020).

Según Bazalar y Cadenillas (2021) la mezcla de concreto con 40% de ACR obtuvo mejores resultados en cuanto a la resistencia a la compresión con respecto a la obtenida en el concreto estándar, puesto que supera en 2.91% a la de concreto estándar.

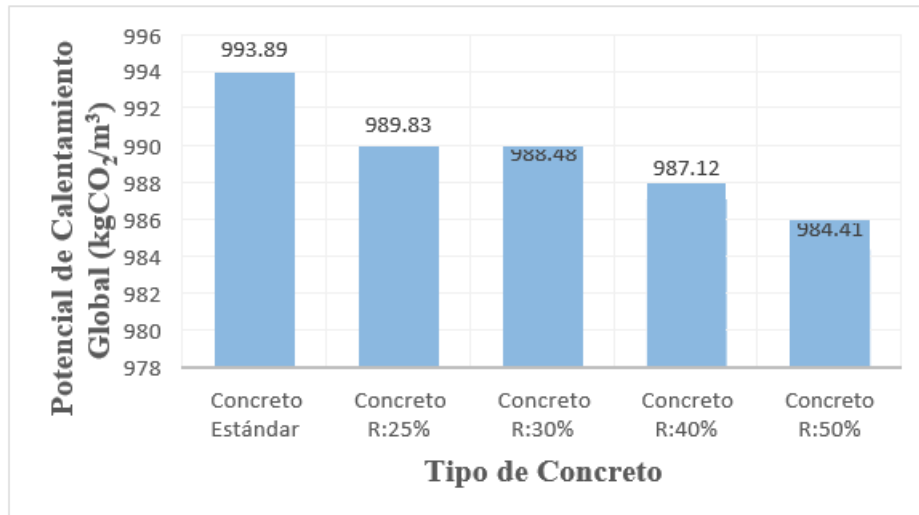


Figura 46 Resultados del potencial calentamiento global total.

Fuente: Bazalar y Cadenillas (2020).

Según Bazalar y Cadenillas (2021) la disminución de los gases contaminantes (CO<sub>2</sub>, smog, potencial calentamiento global, entre otros) y energía primaria consumida del modelo de la estructura aportada en Jesús María cuando se utiliza concreto con ACR en sustitución del concreto con AN. Los gases contaminantes son los factores causantes del calentamiento global y esto se debe a que, al momento de los procesos de manufactura, transporte, construcción, mantenimiento y demolición, sus actividades generan un impacto negativo que es medido mediante el potencial calentamiento global que brinda el programa Athena Impact Estimator for Buildings. Finalmente, en la simulación del modelo se obtuvo como resultado que la utilización de concreto con ACR logró disminuir el potencial de generación de smog y el potencial de calentamiento global en 2 kg de O<sub>3</sub> equivalente/m<sup>3</sup> y 10 kg de CO<sub>2</sub> equivalente/m<sup>3</sup> de concreto producido, respectivamente. En el edificio multifamiliar simulado, se utilizó 738.51 m<sup>3</sup> de concreto, por lo que esto se traduce en una reducción de 1477.02 kg de O<sub>3</sub> equivalente de la variable potencial de generación de smog y 7385.10 kg de CO<sub>2</sub> equivalente de la variable potencial de calentamiento global.

Según Erazo (2018) en su tesis de evaluación del diseño de hormigón F'c = 175 kg / cm<sup>2</sup> utilizando áridos naturales y reciclados para su aplicación en elementos no portantes, el hormigón reciclado (65% de arena reciclada) a los 28 días de realizada la mezcla recibió un valor de resistencia a la compresión promedio de

243.49 kg/cm<sup>2</sup>, con un 39% más que la resistencia de diseño de 175 kg/cm<sup>2</sup>, lo que garantiza que este hormigón también es más económico a la hora de trabajar elementos no estructurales como sardineles, topellantas, aceras, rampas, etc., a su misma vez generando costos menores.

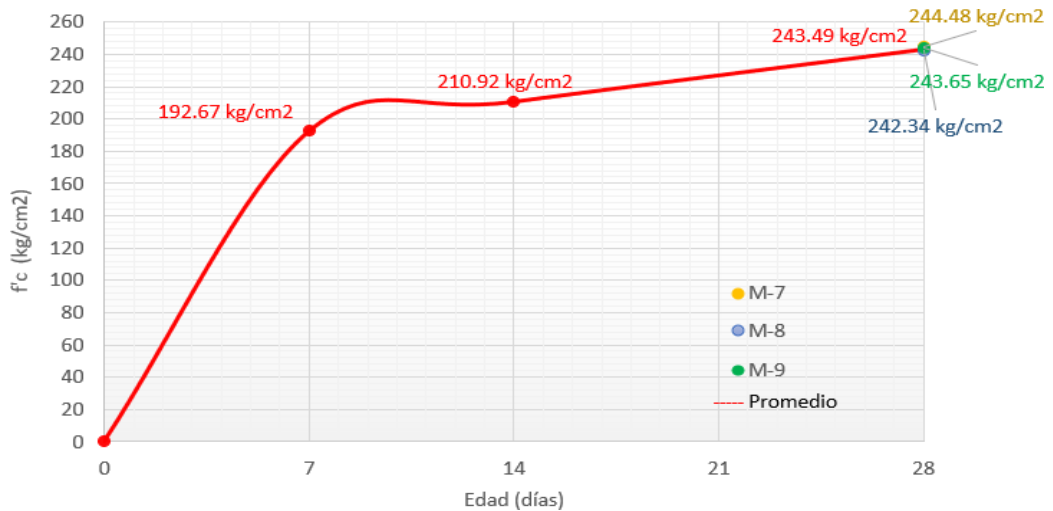


Figura 47 Resistencia a los 28 días

Fuente: Erazo (2018)

Según Erazo (2018) se obtuvo un costo total de materiales en 1m<sup>3</sup> de concreto reciclado incluido IGV de S/. 194.81, mientras que para 1m<sup>3</sup> de concreto convencional se obtuvo un costo total incluyendo IGV de S/. 211.08, siendo el costo de materiales en 1m<sup>3</sup> de concreto reciclado un 8% menor que el de un concreto convencional, por lo que se concluye que el uso de agregados reciclados es económico y rentable.

Según Erazo (2018) el hormigón reciclado a los 28 días después de la mezcla alcanzó un valor de resistencia a la compresión promedio de 243.49 kg/cm<sup>2</sup>, con un 39% más que la resistencia de diseño de 175 kg/cm<sup>2</sup>, lo que nos garantiza que este hormigón puede ser aplicado en la elaboración de elementos no estructurales como sardineles, topellantas, aceras, rampas, etc., generando también costos menores.

