

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE  
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN CON LA  
FINALIDAD DE MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL**

**TESIS**

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

**PRESENTADA POR:**

**Bach. OLIVARES PURUHUAYA, JOHANA AYLIN**

**Bach. DE LA CRUZ DEL AGUILA, MARÍA ELENA**

**Asesor: DR. SUELDO MESONES, JAIME**

**LIMA - PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mi padre Marcial que durante toda mi vida me ha dado amor y apoyo incondicional, siempre mostrándome el camino correcto a mi hermano Kenneth que me ha demostrado el sentido de la perseverancia y esfuerzo constante.

Johana Aylin Olivares Puruhuaya

Esta tesis está dedicada a Dios por darme fortaleza cada día, a mis padres, por su apoyo y amor incondicional, a mis hermanas por animarme en el camino a no darme por vencida, a mi mentor el señor Choque, por darme la oportunidad de mostrar mis habilidades, a Johan por impulsarme a ser mejor cada día.

María Elena De la Cruz del Aguila

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Ricardo Palma, y a todas personas que de alguna manera nos apoyaron en el desarrollo de la tesis, entre ellos el asesor Dr. Jaime Sueldo Mesones y familiares.

Johana Olivares y María Elena De la Cruz

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	10
ABSTRACT .....	11
INTRODUCCIÓN .....	12
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	13
1.1 Descripción del problema.....	13
1.2 Formulación del problema:.....	28
1.2.1 Problema General: .....	28
1.2.2 Problemas Específicos.....	28
1.3 Objetivos de la investigación.....	28
1.3.1 Objetivo General .....	28
1.3.2 Objetivo Específicos.....	28
1.4 Importancia y justificación del estudio .....	28
1.4.1 Importancia del estudio .....	28
1.4.2 Justificación teórica .....	29
1.4.3 Justificación social.....	29
1.4.4 Justificación ambiental .....	30
1.4.5 Justificación tecnológica.....	30
1.4.6 Justificación económica.....	30
1.5 Delimitación del problema .....	31
1.5.1 Delimitación espacial .....	31
1.5.2 Delimitación temporal .....	31
1.5.3 Delimitación conceptual .....	31
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	32
2.1 Marco histórico: .....	32
2.2 Antecedentes de la investigación.....	34
2.2.1 En el ámbito Internacional:.....	34
2.2.2 En el ámbito Nacional: .....	39
2.3 Bases teóricas .....	41
2.3.1 Residuos sólidos de construcción y demolición.....	41
2.3.1.1 Ciclo de vida de las construcciones.....	42
2.3.1.2 Economía circular: .....	43
2.3.1.3 Pérdidas en las construcciones.....	46
2.3.1.4 Marco normativo.....	50
2.3.1.5 Principio de las R's.....	52
2.3.1.6 Clasificación de los residuos de construcción.....	54
2.3.1.7 Gestión de los residuos de construcción .....	60

2.3.1.8	Manejo de los residuos de construcción y demolición .....	60
2.3.2	Planta de tratamiento o de reciclaje .....	68
2.3.2.1	Tipos de plantas de tratamiento.....	68
2.3.2.2	las Fases del proceso de aprovechamiento.....	71
2.3.2.3	Maquinarias.....	74
2.3.2.4	Recuperación de los RCD .....	75
2.3.2.5	Impacto Ambiental: .....	76
2.3.3	Calidad del aire:.....	83
2.3.3.1	Contaminantes atmosféricos: .....	83
2.3.3.2	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) .....	83
2.3.3.3	Diferencias entre CO y CO <sub>2</sub> :.....	83
2.3.3.4	Efectos de los gases contaminantes en el clima.....	84
2.4	Definiciones de términos .....	85
2.4.1	Abandono de residuos sólidos: .....	85
2.4.2	Principio 3Rs – Reduce, reutiliza y recicla: .....	85
2.4.3	Reaprovechamiento .....	85
2.4.4	EPS-RS:.....	85
2.4.5	Generación de residuos:.....	85
2.4.6	Reciclaje:.....	85
2.4.7	Operador:.....	85
2.4.8	Recuperación: .....	85
2.4.9	Residuo Peligroso:.....	86
2.4.10	Residuos Sólidos: .....	86
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPOTESIS .....		87
3.1	Hipótesis .....	87
3.1.1	Hipótesis principal:.....	87
3.1.2	Hipótesis secundarias: .....	87
3.2	Variables .....	87
3.2.1	Definición conceptual de las variables: .....	87
3.2.1.1.	Variables Independientes:.....	87
3.2.1.2.	Variables Dependientes: .....	87
3.2.2	Operacionalización de las variables:.....	87
CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		89
4.1	Diseño de la investigación:.....	89
4.1.1	Enfoque de la investigación:.....	89
4.1.2	Nivel o Alcance de la investigación: .....	89
4.1.3	Método de investigación:.....	90

4.2	Diseño Metodológico: .....	90
4.3	Población y muestra: .....	90
4.3.1	Población: .....	90
4.3.2	Muestra: .....	91
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos: .....	91
4.4.1.	Tipos de técnicas e instrumentos .....	91
4.4.2.	Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos: .....	91
4.4.3.	Procedimientos para la recolección de datos .....	92
4.5	Técnicas para el procesamiento y análisis de la información: .....	92
4.5.1	Descripción de procedimientos de análisis .....	92
CAPÍTULO V: DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN .....		94
5.1	Planta de tratamiento .....	94
5.1.1	Parámetros de la planta de tratamiento .....	94
5.1.1.1	Ubicación de planta de tratamiento .....	95
5.1.1.2	Accesibilidad .....	98
5.1.1.3	Sistema vial de villa el salvador .....	99
5.1.1.4	Zonificación y topografía .....	100
5.1.1.5	Áreas naturales protegidas .....	102
5.1.2	Análisis de las maquinarias .....	103
5.2.1	Maquinarias fijas .....	103
5.2.2	Maquinarias móviles .....	108
5.1.3	Línea de producción .....	109
5.1.3.1	Control inicial .....	109
5.1.3.2	Inspección visual .....	109
5.1.3.3	Alimentación y clasificación .....	109
5.1.3.4	Clasificación mediante tromel: .....	110
5.1.3.5	Cabina de Triaje .....	111
5.1.3.6	Cribado .....	111
5.1.4	Normas durante la fase del tratamiento .....	113
5.1.4.1	Implementación para el ingreso .....	113
5.2	Generación de los residuos de construcción .....	115
5.3.1	Materia prima y productos obtenidos .....	116
5.3	Reaprovechamiento de los residuos de construcción .....	118
5.3.1.1	Aplicación de los residuos de construcción y demolición: .....	118
5.3.1.2	Las empresas especializadas en lima y callao son: .....	120
5.4.	Impactos ambientales .....	122
5.4.1.	Vida útil .....	122