Costo de materiales en 1 m <sup>3</sup> de concreto reciclado						
Nº	Materiales	Und.	Cantidad	P.U. (S/.)	Total (S/.)	
1	Cemento Sol Tipo I	bls	7.65	15.13	115.70	
2	Agregado fino combinado	m3	0.512			
	Arena gruesa	65%	m3	0.333	50.85	16.93
	Arena reciclada	35%	m3	0.179	36.48*	6.54
3	Agregado grueso reciclado	m3	0.699	36.48*	25.50	
4	Agua potable	m3	0.231	1.83	0.42	
Costo Total sin IG					165.09	
IGV (18%)					29.72	
Costo Total					<b>194.81</b>	

Figura 48 Costo de concreto reciclado

Fuente: Erazo (2018)

Costo de materiales en 1 m <sup>3</sup> de concreto convencional					
Nº	Materiales	Und.	Cantidad	P.U. (S/.)	Total (S/.)
1	Cemento Sol Tipo I	bls	7.62	15.13	115.34
2	Arena Gruesa	m3	0.540	50.85	27.46
3	Piedra chancada 1/2"	m3	0.648	55.08	35.69
4	Agua potable	m3	0.209	1.83	0.38
Costo Total sin IG					178.88
IGV (18%)					32.20
Costo Total					<b>211.08</b>

Figura 49 Costo de concreto convencional

Fuente: Erazo (2018)

Según Rodrich y Silva (2018) su investigación influencia del agregado de concreto reciclado sobre las propiedades mecánicas en un concreto convencional, se evaluó el efecto del agregado de concreto reciclado en las propiedades mecánicas en un concreto convencional, obteniendo que la resistencia a compresión estadísticamente se mantiene al reemplazar el 15%, 30%, 45% y 60% del agregado grueso en peso por agregado de concreto reciclado respecto a un diseño de mezcla sin uso de agregado reciclado para las 3 relaciones agua/cemento de diseño (0.55, 0.65 y 0.70).

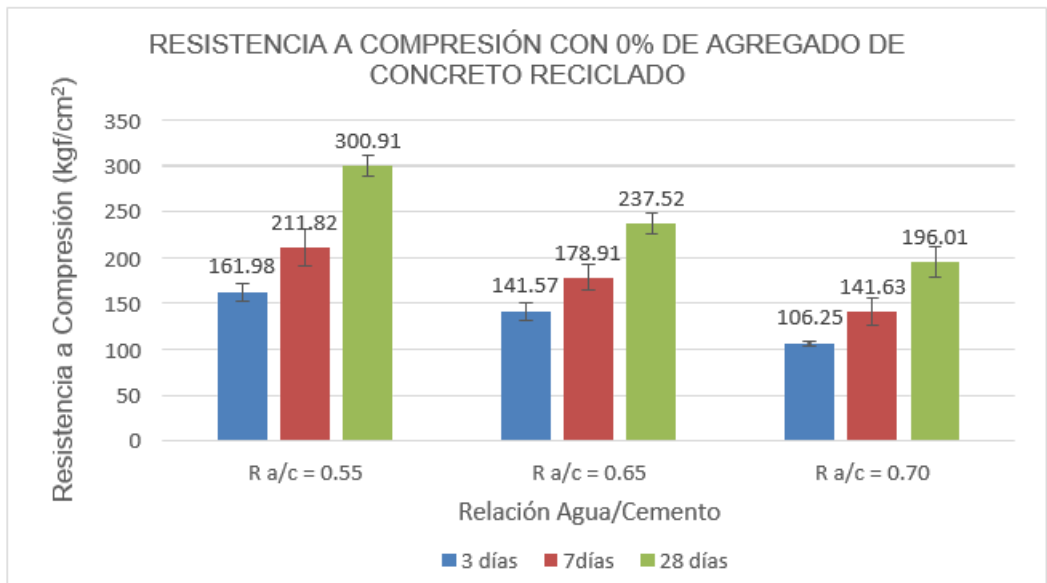


Figura 50 Resistencia a compresión con 0% de agregado de concreto reciclado

Fuente: Rodrich y Silva(2018).

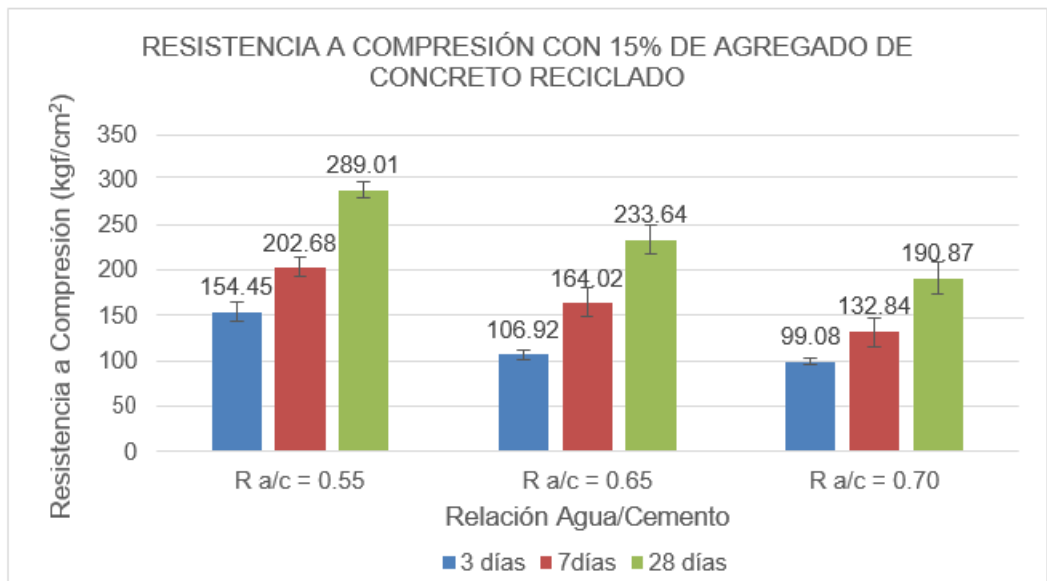


Figura 51 Resistencia a compresión con 15% de agregado de concreto reciclado

Fuente: Rodrich y Silva (2018).