5.4.2 contaminación acústica.....	122
5.4.3 Contaminación del aire:.....	122
5.4.3.1 Generación de dióxido de carbono en la producción de áridos .....	122
5.4.3.2 Generación de dióxido de carbono en el transporte .....	124
5.5 Beneficio económico .....	133
5.5.1 Gastos en combustible: .....	133
5.5.2 Recursos de operación .....	134
<b>CAPÍTULO VI: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>136</b>
6.1. Presentación de Resultados: .....	136
6.1.1 Ahorro de Materias Primas:.....	136
6.1.1.1. Producción de RCD por año: .....	137
6.1.1.2. Porcentaje de Reaprovechamiento de RCD y Material para productos reciclados: .....	138
6.1.2 Calidad del aire: .....	139
6.1.2.1. Estimación y comparación de emisión de CO2 en función a su velocidad: .....	139
6.1.2.2. Estimación y comparación de Reducción de CO2 por proyección anual: .....	140
6.1.2.3. Comparación de Reducción de CO2:.....	141
6.2 Análisis e interpretación de los Resultados: .....	143
6.3. Contrastación de las Hipótesis.....	148
6.3.1. Hipótesis General: .....	148
6.3.2. Hipótesis Específicas:.....	148
<b>CONCLUSIONES: .....</b>	<b>151</b>
<b>RECOMENDACIONES: .....</b>	<b>152</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>153</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>162</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Generación de residuos en toneladas .....	13
Tabla 2: Ciudades de América Latina con mayor número de habitantes .....	15
Tabla 3: Licencias para la construcción otorgadas por las municipalidades por distritos, según departamentos, 2017 .....	17
Tabla 4: Consumo interno - Venta Total de cemento por toneladas 2006 - 2018 .....	18
Tabla 5: Ciclo de vida de las construcciones .....	42
Tabla 6-. Tabla resumen de los tipos de pérdidas .....	49
Tabla 7: Del procesamiento de las encuestas aplicadas en Lima – Síntesis del Total en % .....	51
Tabla 8: Marco histórico de manejo de residuos sólidos .....	51
Tabla 9: Clasificación de los residuos de la actividad de la construcción y demolición .....	54
Tabla 10: Clasificación de los Residuos Peligrosos .....	55
Tabla 11: Clasificación de los Residuos NO Peligrosos .....	56
Tabla 12: Composición general de los escombros .....	57
Tabla 13: Viviendas particulares según material predominante en los Techos Año 2017 .....	59
Tabla 14: Procesos de la Gestión de Residuos en normativa peruana .....	61
Tabla 15 : Tasa de recuperación (%) de los residuos de construcción y demolición (RCD).....	65
Tabla 16: Centros autorizados de disposición final de RCD en el departamento de Lima.....	67
Tabla 17: Plantas de tratamiento de RCD.....	68
Tabla 18: Ventajas y desventajas de una planta de tratamiento fija.....	70
Tabla 19: Ventajas y desventajas de una planta de tratamiento móvil.....	71
Tabla 20: Maquinaria requerida para la obtención de los áridos reciclados .....	74
Tabla 21: Determinación de Impactos Ambientales en el medio Inerte.....	79
Tabla 22: Determinación de Impactos Ambientales en el medio Biótico .....	80
Tabla 23 Determinación de los Impactos Ambientales en el medio Humano o Socio económico .....	81
Tabla 24: Operacionalización de las variables. ....	88
Tabla 25: Listado de áreas naturales protegidas en Lima .....	102
Tabla 26: Aplicación de normas de seguridad y salud.....	114
Tabla 27: Composición general de los escombros.....	116
Tabla 28: Residuo reciclable y no reciclable según su componente .....	118
Tabla 29: Porcentaje de Recuperación de los RCD .....	118
Tabla 30: Alternativas de reutilizar los RCD.....	119
Tabla 31 : Subsistema de reciclaje .....	123
Tabla 32: Producción de áridos .....	123

Tabla 33: Tipo de combustible .....	126
Tabla 34: Estimación de vehículos por clase según departamentos Año 2016 .....	126
Tabla 35: Tasa de crecimiento de vehículos pesados .....	127
Tabla 36: Proyección de vehículos .....	128
Tabla 37: Emisiones de dióxido de carbono en función de la velocidad .....	129
Tabla 38: Comparación de Km y Combustible consumido .....	133
Tabla 39: Costo de alquiler de maquinaria por hora .....	134
Tabla 40: Consumo De Combustible Para una Retroexcavadora .....	134
Tabla 41: Consumo de combustible para volquetes .....	135
Tabla 42: Consumo De Combustible Para Cargador Frontal.....	135
Tabla 43: Producción de áridos por toneladas .....	137
Tabla 44: Producción de RCD por año.....	138
Tabla 45: Cantidad de RCD ton por año recuperado a materia prima .....	139
Tabla 46: Emisión de dióxido de carbono en función a la velocidad (12 Km/h) .....	139
Tabla 47: Emisión de dióxido de carbono en función al velocidad (54 Km/h) .....	140
Tabla 48: Reducción de dióxido de carbono en función al velocidad (54 Km/h) .....	140
Tabla 49: Reducción de dióxido de carbono en función al velocidad (12 Km/h) .....	140
Tabla 50: Reducción de dióxido de carbono .....	141
Tabla 51: Gasto de combustible de un volquete que traslada RCD .....	142
Tabla 52: Costos de consumo de combustible y costos de operación de una cantera tradicional .....	142
Tabla 53: Costos de operación de una planta de tratamiento de RCD .....	142
Tabla 54: Cantidad de RCD ton por año .....	144
Tabla 55: Cantidad de RCD ton por año recuperado a materia prima .....	144
Tabla 56: Proyección de vehículos .....	145
Tabla 57: Emisión de dióxido de carbono en función a la velocidad (12 Km/h) .....	145
Tabla 58: Emisión de dióxido de carbono en función al velocidad (54 Km/h) .....	146
Tabla 59: Reducción de CO2 en Toneladas .....	146
Tabla 60: Ahorro en soles por cantidad de camiones .....	147

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Toneladas de residuos de construcción y demolición por año en Colombia.....	16
Figura 2: Relación de venta de cemento.....	18
Figura 3: Mapa nacional de ubicación de infraestructura de disposición final .....	19
Figura 4: Número de áreas degradadas por departamento .....	20
Figura 5: Botaderos informales en el sur de Lima, distrito de villa el salvado - Google Earth ..	21
Figura 6: Punto 1: Botadero Ripley.....	21
Figura 7: Punto 1: Botadero Ripley.....	22
Figura 8: Punto 2: Botadero El Sol.....	22
Figura 9: Punto 2: Botadero El Sol.....	23
Figura 10: Punto 3: Botadero Negro Gustavo .....	23
Figura 11: Punto 3: Botadero Negro Gustavo .....	23
Figura 12: Punto 4: Botadero Torito .....	24
Figura 13: Punto 4: Botadero Torito .....	24
Figura 14: Punto 4: Botadero Torito .....	25
Figura 15: Punto 4: Botadero Torito .....	25
Figura 16: Punto 5: Botadero Calle 4.....	25
Figura 17: Punto 5: Botadero Calle 4.....	26
Figura 18: Punto 6: Botadero Antena.....	26
Figura 19: Punto 7: Botadero Sindicato .....	26
Figura 20: Punto 7: Botadero Sindicato .....	27
Figura 21: Zona de estudio.....	31
Figura 22: Imagen del coliseo Romano donde se aprecia parte de las piedras removidas. ....	33
Figura 23: Imagen de una Planta de tratamiento de RCD.....	34
Figura 24: Esquema del proceso futuro de la construcción basado en Economía Circular .....	45
Figura 25: Esquema de Economía Circular para el sector de la construcción.....	46
Figura 26: Esquema del principio de la R's.....	53
Figura 27: Composición de RCD .....	57
Figura 28: Viviendas particulares según material predominante en las paredes exteriores Año 1993, 2007 y 2017.....	58
Figura 29: Viviendas particulares según material predominante en los Techos Año 2017 .....	59
Figura 30: Cantidad de EO-RS (empresa operadora – residuos sólidos) por departamento.....	63
Figura 31: Cantidad de EO-RS (empresa operadora – residuos sólidos) por distrito en la provincia de Lima .....	63
Figura 32 Cantidad de empresas operadoras de residuos sólidos autorizados por año .....	64
Figura 33: Ubicación de las instalaciones de disposición final.....	66
Figura 34: Vista general de una planta de tratamiento fija .....	70