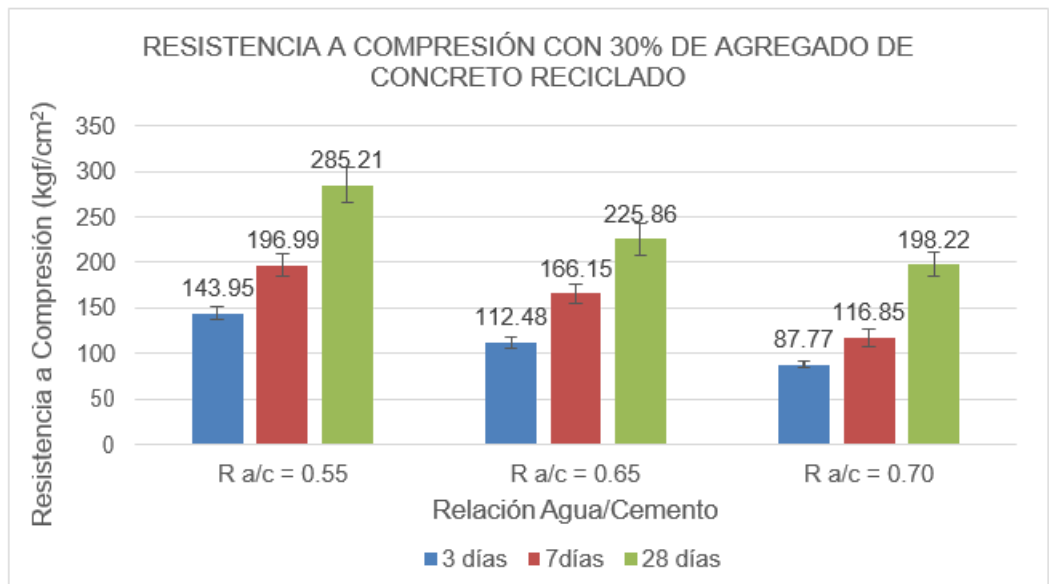


Figura 52 Resistencia a compresión con 30% de agregado de concreto reciclado

Fuente: Rodrich y Silva (2018).

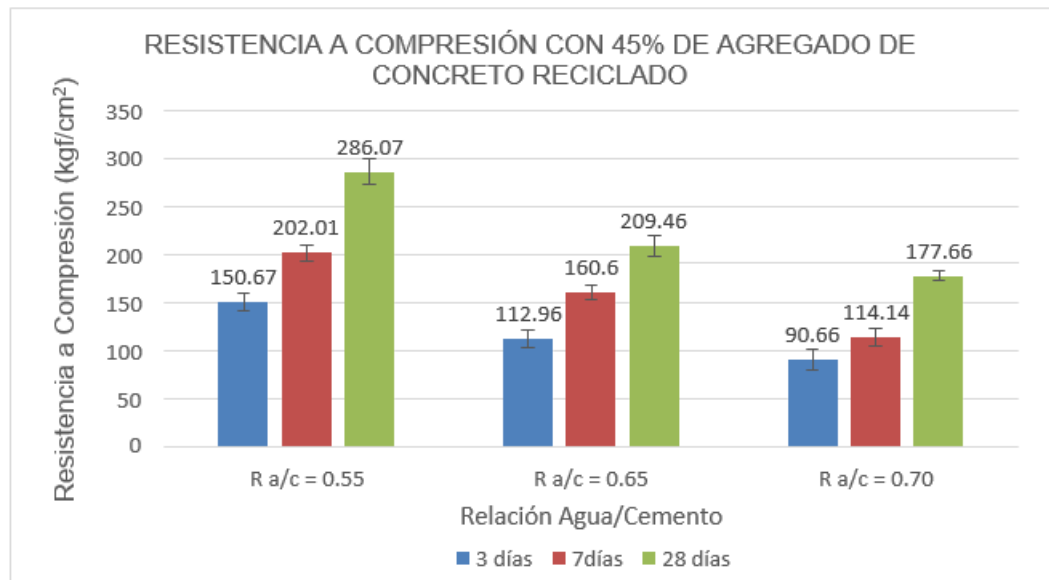


Figura 53 Resistencia a compresión con 45% de agregado de concreto reciclado

Fuente: Rodrich y Silva (2018).

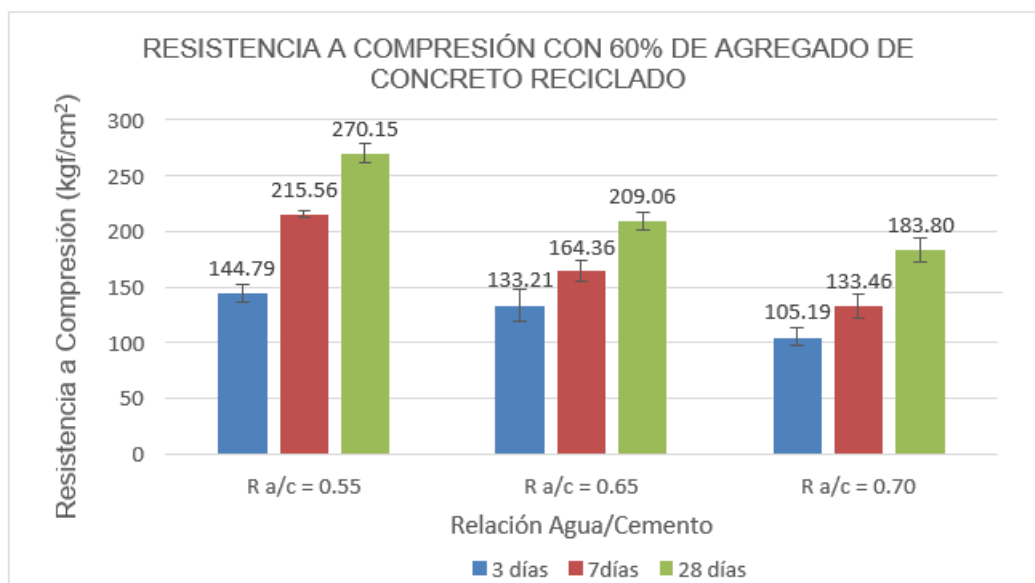


Figura 54 Resistencia a compresión con 60 % de agregado de concreto reciclado

Fuente: Rodrich y Silva (2018).

Según Rodrich y Silva (2018) evaluaron los ensayos en el concreto endurecido, concluyendo que la resistencia a compresión promedio de especímenes cilíndricos de 4"x8" para las tres relaciones agua/cemento (0.55, 0.65 y 0.70) disminuyen a medida que se aumenta la cantidad de agregado de concreto reciclado en un 15%, 30%, 45% y 60% en el diseño, las probetas con una  $R a/c = 0.55$  presentan una disminución en su resistencia a compresión promedio a los 28 días en un 3.95%, 5.22%, 4.94% y 10.22% respectivamente con respecto al patrón ( $300.91 \text{ kgf/cm}^2$ ), las probetas con  $R a/c = 0.65$  presentan una disminución en su resistencia a compresión promedio a los 28 días en un 1.63%, 4.91%, 11.81% y 11.98% respectivamente con respecto al patrón ( $237.52 \text{ kgf/cm}^2$ ) y las probetas con  $R a/c = 0.70$  con agregado reciclado en un 15%, 45% y 60% presentan una disminución en su resistencia a compresión promedio a los 28 días en un 2.62%, 9.36% y 6.23% respectivamente con respecto al patrón y un ligero aumento con 30% de agregado reciclado en un 1.13% respecto al patrón ( $196.01 \text{ kgf/cm}^2$ ).