Figura 35: Planta de tratamiento móvil .....	71
Figura 36: Esquema de una planta de reciclaje de RCD .....	73
Figura 37: Corte de una trituradora simple efecto .....	74
Figura 38: Acopio de diferentes granulométrica .....	75
Figura 39: Componentes de una cinta transportadora.....	75
Figura 40: Licencias de edificación para viviendas multifamiliares otorgadas por las municipalidades, 2015.....	95
Figura 41: Licencias de edificación para viviendas multifamiliares otorgadas por las municipalidades, 2017.....	96
Figura 42: Propuesta de plata de tratamiento.....	97
Figura 43: Ubicación de la planta de tratamiento .....	97
Figura 44: Acceso por la Av. Separadora agroindustrial (Magisterio) .....	98
Figura 45: Acceso por la Av. Juan Velasco Alvarado .....	98
Figura 46: Sistema vial de villa el salvador.....	99
Figura 47: Plano de zonificación del Distrito de villa salvador .....	100
Figura 48: Topografía de villa salvador .....	101
Figura 49: Tolva metálica de alimentación .....	103
Figura 50: Criba Vibrante Modelo: Criba CV 38/15-3.....	104
Figura 51: Cintas transportadoras de 14 m x 650 mm ancho.....	105
Figura 52: TROMEL DE 8m x 1.9 m con parrillas de clasificación de 8 mm .....	105
Figura 53: Cabina de triaje de obra CTR 6.....	107
Figura 54: Cabina de triaje de obra CTR 6.....	107
Figura 55: Cargador Frontal .....	108
Figura 56: Alimentación en la planta de tratamiento .....	109
Figura 57: Clasificación mediante tromel.....	110
Figura 58: Separación de componentes férricos en la planta de tratamiento .....	110
Figura 59: Triaje de residuos .....	111
Figura 60: Línea de producción.....	112
Figura 61 : Cartel Equipos de protección a personal. ....	113
Figura 62: Inversión Privada 2011-2021 .....	115
Figura 63: Coeficientes de generación de RCD por m2 construido .....	115
Figura 64 : Clasificación de los RCD en una planta .....	117
Figura 65: Secuencia de transformación de residuos y producción de materiales .....	120
Figura 66: Productos de la empresa CICLO .....	120
Figura 67: Construcción de veredas Cajas ecológicas .....	121
Figura 68: Productos de BIRRAK BLOCK .....	121
Figura 69: Vehículo rígido .....	124

Figura 70: Clasificación según Peso Bruto vehicular .....	125
Figura 71: Fórmula de Crecimiento Poblacional Compuesto .....	128
Figura 72: Emisión de dióxido de carbono.....	130
Figura 73: Velocidades de camiones .....	130
Figura 74: Distancia desde Santiago de surco hasta la instalación de la planta de tratamiento.	131
Figura 75: Distancia desde Santiago de surco hasta el relleno sanitario Portillo Grande.....	132
Figura 76: Precios de los combustibles por galón en Nuevos Soles Peruanos .....	133
Figura 77: Potencial de áridos en el Perú por regiones .....	136

## RESUMEN

Nuestra investigación, se basa en el estudio de una instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición en la ciudad de Lima, en el distrito de Villa el salvador, debido al gran número de botaderos informales en este distrito

Para nuestra investigación analizaremos los parámetros del D.S. 019-2016- VIVIENDA y las estadísticas del INEI, para ubicar la planta de tratamiento, así mismo se considerará el distrito de mayor generación de residuos de construcción y demolición, debido al mayor número de licencias de construcción de edificios multifamiliares en los últimos años.

Con la finalidad de realizar una implementación que permitiendo reducción de combustible y emisiones de partículas al medio ambiente.

Con lo descrito obtendremos una mejor calidad del aire en la ciudad Lima, lo que permitirá el mejor cuidado hacia el medio ambiente, así mismo, se considerara el ahorro de las materias primas para el sector construcción, debido a la reutilización de los escombros para la transformación de nuevos productos, los cuales pueden ser reutilizados en nuevas obras, este proceso se llevara a cabo mediante los protocolos y sistemas que adoptaremos de la Unión Europea para el caso de la ciudad de Lima.

Concluyendo con la presente investigación pretendemos insistir en la creación de más centros o plantas de tratamiento de residuos de construcción y demolición en la ciudades que carecen de ellos ya sea por motivos económicos o gubernamentales, hacemos un llamado a los especialistas y a los entes del gobierno como el MINAM a que se asocien con especialistas y permitan de una forma un desarrollo más sostenible en el país esto no solo va a contribuir a eliminar la informalidad sino que también va a permitir tener un sistema de gestión más adecuado y rentable al país.

**Palabras claves:** planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, medio ambiente, emisión CO<sub>2</sub>

## ABSTRACT

Our research is based on the study of an installation of a construction and demolition waste treatment plant in the city of Lima, in the district of Villa el Salvador, due to the large number of informal dumps in this district.

For our research we will analyze the parameters of the S.D. 019-2016- HOUSING and INEI statistics, to locate the treatment plant, will also be considered the district with the highest generation of construction and demolition waste, due to the greater number of licenses for the construction of multifamily buildings in recent years.

In order to carry out an implementation that allows reduction of fuel and particle emissions to the environment.

With what is described we will obtain a better air quality in the city of Lima, which will allow the best care towards the environment, likewise, the saving of raw materials for the construction sector will be considered, due to the reuse of rubble for the transformation of new products, which can be reused in new works, this process will be carried out through the protocols and systems that we will adopt from the European Union in the case of the city of Lima.

Concluding with this research we intend to insist on the creation of more centers or plants for the treatment of construction and demolition waste in cities that lack them either for economic or governmental reasons, we call on specialists and government entities such as MINAM to partner with specialists and allow a more sustainable development in the country, this will not only help to eliminate informality but will also allow the country to have a more adequate and profitable management system.

**Keywords:** construction and demolition waste treatment plant, environment, emission CO<sub>2</sub>

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene como propósito presentar una alternativa de instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición en la ciudad de Lima, en el distrito de Villa el Salvador con la base en los parámetros del D.S. 016-2016 y las estadísticas del INEI.

En el capítulo I se desarrolló la descripción de la realidad de la problemática y formulación del problema, donde el objetivo general fue describir los botaderos informales en el distrito de Villa el Salvador y ubicar los 52 Rellenos Sanitarios y los 5 Rellenos de Seguridad a nivel nacional.

En el capítulo II se recopiló información de tesis, libros relacionados con el tema asimismo se desarrolló las bases teóricas a fin de obtener el marco teórico para que se logre determinar la hipótesis de la tesis.

En el capítulo III se refiere al sistema de hipótesis de nuestra investigación, centrándonos en la instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición.

En el capítulo IV que refiere a la metodología del estudio, el tipo de estudio, el diseño de investigación, el método de investigación, escenario de estudio, localización, ubicación, la caracterización, la trayectoria metodológica, las técnicas de recolección de datos, los instrumentos el análisis y el procesamiento de datos.