Según Rodrich y Silva (2018) el agregado de concreto reciclado puede sustituir



al agregado grueso en la mezcla de concreto debido a que, la cual no pierde su propiedad mecánica más importante, que es la resistencia a compresión, mejora la succión capilar y logra aligerar el peso unitario. Es por ello que funciona como material en el diseño de mezcla. Además, contribuye con el medio ambiente ya que se logra un desarrollo sostenible presentando dos grandes ventajas: reducción de materia prima virgen y reducción de eliminación innecesaria de los materiales de demolición.

Según Mamani y Tipiana (2019) en su tesis uso del concreto reciclado como agregado y su comportamiento en la resistencia, en adoquines de uso peatonal, El concreto reciclado fino como materia prima para la fabricación de los adoquines, La incorporación de concreto reciclado de 10% ,20%, 30% y 40% como agregado fino cumple con el nivel de resistencia a la compresión en adoquines de uso peatonal según NTP 399.611 resistencia a 320 kg/cm<sup>2</sup>

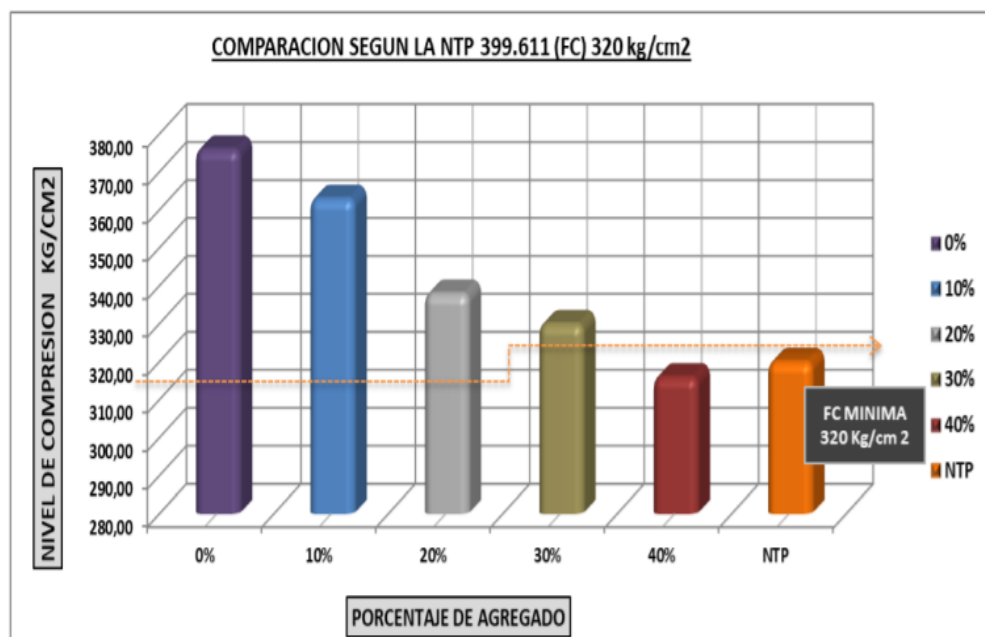


Figura 55 Comparativo de resultados obtenidos con agregado reciclado

Fuente: Mamani y Tipiana (2019)

4.7. Aplicaciones del concreto con aprovechando los residuos de la construcción y demolición.

Según Gaggino (2019) las materias primas utilizadas son: cemento Portland común y plástico llamado “polietilentereftalato” (PET) de envases de bebidas desechables triturados. Al agua de amasado se le añade un aditivo químico, compuesto por polímeros acrílicos en suspensión, que mejora la adherencia de las partículas plásticas al cemento.

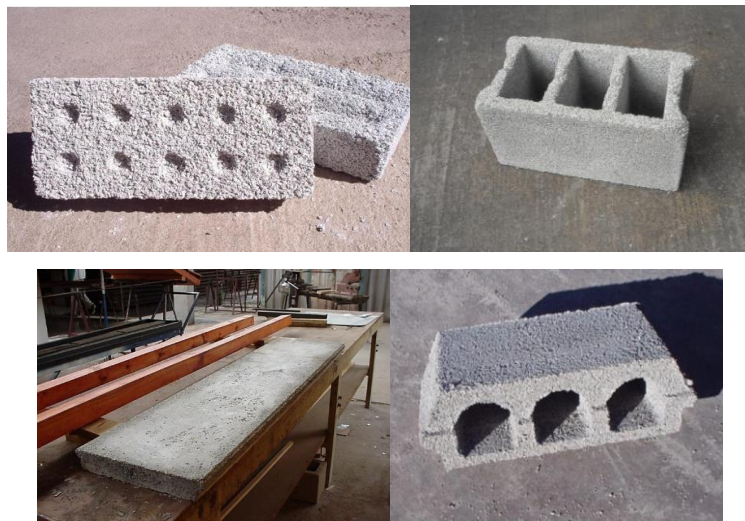


Figura 56 Producto de concreto con agregados e incorporación de PET

Fuente: Gaggino R (2019)



Figura 57 Estructuras con productos reciclados

Fuente: Gaggino (2019)

Según CICLO (2019) La transformación de RCD en áridos reciclados es necesaria para explotarlos como insumos en la fabricación de materiales sostenibles que puedan ser utilizados en procesos de construcción, es necesario verificar que los requisitos técnicos y precios de mercado sean competitivos según el concepto de economía circular. En la figura 58 podemos ver qué productos se obtienen del reciclaje de residuos.



Figura 58 Productos que se pueden comercializar a partir del reciclaje de las RCD

Fuente: Tomado de Ciclo (2019)

Construcciones Ecológicas (2018) los bloques de concreto son elementos pre moldeados a partir de los agregados reciclados obtenidos en planta, destinados a la construcción de muros y tabiques. Son aptos para todo tipo de mampostería, viviendas, diversidad de muros perimetrales, industriales y otros.



Figura 59 Bloques de concreto a partir del reciclaje de las RCD

Fuente: Tomado de Ciclo (2019)

## CONCLUSIONES

1. En las obras civiles y edificaciones en todas sus procesos y etapas se requieren disminuir los residuos generados, optimizando el uso de los recursos, mejorando la productividad, disminuyendo el consumo de los recursos naturales. Por ello se deben realizar mejoras en la disposición de materiales, en el transporte y acopios durante el proyecto, los procesos constructivos deben ser planificados controlados evitando retrabajo que generan residuos, los diseños y modulaciones deben incluir elementos prefabricados y predimensionados, como encofrados modulares, acero dimensionado, elementos de concreto predimensionados, planificando el uso de medidas comerciales en los diseños para evitar cortes en los materiales que generar residuos o generar productos a medida según la obra específica desarrollar, se debe considerar la reutilización en obra de los residuos y/o la segregación en forma separadas por cada tipo de residuo en obra, así como la capacitación y formación de los trabajadores enfocado a aprovechar al máximo los materiales de construcción y no generar más residuos, Los RCD debemos separarlos y seleccionarlos de forma que podamos utilizarlo como materia prima en los concretos reciclados.
2. En Lima Metropolitana existen 24 plantas de valorización, repartidas en distintos distritos desde Ventanilla hasta Lurín que ofertan contenedores de volumen variables de  $4\text{m}^3$  a  $8\text{m}^3$ , que dejan en obra por una semana en obra dicha opción es la de mayor costo pero la ventaja que los certificados que entregan, consta de un detalle de la segregación, minimización, comercialización, reaprovechamiento y reducción de emisiones de  $\text{CO}_2$  equivalente, dicho servicio incluyen la recolección, el transporte, valorización y la emisión de certificados, en el caso de la escombreras reciben existen dos en Lima Metropolitana y reciben solo desmonte limpio, se debe tener en cuenta el costo de la recolección y transporte y aparte el costo del servicio por el ingreso a la escombrera, en el caso los rellenos sanitarios solo reciben residuos de empresas operadoras autorizadas por MINAM, analizando los registros de segregación y manejo de residuos de construcción la minimización alcanza entre 37% y 51%, del total de los residuos y entre 1.05 y 1.59 toneladas de residuos aprovechables de naturaleza pétreo además que resulta en la reducción de emisiones entre 2.49 a 2.97 de toneladas  $\text{CO}_2$  equivalentes por cada  $8\text{m}^3$  de residuos de la

construcción y demolición, el costo de disponer los residuos de construcción y demolición por m<sup>3</sup> de manera formal con autorizado, certificado y cuidando el medio ambiente es entre 40 y 75 soles.

3. La incorporación de los agregados reciclados provenientes de aprovechamiento contribuye a reducir la contaminación al medio ambiente, a minimizar la explotación de material virgen y se ingresa al círculo virtuoso de la economía circular generando menores emisiones y mejorando los costos de producción. El concreto con incorporación de agregados reciclados provenientes del aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición, denominados concretos reciclados, los residuos considerados para este fin deben ser seleccionados desde la fuente y estar libre de contaminantes, por lo que requerido conocer su origen, estos no deben provenir de incendios, ni contener patologías químicas, se deben limpiar y quitar las impurezas, estos agregados pueden ser gruesos y finos, la evolución de la resistencia a la compresión y flexión a medida que se incorpora más porcentaje de agregado reciclado a la mezcla de concreto este se torna de menor calidad y con valores menores al diseño estándar convencional, siendo su mayor uso como agregado de concreto reciclado sustituyendo al agregado grueso en la mezcla de concreto debido a que no se pierde su propiedad mecánica de resistencia a la compresión, mejora la succión capilar y logra aligerar el peso unitario, en estos casos el concreto con incorporación de agregados provenientes del reciclado de los RCD se acepta el 20% de incorporación de dichos agregados reciclados, los agregados reciclados reducen la emisión en 10 Kg de CO<sub>2</sub> equivalente/m<sup>3</sup>de concreto, en cuanto los costos los concretos con agregados reciclados son un 8% más económico, sus usos pueden estar destinado para unidades de albañilería, para elementos no estructurales como sardineles, topellantas, veredas, rampas, etc en proyectos de habilitación urbana o mejora del misma, el cual debe ser impulsado por el gobierno central, los gobiernos locales y las instituciones privadas, su también puede ser para concretos estructurales de mayor grado de control dada la heterogeneidad estos agregados reciclados.
4. La mejora de procesos constructivos se enfoca en la reducción de la generación de residuos de construcción y demolición, incluyendo la planificación y compatibilización de las distintas especialidades del proyecto, contado con procedimientos de trabajos revisados que optimizan los procesos constructivos, los

residuos generados deben incorporarse en el mismo proyecto buscando fines alternativos en su reutilización, los residuos resultante deben ser segregados y dispuestos mediante sistemas autorizados promoviendo su reutilización y aprovechamiento como insumos para otros productos, de los cuales destacamos el concreto con agregados reciclados, denominado concretos reciclados, los cuales tienen que pasar por controles para su validación y uso, controlados desde su origen, proceso y producto, que como producto final contribuye a reducir la contaminación al medio ambiental generando menores emisiones en toneladas CO<sub>2</sub> equivalentes, contribuye a minimizar la explotación de material virgen y mejora los costos de producción, por dichos productos provenientes del aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición contribuyen a la mejora de los procesos constructivos.

## RECOMENDACIONES

1. Se debe continuar con la investigación a referida identificación de medios para aprovechar los residuos de construcción y demolición, en la presente investigación se muestran plantas de valorización, escombreras y rellenos sanitarios, se requiere investigaciones posteriores para la viabilidad de otras minas no metálicas con plan de cierre para que puedan ser consideradas escombreras, así como estudios para profundizar los tratamientos de los residuos en las plantas de valorización y analizar los productos con componentes reciclados que generan así como compararlo con los productos tradicionales.
2. Gestionar convenientemente los procesos constructivos ya que deben ser planificados y controlados, mediante procedimientos de trabajos y todo personal que intervenga debe ser capacitado en el procedimiento, evitando el retrabajo que generan residuos, los diseños, planos y especificaciones de los proyectos deben compatibilizados entre distintas especialidades e incluir sistemas y elementos que reduzcan la generación de residuos como los elementos prefabricados y predimensionados, los diseños deben adecuarse a medidas comerciales de los materiales de la construcción.
3. El uso de las planta de valorización ya que estas nos permiten conocer el detalle de la segregación, minimización, comercialización, reaprovechamiento y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, aun su costo por m<sup>3</sup> es mayor por el momento esta es vital importancia porque nos permite conocer nuestro nivel de contaminación y tomar acciones al respecto, las tolvas en la actualidad son 8m<sup>3</sup>, se debería ofertar tolvas de mayor dimensión para reducir los costos.
4. El uso del concreto con incorporación de agregados reciclados provenientes del aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición debe ser promovido y utilizado por sus beneficios ambientales, por ello se requieren campañas de sensibilización por parte del gobierno, las empresas deben tomar conciencia y se debe fomentar este mercado incipiente que contribuye a minimizar nuestro impacto ambiental y reducir nuestra generación toneladas CO<sub>2</sub> equivalentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceros Arequipa (2021) Acero dimensionado <https://www.acerosarequipa.com/acedim>
- Actualidad Ambiental (2019). Residuos arrojado en la playa Callao <https://www.actualidadambiental.pe/denuncian-que-fabricas-pesqueras-contaminan-playas-del-callao/>
- Almestar, S. (2020). *Beneficios de la economía circular en la construcción de edificaciones en Piura. (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Perú.*
- Alvarez A. (2020). *Universidad de Lima. Obtenido de Clasificación de las Investigaciones:*  
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjVyLGT9cjsAhWSGbkGHS0yAqkQFjADegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fcore.ac.uk%2Fdownload%2Fpdf%2F322967825.pdf&usg=AOvVaw0CuA9jLIpykQAMLv8j1pP>
- Argos (2018). *Agregados Reciclados. ¿Qué y para qué?*  
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/agregadosrecicladosqueyparaque>
- Avila, B., Castro, M. y Perlaza, V. (2017). *Identificación de estrategias para el aprovechamiento comercial de residuos del sector de la construcción y demolición en Colombia.*  
<https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/598/AvilaMartinYeisonBernardo2017.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Arena San Martín (2020) Costo de ingreso de volquete en arenera San Martín
- Arévalo y Gómez (2016) Prospectiva y Gestión de las Organizaciones Públicas y Privadas  
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/7834/Prospectiva%20y%20Gestion%20de%20las%20Organizaciones%20Publicas%20y%20Privadas.pdf>