En el capítulo V refiere al desarrollo del tema, que incluye la descripción de resultados, la observación y análisis documental de tesis, libros y la discusión de los resultados

En el capítulo VI se obtuvo los resultados de la investigación y el análisis de interpretación de los resultados obtenidos en la producción de áridos reciclados y emisión de CO<sub>2</sub> y la contratación de la hipótesis, conclusiones y recomendaciones.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción del problema

El constante crecimiento de la población a nivel mundial ha demandado que la sociedad requiera de mayores espacios para hogares, dispersión, entretenimiento, transporte, etc. Debido al auge de la construcción y la remodelación en las ciudades del mundo, los residuos de construcción y demolición son uno de los problemas que se debe manejar en este contexto. Uno de los ejemplos del crecimiento de la construcción es el Reino Unido, Según los autores Suárez, Andrés, Mahecha, Calderón (2018) p.11 señalan que los residuos de construcción y demolición en la unión europea alcanzaron los 2503 millones de toneladas solo en el año 2014, entre los países con mayor porcentaje se encuentran Dinamarca con 52.6%, Alemania 53.3%, Francia 70.2%, Luxemburgo 84.5%, Malta 74.5% y Reino unido con 48%. Los porcentajes señalados se pueden verificar en la siguiente Tabla.

Tabla 1: Generación de residuos en toneladas

<i>Origen</i>	<i>Millones de toneladas</i>	<i>de Kg por habitante</i>	<i>Porcentaje RCD generados</i>
<i>UE (28 países)</i>	<i>2502.9</i>	<i>4931</i>	<i>34.7</i>
<i>Bélgica</i>	<i>65.6</i>	<i>5838</i>	<i>40.2</i>
<i>Bulgaria</i>	<i>179.7</i>	<i>24872</i>	<i>0.7</i>
<i>Republica Checa</i>	<i>23.4</i>	<i>2223</i>	<i>40.2</i>
<i>Dinamarca</i>	<i>20.1</i>	<i>3558</i>	<i>52.6</i>
<i>Alemania</i>	<i>387.5</i>	<i>4785</i>	<i>53.3</i>
<i>Estonia</i>	<i>21.8</i>	<i>16587</i>	<i>3.1</i>
<i>Irlanda</i>	<i>15.2</i>	<i>3285</i>	<i>12.4</i>
<i>Grecia</i>	<i>69.8</i>	<i>6404</i>	<i>0.7</i>
<i>España</i>	<i>110.5</i>	<i>2378</i>	<i>18.5</i>
<i>Francia</i>	<i>324.5</i>	<i>4913</i>	<i>70.2</i>
<i>Croacia</i>	<i>3.7</i>	<i>879</i>	<i>16.6</i>
<i>Italia</i>	<i>159.1</i>	<i>2617</i>	<i>32.5</i>
<i>Chipre</i>	<i>2.1</i>	<i>2406</i>	<i>31.0</i>
<i>Letonia</i>	<i>2.6</i>	<i>1315</i>	<i>17.3</i>
<i>Lituania</i>	<i>6.2</i>	<i>2114</i>	<i>7.0</i>
<i>Luxemburgo</i>	<i>7.1</i>	<i>12713</i>	<i>84.5</i>
<i>Hungría</i>	<i>16.7</i>	<i>1688</i>	<i>20.7</i>
<i>Malta</i>	<i>1.7</i>	<i>3896</i>	<i>74.5</i>
<i>Países Bajos</i>	<i>133.2</i>	<i>7901</i>	<i>68.1</i>
<i>Austria</i>	<i>55.9</i>	<i>6541</i>	<i>72.1</i>
<i>Polonia</i>	<i>179.0</i>	<i>4710</i>	<i>9.5</i>
<i>Portugal</i>	<i>14.6</i>	<i>1402</i>	<i>10.3</i>
<i>Rumania</i>	<i>175.6</i>	<i>8820</i>	<i>0.6</i>
<i>Eslovenia</i>	<i>8.9</i>	<i>2273</i>	<i>17.4</i>
<i>Eslovaquia</i>	<i>8.9</i>	<i>1636</i>	<i>15.6</i>

<i>Finlandia</i>	96.0	17572	17.0
<i>Suecia</i>	167.0	17226	5.3
<b><i>Reino Unido</i></b>	<b>251.6</b>	<b>3885</b>	<b>48.0</b>
<i>Islandia</i>	4.5	1651	2.1
<i>Liechtenstein</i>	0.6	14919	0.0
<i>Noruega</i>	11.7	2283	23.0
<i>Montenegro</i>	1.2	1872	9.2
<i>República Yugoslava de Macedonia</i>	2.2	1058	0.5
<i>Serbia</i>	49.1	6890	0.6
<i>Turquía</i>	73.1	947	0.0
<i>Bosnia y Herzegovina</i>	0.5	1161	0.0
<i>Kosovo (UNSCR 1244)</i>	1.0	574	0.3

Fuente. EUROSTAT (2017).

Otro de los ejemplos es Latinoamérica, según Jofra (2016) “*La región más urbanizada del mundo es américa latina*” (p 6). Debido al crecimiento y desarrollo socioeconómico de la población. Esta práctica ha generado grandes volúmenes de residuos de construcción y demolición en la actualidad. El cual, se ha convertido en uno de los grandes problemas de la contaminación ambiental, ocasionado por la informalidad y el limitado número de centros de disposiciones autorizados.

Con los ejemplos señalados se confirma la existencia del problema a nivel mundial y la falta de interés de los gobiernos en diferentes periodos. Se debe considerar que los países del primer mundo están iniciando el manejo de esta problemática. En tanto, los países tercermundistas aun no contemplan el problema que se viene desarrollando.

Un claro ejemplo es Latinoamérica. Jofra (2016) señala en su Metodología para la gestión ambiental de RCD en ciudades de América Latina, “*En 1956 había 8 grandes ciudades en América Latina, hoy día hay 36. La mayor parte de estas ciudades se encuentran en Brasil (16). En ellas viven casi 109 millones de habitantes*” (p. 6). La información señalada respalda que la ciudad de américa latina está en constante crecimiento, no solamente en población sino también en nuevas construcciones, como viviendas, edificios multifamiliares, centros comerciales, etc. En el siguiente cuadro se puede verificar que el Perú es el segundo país en con mayor número de habitantes específicamente la ciudad de Lima con 9.9 millones.

Tabla 2: Ciudades de América Latina con mayor número de habitantes

<b>N°</b>	<b>Ciudad</b>	<b>Población millones hab.</b>	<b>País</b>
1	São Paulo	11,8	Brasil
2	Lima	9,9	Perú
3	Ciudad de México	8,9	México
4	Bogotá	7,9	Colombia
5	Rio de Janeiro	6,4	Brasil
6	Santiago de Chile	6,2	Chile
7	Caracas	3,3	Venezuela
8	Santo Domingo	3,1	República Dominicana
9	Salvador	2,9	Brasil
10	Buenos Aires	2,9	Argentina
11	Brasilia	2,8	Brasil
12	Guayaquil	2,7	Ecuador
13	Fortaleza	2,6	Brasil
14	Belo Horizonte	2,5	Brasil
15	Medellín	2,4	Colombia
16	Cali	2,3	Colombia
17	Havana	2,1	Cuba
18	Santa Cruz	2,1	Bolivia
19	Maracaibo	2,1	Venezuela
20	Manaus	2,0	Brasil
21	Curitiba	1,8	Brasil
22	Quito	1,6	Ecuador
23	Recife	1,6	Brasil
24	Porto Alegre	1,5	Brasil
25	Guadalajara	1,5	México
26	Puebla de Zaragoza	1,4	México
27	Belém	1,4	Brasil
28	Goiânia	1,4	Brasil
29	Córdoba	1,3	Argentina
30	Montevideo	1,3	Uruguay
31	Guarulhos	1,3	Brasil
32	Barranquilla	1,2	Colombia
33	Rosario	1,2	Argentina
34	Campinas	1,1	Brasil
35	São Luís	1,1	Brasil
36	São Gonçalo	1,0	Brasil

Fuente: Metodología para la gestión ambiental de RCD en ciudades de América Latina (2016)

Además, según Vargas (2019) en su Investigación sobre El manejo de residuos en construcción entre Europa, América y Colombia afirma lo siguiente: “El sector de la construcción es uno de los mayores generadores de residuos por lo que estos van creciendo año tras año por la demanda que existe hoy en día con respecto a la construcción vertical” (p. 6). Lo dispuesto por Vargas, afirma la Tabla N°1.

Además, se colige de la tabla presentada por Jofra y de la afirmación de Vargas, que es necesario regular al sector construcción y los residuos generados por este sector. Ello demandara la adecuada gestión del ciclo de vida de las construcciones.

A consecuencia de la mala disposición de residuos, según Catorce 6, diario virtual, considerado como la principal publicación ambiental independiente de Colombia, (14 de Julio de 2017). Señala que Bogotá produce anualmente 12 millones de Residuos de construcción y demolición para 4 centros de disposición final autorizados y de los cuales se lograron identificar 368 botaderos ilegales. Mientras que Medellín se produce 2.200.000 toneladas de escombros, encontrándose con 1 centro de disposición final autorizado, frente a 205 Botaderos ilegales, La misma historia se repite para Cali y barranquilla los cuales producen 720.000 toneladas y 18.000 toneles los cuales cuentan con 2 y 1 centros de disposición autorizados, frente a 136 y 26 botaderos ilegales.



Figura 1: Toneladas de residuos de construcción y demolición por año en Colombia

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

Y el Perú no es ajeno a las consecuencias ya señaladas. En los siguientes párrafos se explicará el desarrollo del problema de los botaderos informales. Según el INEI en su informe del 2017, el sector construcción es una de las actividades a que genera mayor crecimiento económico, y referente a le emisión de Licencias de Edificación (Construcción) otorgadas por la municipalidad, se emitieron 7216 licencias, sólo en

este departamento de Lima, sin contar las que existes autoconstrucción que no cuentan con licencia de edificación.

Tabla 3: Licencias para la construcción otorgadas por las municipalidades por distritos, según departamentos, 2017

**D. REGISTRO NACIONAL DE MUNICIPALIDADES**  
**18.16 LICENCIAS PARA LA CONSTRUCCION OTORGADAS POR LA MUNICIPALIDAD**  
**POR TIPO, SEGÚN DEPARTAMENTO, 2017**

Departamen to	Municip ali- dades que otorgaro	Licencias para construcción						
		Total	Termin al Terrest re	Construcción de viviendas unifamiliares	Construcción de viviendas multifamiliar es	Hotele s	Restau- rantes	Otros ¶
<b>Total</b>	<b>829</b>	<b>35 200</b>	<b>27</b>	<b>24 711</b>	<b>7 931</b>	<b>637</b>	<b>645</b>	<b>1 249</b>
Amazonas	16	300	-	238	49	6	3	4
Áncash	49	1 024	2	802	159	18	35	8
Apurímac	34	708	1	572	58	22	52	3
Arequipa	65	2 375	3	1 426	721	82	62	81
Ayacucho	56	1 483	4	1 244	196	12	25	2
Cajamarca	31	680	3	493	139	11	24	10
Callao 2/	7	252	-	111	136	-	1	4
Cusco	55	1 145	-	442	440	30	24	209
Huancavelica	41	726	-	648	43	6	10	19
Huánuco	25	458	2	296	99	30	27	4
Ica	31	2 551	1	2 222	288	17	10	13
Junín	70	2 191	-	1 112	1 018	41	6	14
La Libertad	37	2 505	2	2 146	298	18	21	20
Lambayeque	32	2 159	-	1 732	349	42	25	11
<b>Lima</b>	<b>94</b>	<b>7 216</b>	<b>1</b>	<b>3 853</b>	<b>2 736</b>	<b>67</b>	<b>212</b>	<b>347</b>
Loreto	8	569	-	434	99	24	10	2
Madre de Dios	6	350	1	268	77	2	1	1
Moquegua	8	242	-	184	32	12	1	13
Pasco	19	173	2	144	13	6	8	-
Piura	37	2 834	1	2 535	138	17	12	131
Puno	35	948	2	666	82	14	19	165
San Martín	49	2 371	2	1 731	458	96	31	53
Tacna	7	675	-	414	116	20	2	123
Tumbes	9	516	-	416	90	-	9	1
Ucayali	8	749	-	582	97	44	15	11

¶ Comprende: Cerco perimétrico, oficinas, instituciones educativas, estaciones de servicios, entre otros.

2/ Provincia Constitucional.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – Registro Nacional de Municipalidades 2018

De acuerdo a las estadísticas el INEI (2019) la venta de cemento en el sector construcción, para el año 2018 es de 11,260015 toneladas y de acuerdo a la Tabla N°4, la venta de cemento entre los años 2006 y 2014 ha presentado un crecimiento y un decaimiento entre los años 2014 y 2016, para el cierre de las estadísticas del INEI entre los años 2017 y 2018 ha presentado un nuevo crecimiento, en tanto

podemos intuir que el sector construcción ha logrado mantenerse a lo largo de estos años.

Tabla 4: Consumo interno - Venta Total de cemento por toneladas 2006 - 2018

18.1 PRINCIPALES INDICADORES DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN, 2006-2018

Indicador	2006	2007	2008	2009	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>VAB Construcción (Variación %)</b>	15.0	16.6	16.8	6.5	3.6	15.9	9.4	1.8	-5.3	-2.5	2.4	5.4
<b>Cemento (tonelada)</b>												
Producción	5 782 419	6 231 023	6 921 735	7 228 993	8 601 909	10 005 805	10 882 166	11 303 125	11 079 768	10 789 922	10 686 521	10 799 272
Despacho total †	5 714 305	6 183 229	6 777 088	7 084 998	8 822 526	10 318 912	11 308 786	11 696 448	11 491 899	11 273 561	11 160 002	11 371 403
Despacho local †	5 081 061	5 850 215	6 714 772	7 083 147	8 755 014	10 117 922	11 087 928	11 390 171	11 129 898	10 879 365	10 799 072	11 105 624
Exportación	633 244	333 014	62 316	1 851	67 512	200 989	220 859	306 277	362 001	394 196	360 930	265 779
Importación	44 333	100 291	221 559	173 610	404 774	65 693	47 751	51 220	48 131	29 906	126 412	245 942
Consumo Interno ‡	5 123 659	5 947 837	6 963 361	7 223 812	8 802 965	10 183 616	11 135 679	11 441 392	11 178 030	10 909 271	10 925 485	11 351 567
<b>Venta Total</b>	<b>5 673 401</b>	<b>6 211 095</b>	<b>6 802 919</b>	<b>7 095 471</b>	<b>8 955 884</b>	<b>10 119 051</b>	<b>11 260 093</b>	<b>11 590 348</b>	<b>11 381 828</b>	<b>11 189 962</b>	<b>11 069 279</b>	<b>11 260 015</b>
Venta Local	5 039 996	5 878 081	6 740 603	7 093 620	8 885 824	9 918 062	11 043 383	11 284 071	11 019 827	10 795 767	10 684 652	10 939 637
<b>Asfalto (Miles barriles)</b>												
Venta Interna	729	873	975	1495	1414	1350	1348	1669	1410	1323	1653	1650

Nota: La información del Valor Agregado del sector de los años 2015 y 2016 son preliminares (P) y los de 2017 y 2018 son estimados (E).