20Gestio%cc%81n%20de%20las%20Organizaciones%20Pu%cc%81blicas%20y%20Privadas.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Banco Mundial (20 de Septiembre del 2018). *Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos*.  
<https://www.bancomundial.org/es/news/immersivestory/2018/09/20/whatawasteanupdatedlookintothefutureofsolidwastemanagement>

Banco Mundial (2018). *What a Waste 2.0 (Los desechos 2.0)*  
<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30317/9781464813290.pdf?sequence=13&isAllowed=y>

Bautista, J y Loayza, N. (2017). *La construcción sostenible aplicada a las viviendas de interés Social en Colombia. Revista Semillero competitividad económica ambiental, p 86110. Recuperado de:*  
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/issue/view/840/228>

Bazalar, L y Cadenillas, M (2021) *Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> en estructuras aporticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental* (tesis de grado) Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).  
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628103/Bazalar\\_LPL.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628103/Bazalar_LPL.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Bazán, I (2018). *Caracterización de residuos de construcción de Lima y Callao (estudio de caso)*. (tesis de título). Universidad Católica de Perú, Perú. Recuperado de:  
[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/10189/BAZAN\\_GARAY\\_CHARACTERIZACION\\_RESIDUOS\\_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/10189/BAZAN_GARAY_CHARACTERIZACION_RESIDUOS_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Bezzolo y D'Angelo (2020). *Manejo de los residuos de la construcción producidos en la ciudad de Chiclayo. Su Tratamiento, Reciclaje y Eliminación a través de una escombrera*. (tesis de maestría). Universidad Nacional de Piura, Perú.

- Borja, M. (2016). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Recuperado de: [https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_Investigaci%C3%B3n\\_Cient%C3%ADfica\\_para\\_ingenier%C3%ADa\\_Civil](https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil)
- Cajas Ecológicas (2020) Registros de segregación y manejo de residuos de la construcción a C.J. contratistas Asociados SAC
- Carbajal, M (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* (tesis de pregrado). Universidad Agraria la Molina, Perú. <https://www.coursehero.com/file/62523432/carbajal-silva-marcia-andreapdf/>
- Carrillo, P. (2019). *Alternativas de reutilización de los desechos sólidos de construcción como materia prima en diferentes procesos. (tesis de maestría)*. Universidad Internacional SEK. Recuperado de: <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3335/1/Tesis%20Pedro%20Carrillo%20MGA.pdf>
- Castro, J. (2019). *Cuantificación y caracterización de residuos sólidos de construcción para viviendas unifamiliares de gran tamaño del gran área metropolitana*. Universidad de Costa Rica. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/13433/44628.pdf?sequence=1>
- Catorce 6 (2017). Revista Ambiental. <https://www.catorce6.com/>
- Certificados Energéticos (21 de marzo del 2018). *Residuos de construcción y demolición reciclados para su reutilización*. <https://www.certificadosenergeticos.com/residuosdeconstruccionydemolicionrecicladoreutilizacion>.
- CICLO (2019). *Reciclar para construir*. <https://ciclo.com.pe/>

- Clemente, W y Luyo, L (2020). *Los sistemas constructivos y el impacto ambiental generado en obras de infraestructura (tesis de pregrado)*. Universidad Ricardo Palma, Perú. Recuperado de: [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3833/T030\\_71583147\\_T%20%20%20CLEMENTE%20AGUILAR%20WALTER%20CALEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3833/T030_71583147_T%20%20%20CLEMENTE%20AGUILAR%20WALTER%20CALEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Colegio mexicano de Ingenieros Civiles (2018). *Impacto ambiental durante el proceso de construcción*. <https://cmicac.com/2018/12/13/impactoambientalduranteelprocesodeconstruccion/>
- Contraloria (2017) Anexo de Oficio 126-2017-CG-DEMA [http://fweb.contraloria.gob.pe/BuscadorInformes/0/edoc/4264199/Orienta\\_Oficio\\_126-2017-CG-DEMA.pdf](http://fweb.contraloria.gob.pe/BuscadorInformes/0/edoc/4264199/Orienta_Oficio_126-2017-CG-DEMA.pdf)
- Construcciones Ecológicas (2018) los bloques de concreto. <https://construccionesecologicas.com/productos/>
- C.J. contratistas Asociados SAC (2020) Costo de Eliminación de residuos de la construcción y demolición
- CONAMA (2018). *Economía circular en el sector de la construcción*. España
- Decreto Supremo N.º 0142021 VIVIENDA. (26 de julio de 2021). *Normas Legales, N° 16139. Diario Oficial El Peruano, 26 de julio de 2021*. <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/decretosupremoqueapruebaelcodigotecnicodeconstrucciondecretosupremon0142021vivienda19763533>
- Diario Gestión (24 de enero de 2020). *Residuos sólidos de construcción y demolición ahora se considerarán pasivos ambientales. Residuos sólidos de construcción y demolición ahora se considerarán pasivos ambientales*