† Destinado a la construcción.

‡ A partir del 2011 se consideran las importaciones que ingresan al circuito económico.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, Empresas Productoras de Cemento, Ministerio de Energía y Minas, Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – SUNAT

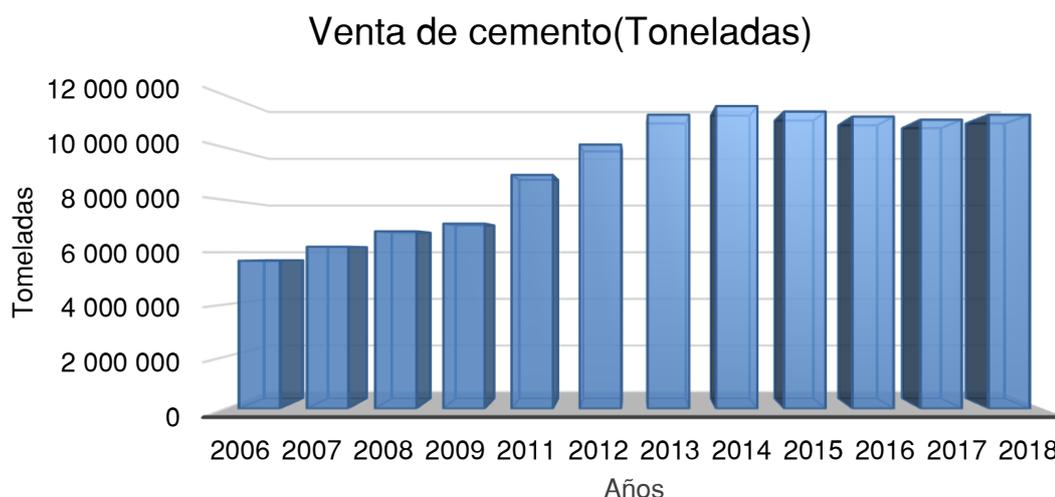


Figura 2: Relación de venta de cemento

Fuente: Adaptación propia, 2020

Según el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento Javier Piqué del Pozo, a través de la conferencia de prensa (2018) manifestó que el porcentaje de viviendas informales alcanza el 70%. En tanto, recomendó que la población debería seguir las normas establecidas para realizar sus construcciones.

Según el Mapa elaborado por la Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos, Ministerios del ambiente (2019), muestra la ubicación de los 52 Rellenos Sanitarios y lo 5 Rellenos de Seguridad a nivel nacional.

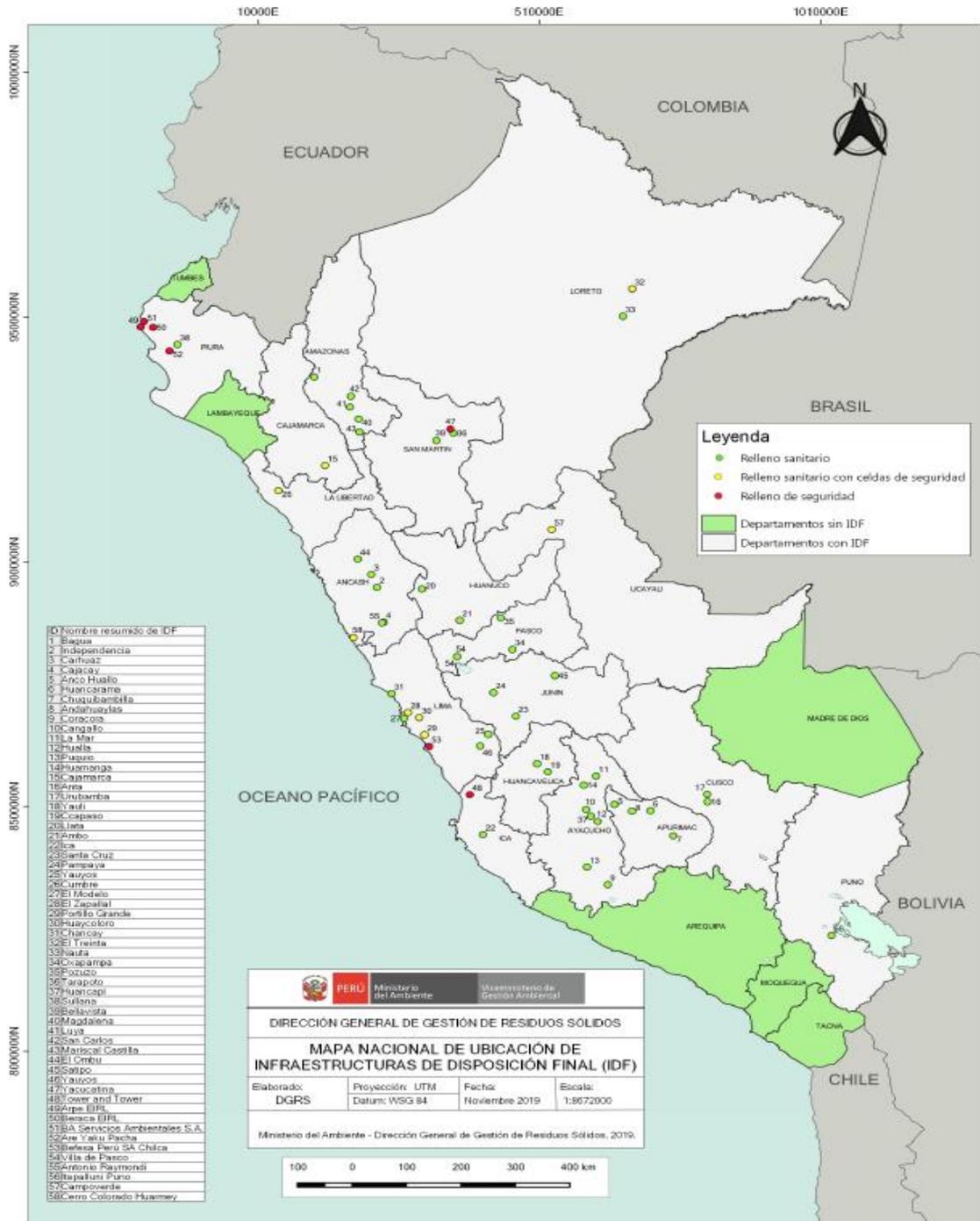


Figura 3: Mapa nacional de ubicación de infraestructura de disposición final

Fuente: Ministerio del ambiente (2019)

A pesar de la existencia de rellenos sanitarios y de seguridad, la OEFA (2018) menciona la existencia de 1585 botaderos informales a nivel nacional, de los cuales 27 han sido categorizados como áreas que pueden ser reconvertidas en infraestructuras formales de disposición final de residuos sólidos.

Entre los departamentos con mayor presencia de botaderos se encuentran Áncash (149), Cajamarca (123) y Puno (111) y entre los departamentos con mayor extensión de áreas afectadas por botaderos están Lambayeque (438 ha), Ica (276 ha) y Piura (201 ha).

Según el Organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA) 2014 nos señala que Perú presenta tres principales problemas referentes a la generación de residuos sólidos de construcción y demolición.

- a) Falta de escombreras para la disposición final de los residuos de las actividades de construcción y demolición
- b) los botaderos informales
- c) Falta de segregación y minimización de los residuos sólidos

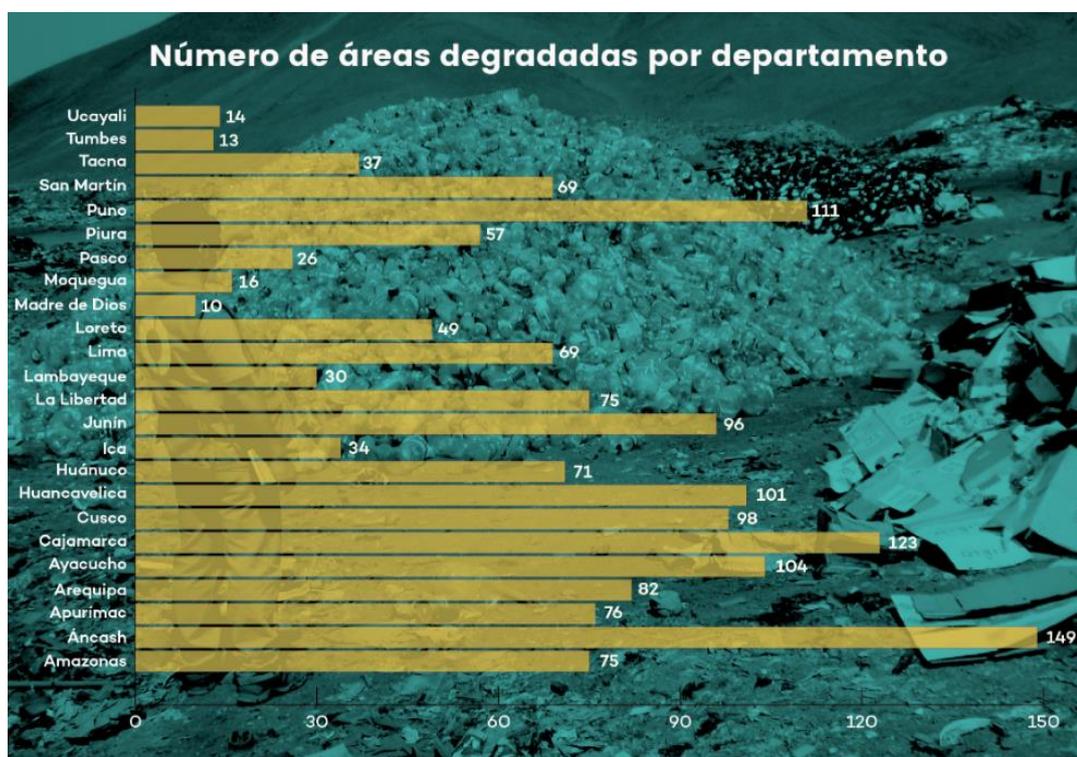


Figura 4: Número de áreas degradadas por departamento

Fuente: Ministerio del ambiente (2019)

De acuerdo a la conferencia de prensa de la cámara peruana de la construcción (CAPECO) 2018, Gerald Fort Basso presidente del comité de proveedores señala que la informalidad en las construcciones es uno de los principales fenómenos que atraviesa nuestra sociedad, convirtiéndose en el principal problema ambiental de nuestros países.



Figura 5: Botaderos informales en el sur de Lima, distrito de villa el salvado - Google Earth

Fuente: Relación de Botaderos informales de acuerdo a su ubicación, Punto 1 Botadero Ripley, Punto 2 Botadero El Sol, Punto 3 Botadero Negro Gustavo, Punto 4 Botadero Torito, Punto 5 Botadero Calle 4, Punto 6 Botadero Antena, Punto 7 Botadero Sindicato. Elaboración propia, 2020

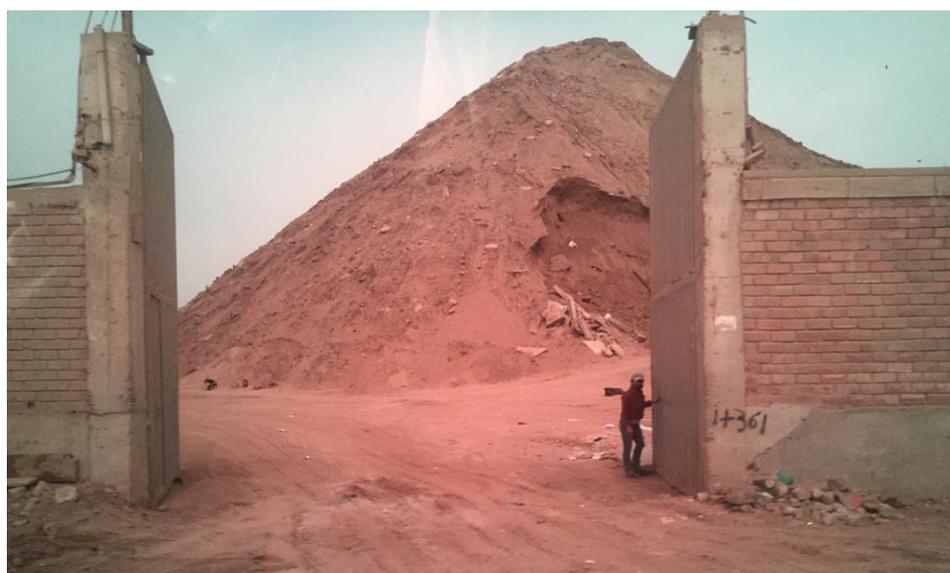


Figura 6: Punto 1: Botadero Ripley

Fuente Elaboración propia, 2020



Figura 7: Punto 1: Botadero Ripley

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 7: Punto 1: Botadero Ripley

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 8: Punto 2: Botadero El Sol

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 9: Punto 2: Botadero El Sol

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 10: Punto 3: Botadero Negro Gustavo

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 11: Punto 3: Botadero Negro Gustavo

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 12: Punto 4: Botadero Torito

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 13: Punto 4: Botadero Torito

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 14: Punto 4: Botadero Torito

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 15: Punto 4: Botadero Torito

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 16: Punto 5: Botadero Calle 4

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 17: Punto 5: Botadero Calle 4

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 18: Punto 6: Botadero Antena

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 19: Punto 7: Botadero Sindicato

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 20: Punto 7: Botadero Sindicato

Fuente: Elaboración propia, 2020

## 1.2 Formulación del problema:

### 1.2.1 Problema General:

¿De qué manera la instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición puede mitigar el impacto ambiental en la ciudad de lima por medio de un análisis documental?

### 1.2.2 Problemas Específicos

- a) ¿De qué manera la instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición puede ayudar en el ahorro de materias en el sector construcción en la ciudad de lima?
- b) ¿De qué manera la instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición puede mejorar la calidad del aire en la ciudad de lima?

## 1.3 Objetivos de la investigación

### 1.3.1 Objetivo General

Instalar una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición con la finalidad de mitigar el impacto ambiental en la ciudad de lima a través de un análisis documental

### 1.3.2 Objetivo Específicos

- a) Instalar una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición con el fin de obtener el ahorro y de materias primas en el sector construcción en la ciudad de lima
- b) Instalar una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición con el fin de mejorar la calidad del aire en la ciudad de lima.