- Dobón, B. (2018) *materiales de construcción reciclados y reutilizados para la arquitectura sostenible*  
[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/115062/memoria\\_44533185.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/115062/memoria_44533185.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- El Comercio (2019). <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/un-botadero-ilegal-que-lleva-mas-de-una-decada-angustiando-a-los-vecinos-de-la-molina-noticia/>
- Elizabeth, M. y Torres, H. (2016). *Aprovechamiento de los rcd en proyectos de construcción y conservación de pavimentos urbanos.*  
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13905/4/Aprovechamiento%20de%20los%20RCD%20en%20proyectos%20de%20construcci%C3%B3n%20y%20conservaci%C3%B3n%20de%20pavimentos%20urbanos.pdf>
- El Popular (2020). Arrojan residuos en la vía pública frente a colegio en Comas.  
<https://elpopular.pe/actualidad-y-policiales/228075-facebook-denuncian-desmonte-basura-arrojado-frente-colegio-comas-fotos-basura-medio-ambiente-contaminacion>
- Erazo, N. (2018) *Evaluación Del Diseño De Concreto  $F'c=175$  Kg/Cm<sup>2</sup> utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en elementos no estructurales (tesis de grado) universidad nacional Federico Villarreal.*  
<http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2554/ERAZO%20GONZALEZ%20NILO%20ELIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Español Echániz, I. (2016). *Evaluación del impacto ambiental: fundamentos.* Madrid: *Dextra Editorial.* Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/bibliourp/130768?page=1>
- Gaggino R (2019) *Diseño Experimental De Elementos Constructivos utilizando Materiales Reciclados, Para Viviendas De Interés Social. Síntesis de tesis doctoral* Revista *Pensum*  
[https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/120047/CONICET\\_Digital\\_Nro.4981d7de-eb75-40c9-9e12-4b3d10904501\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/120047/CONICET_Digital_Nro.4981d7de-eb75-40c9-9e12-4b3d10904501_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Galindo y Silva (2018). *Impactos ambientales producidos por el uso de maquinaria en el sector de la construcción.*  
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/12566/4/IMPACTOS%20AMBIENTALES%20PRODUCIDOS%20POR%20EL%20USO%20DE%20MAQUINARIA%20EN%20EL%20SECTOR%20DE%20LA%20CONSTRUCCI%C3%93N.pdf>

Gastañaga, W y Pascacio, J (2018). *Gestión de residuos de concreto y ladrillos en la construcción de edificios. Universidad Tecnológica del Perú, Recuperado de :*  
[https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2184/Waldo%20Gasta%c3%b1aga\\_Juan%20Pascacio\\_Trabajo%20de%20Investigacion\\_Maestria\\_2019.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2184/Waldo%20Gasta%c3%b1aga_Juan%20Pascacio_Trabajo%20de%20Investigacion_Maestria_2019.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Gestión (2020) Los RCD ahora son considerados pasivos ambientales.

<https://gestion.pe/economia/residuos-solidos-de-construccion-y-demolicion-ahora-se-consideraran-pasivos-ambientales-noticia/>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación.*  
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologiaadelainvestigacionsextaediccion.compressed.pdf>

Huapalla, H., y Fonseca, W (2020). *Propuesta de utilización de estructuras prefabricadas en concreto armado para la construcción de edificios multifamiliares (tesis de pregrado), Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú :* <http://hdl.handle.net/10757/648666>.

Kommerling (2021) *El ciclo de vida de los materiales.*  
<https://retokommerling.com/ciclodevidamateriales/>

Lean Construction México (2017) [www.leanconstructionmexico.com.mx](http://www.leanconstructionmexico.com.mx)

Leal (2020) *Proponer guía de buenas prácticas orientadas a minimizar residuos sólidos llevados a botadero en edificación en altura. Universidad de Chile.*

<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/176851/Proponer-gu%C3%ADa-de-buenas-pr%C3%A1cticas-orientadas-a-minimizar-residuos-s%C3%B3lidos-llevados-a-botadero-en-edificaci%C3%B3n-en-altura.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ley 29338 del 2009. *Ley de Recursos Hídricos. Congreso de la República. 30 de Marzo del 2009.* Recuperado de: <https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/228/ANA0000044.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Llanos, J. (2020). *Gestión de Residuos Sólidos en la Industria de la Construcción. (tesis de grado).* Universidad Cesar Vallejo. Perú. Recuperado de: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/59181/Llanos\\_RJC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/59181/Llanos_RJC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

López, M. (2020) *Estrategias sostenibles para el aprovechamiento de RCD (residuos de construcción y demolición) en los proyectos de las pymes constructoras de Montería (tesis de pregrado).* Universidad Santo Tomas, Colombia. Recuperado <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/29419/2020manuellopez1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López, M. (2017). *Gestión de residuos inertes.* Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliourpsp/detail.action?docID=5214014>

Hernández M (2019). *Investigación sobre el manejo de residuos en construcción entre Europa, América y Colombia.* <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/21255/Vargas%20Hernandez%20Maciel%20Juanita%202019.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Mamani J y Tipiana L (2019) *uso del concreto reciclado como agregado y su comportamiento en la resistencia, en adoquines de uso peatonal (tesis de grado)* Universidad Cesar Vallejo. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46518/Mamani\\_QJA-Tipiana\\_CLE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46518/Mamani_QJA-Tipiana_CLE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Mapa de Lima.com (2019). *Mapa de las regiones de la provincia de Lima*  
<https://www.mapadelima.com/mapaderegionesdelima/>

Macartur (2019) Esquema de economía circular.  
[https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Esquema-de-una-economia-circular-Fuente-Ellen-MacArthur-Foundation-SUN-y\\_fig1\\_319839814](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Esquema-de-una-economia-circular-Fuente-Ellen-MacArthur-Foundation-SUN-y_fig1_319839814)

Ministerio del medio Ambiente (09 de junio del 2021) Plantas de Valorización en Lima

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MCVS) (2019).  
<https://www.gob.pe/vivienda#publicaciones>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MCVS) (2021). *Exposición de motivos del decreto supremo que aprueba el código técnico de construcción sostenible.*  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1934705/EM%20DS%20Aprueba%20CTCS.pdf>

Municipalidad de Lima (04 de diciembre del 2019). *Conoce las empresas autorizadas para depositar desmonte.*  
<https://www.munlima.gob.pe/noticias/item/39197conocelasempresasautorizadasparadepositar-desmonte>

Municipalidad de San Borja (2017) Ordenanza N° 593 MSB del 22.09.2017

Municipalidad de San Borja (2018) Ordenanza Municipal N° 610 MSB del 25.10.2018

Municipalidad de San Isidro (2019) Ordenanza N° 437 MSI del 13.07.2016

Municipalidad de Miraflores (2019) Ordenanza N° 510MM del 08.02.2019

Muñoz, A. (2018). *Alternativas para una mejor gestión de residuos de construcción. Universidad Militar Nueva Granada. Colombia.*

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17967/Mu%20c3%b1ozPereiraArielFernando2018.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Napa, M. (2019) *Optimización de procesos constructivos de cimentación aplicando metodología top down en edificaciones de oficinas en la ciudad de Lima*.  
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628204/Napa\\_EG.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628204/Napa_EG.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones (2017).  
<https://drive.google.com/file/d/1XdLUkwUqDXsuIQgSbFsJ-J9BTt4u3Hp5/view>

Norma Técnica E.060 Concreto Armado (2009).  
<https://drive.google.com/file/d/19EYUVMgwvm6rDs47GV374avco2ylU5Kz/view>

OEFA (2019) Denuncias ambientales en materia de residuos.  
<https://www.oefa.gob.pe/sinada/>

Olivares, J y De la Cruz, M (2020). *Instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición con la finalidad de mitigar el impacto ambiental. (tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Perú*.  
[https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3826/CIV-T030\\_46934748\\_T%20%20%20OLIVARES%20PURUHUYA%20JOHANA%20AYLIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3826/CIV-T030_46934748_T%20%20%20OLIVARES%20PURUHUYA%20JOHANA%20AYLIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ONU (2018) *El sector de la construcción y los edificios tiene un rol clave en la reducción de emisiones*.  
<https://www.unep.org/es/noticiasyreportajes/comunicadodeprensa/elsectordelaconstruccionylosedificiostieneun>

ONU (2019) No dejar atrás a nadie <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>

Panamericana TV (2017). Arrojan residuos en el cauce del río Rímac.  
<https://panamericana.pe/24horas/locales/227912-ate-camiones-arrojan-desmonte-basura-rio-rimac>



- Pacheco, C, Fuentes, L, Sánchez, E, y Rondón H. (2017). *Ingeniería y desarrollo Volumen 35 N° 2, Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión. Colombia. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/852/85252030015.pdf>*
- Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) (2019). *¿Qué es la economía circular y cuál es su importancia?. <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/queeslaeconomiacircularycuallessuimportancia/>*
- Rea, A (2017). *Gestión de residuos en la construcción: Plan de gestión de residuos generados en construcciones de vivienda multifamiliar en el ecuador (tesis de maestría). Universidad de Cuenca, Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28544/1/GESTION%20DE%20RESIDUOS%20DE%20CONSTRUCCION%2c%20REA%20LOZANO%20ADRIANA%20ESTEFANIA.pdf>*
- Red de periodismo por el desarrollo sostenible (2020). *Emprendimientos de la economía circular generan empleo y valor agregado en lo que otros tiran. <https://www.comunicacionsostenible.co/site/emprendimientosdelaeconomiacirculargeneranempleoyvaloragregadoenloqueotrostiran/>*
- Revista Espacios (2020) *Análisis de la cadena de valor del reciclaje de plástico. Un caso de estudio en el departamento del Atlántico (Colombia). <https://www.revistaespacios.com/a20v41n25/a20v41n25p14.pdf>*
- Revista Ingeniería Civil (2017). *Residuos de construcción y demolición como agregado de concreto hidráulico. [https://www.ecorfan.org/republicofperu/research\\_journals/Revista\\_de\\_Ingenieria\\_Civil/vol1num2/Revista\\_de\\_Ingenier%C3%ADa\\_Civil\\_V1\\_N2\\_4\\_2.pdf](https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Civil/vol1num2/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Civil_V1_N2_4_2.pdf)*

- Risco, X (2017). *Foro Ciudades para la Vida*.  
[https://iucla.eu/wpcontent/uploads/2020/03/ESP\\_Lima\\_\\_CICLO.pdf](https://iucla.eu/wpcontent/uploads/2020/03/ESP_Lima__CICLO.pdf)
- Rodrich, S. y Silva, J (2018) *Influencia Del Agregado De Concreto Reciclado Sobre Las Propiedades Mecánicas En Un Concreto Convencional (tesis de grado)* Universidad Privada de Norte  
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14824/Rodrich%20Guevara%20Sandra%20Romy%20-%20Silva%20Ocas%20Julio%20Cesar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, N. (2020). *Reutilización de residuos de construcción y demolición (RCD) en la industria de la Construcción*. Universidad Militar Nueva Granada. Colombia.  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36112/SanchezPachecoNickBrian2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sevilla, I (2019). *Gestión de residuos sólidos de la actividad de demolición; estudio de casos en profesionales y especialistas en la zona financiera del distrito de San Isidro en el 2018*. Universidad Ricardo Palma, Perú. Recuperado de:  
[https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2402/T030\\_07960835\\_T%20Sevilla%20Chinchilla%20C%20In%20C3%A9s%20Adelina.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2402/T030_07960835_T%20Sevilla%20Chinchilla%20C%20In%20C3%A9s%20Adelina.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Silva, C. (2016). *Creación de una empresa para el reciclaje de residuos de la construcción y demolición. (tesis de maestría)*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Recuperado de:  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621368/Tesis+Gabriela+Silva.pdf?sequence=1>
- Soler Palau “S&P” (2020) *Construcción sostenible: los materiales más utilizados*.  
<https://www.solerpalau.com/eses/blog/construccionsostenible/>
- Soslegal (2018). *Impactos Ambientales que Generan las Edificaciones – Reflexiones y Propuestas para el Sector de la Construcción*.

<https://soslegal.com.pe/impactosambientalesquegeneranlasedificacionesreflexionesypropuestasparaelsectordelaconstruccion/>

Suarez, S., Andrés, J., Mahecha, L., & Calderón, L. (2018). Diagnóstico y propuestas para la gestión de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Ibagué (Colombia). *Gestión y Ambiente* 21(1) 9-21, 2018  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6687508.pdf>

Vargas, E (2020). *El reciclaje de residuos por demolición de edificaciones menores en el desarrollo sostenible Caso distrito Jesús maría – lima (tesis de doctorado). Universidad Federico Villareal, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/4154/VARGAS%20CHAN%20ESTHER%20JONI%20-%20DOCTORA%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>*

Zarta, P. (2018). *La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Colombia*  
<http://www.scielo.org.co/pdf/tara/n28/1794-2489-tara-28-00409.pdf>

# ANEXO

Anexo 1: Permiso de la empresa C.J. Contratistas Asociados SAC



**C.J. Contratistas Asociados S.A.C.**  
Diseño y Ejecución de Obras Cíviles, Saneamiento & Electromecánicas  
Obras y Edificaciones Industriales, Edificios Comerciales  
Edificios Multifamiliares, Casas de Campo, Casas de Playa

## CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE DATOS

Lima, 03 de Noviembre del 2021

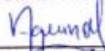
C.J. Contratistas Asociados S.A.C. con RUC N° 20510303386, domiciliada en Av. El Rosario Mz. C Lt. 16 Urb. Juan Carlos Noriega Tejada – San Martín de Porres, y debidamente representada por la Sra Noris Lucia Aquino Urruchi, Gerente Administrativo.

Nos es grato dirigirnos a ustedes para comunicarles que por la presente, autorizamos al Sr. Freddy Jiménez Sullcapoma A fin de que pueda utilizar los datos, figuras, o fotografías de la empresa para la elaboración de su tesis.

Sin otro particular, me despido

Atentamente,

C.J. Contratistas Asociados S.A.C.

  
\_\_\_\_\_  
Noris Aquino Urruchi

.....  
Gerente Administrativo