## 1.4 Importancia y justificación del estudio

### 1.4.1 Importancia del estudio

Es de importancia una adecuada gestión y manejo de residuos de construcción y demolición en la ciudad de Lima, porque mediante el reciclaje y reutilización, será factible reducir la contaminación ambiental y obtener materiales sostenibles a partir de lo que este sector desecha.

Según Ooshaksaraie y Mardookhpour., (2011). la industria de la construcción genera grandes cantidades de residuos sólidos, en tanto, el INEI en su anuario estadístico ambiental (2019) menciona, que en el Perú “El gasto público

ambiental en el año 2018 aumentó en 11,6% respecto al año anterior, este gasto fue detectado en mayor cuantía en el departamento de Lima (48,5%).” (p 36).

De acuerdo a Ooshaksaraie ,Mardookhpour., (2011) y INEI (2019) Podemos intuir que los botaderos informales generan gran porcentaje de gasto a nuestro país.

**APORTE:** El aporte de esta investigación está en la comparativa de una planta de tratamiento de RCD en el Perú, con la producción tradicional de agregados para la construcción y el beneficio económico, de materias primas y ambiental que esta puede generar en la ciudad de Lima, también el aporte está en la presentación de esta planta de tratamiento de RCD como alternativa a las empresas para dejar sus residuos de esta manera reduciendo la informalidad al deshacerse de los RCD, por último se ha analizado y cumplido con todos los lineamientos que propone el D.S.019-2016-VIVIENDA para la implementación de la planta como la ubicación, esto se puede proyectar para otras ciudades que deseen también tener una alternativa de RCD y se puede proyectar para futuros inversionistas que estén interesados para hacer una construcción verde con los agregados que se reciclan en la planta, al mismo tiempo que se puede ver a la planta como una empresa que puede generar beneficios ambientales y rentabilidad, aminorando costos en la producción de los agregados.

#### 1.4.2 Justificación teórica

Todas las teorías revisadas, las estadísticas, la información brindada por el DIGESA, el MINAM han servido para encontrar elecciones de solución a las problemáticas que tienen las constructoras con respecto al gasto de flete de los residuos y al daño ocasionado al medio ambiente por la informalidad de las EPSRS que dejan los desmontes y material de excavaciones en las playas o cauces de los ríos.

#### 1.4.3 Justificación social

La presente investigación tendrá un impacto que será positivo a nivel social porque la gestión de los residuos de la actividad de construcción y demolición en la ciudad de lima será reciclada y tendrá un nuevo uso en las futuras obras

y esto hará que disminuya el desperdicio y al mismo tiempo la informalidad de los EPSRS y ECRS con la integración de los profesionales y especialistas de las empresas constructoras y del estado.

#### 1.4.4 Justificación ambiental

La presente investigación creara una amplia visión en el ámbito ambiental, debido a los enormes aportes que le dará no solo con el diseño de la infraestructura, sino que también a las mismas empresas les brindara maneras y opciones de adquirir un producto reciclado de sus obras.

#### 1.4.5 Justificación tecnológica

La presente investigación permitirá que nueva tecnología entre al país para que se puedan aprovechar los residuos de construcción y demolición esta nueva tecnología creara formas de aprovechar los recursos de manera más sostenible y permitirá que la automatización del centro de disposición final sea una alternativa ecológica al caos y la informalidad de las EPRS.

#### 1.4.6 Justificación económica

La presente investigación diseñara un nuevo centro de disposición final de los residuos de construcción y demolición. Las empresas constructoras tendrán un lugar donde dejar sus desperdicios y estos van a ser transformados en el mismo, este proceso que se llevara a cabo en el centro aportará a la economía abundantes recursos y al mismo tiempo será rentable, el estado peruano se va a ahorrar el presupuesto que es destinado a eliminar estos desperdicios y va a tener más recursos que explotar

## 1.5 Delimitación del problema

### 1.5.1 Delimitación espacial

La presente investigación se realizará en los botaderos informales ubicados en el cuadrante compuesto por la Av. Sol, Av. Separadora agroindustrial (Magisterio), Av. Jose Carlos Mariátegui y Carretera Panamericana Sur, en la zona industrial del Distrito de Villa Salvador - Lima, 2020 (Figura 21).

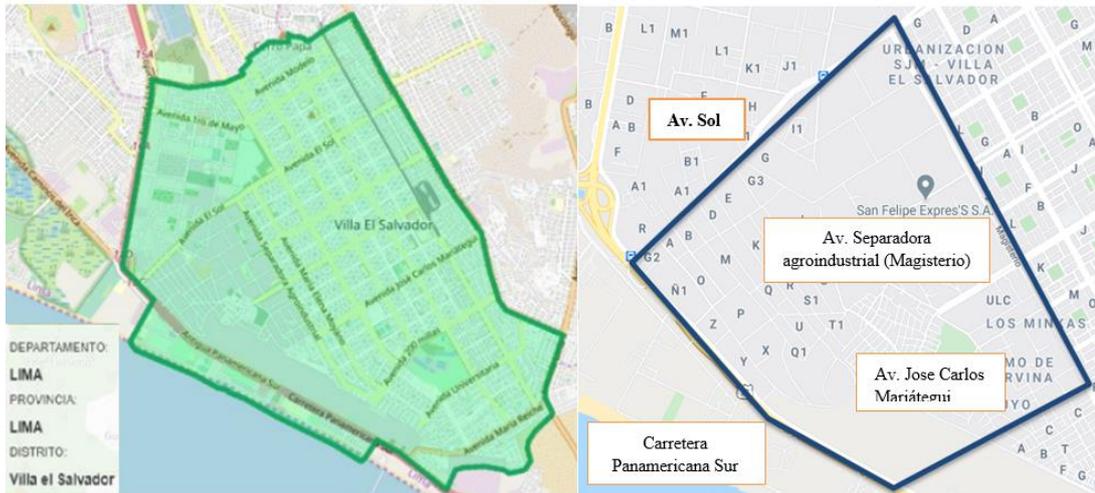


Figura 21: Zona de estudio

Fuente: Elaboración propia, 2020

### 1.5.2 Delimitación temporal

La presente investigación está comprendida entre los meses de julio a diciembre del 2020, durante el periodo del brote de la enfermedad por coronavirus COVID-19.

### 1.5.3 Delimitación conceptual

La presente investigación trata los conceptos de gestión de residuos sólidos provenientes de las construcciones y demoliciones y diseño de un centro autorizado de disposición final. Así mismo, el estudio está dirigido a la población o profesionales vinculados al rubro de construcción.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco histórico:

Según Vega guerrero y Durán navarro (2017) en su tesis afirma que:

“La historia del reciclaje se remonta muy atrás en el tiempo. De una u otra forma el aprovechamiento y reutilización de los materiales ha estado presente desde los comienzos de la historia del ser humano. Los arqueólogos han puesto fecha a ese comienzo, han encontrado evidencias del origen del reciclaje, saben que ya se practicaba alrededor de 400 A.C. y desde entonces se ha dado de muchas maneras. Sin embargo, el reciclaje tal y como lo conocemos hoy es algo que se ha producido en el último siglo, especialmente después de la segunda Guerra Mundial.” Pg. 10

Según de (Santos - Monercillo y García Martínez, 2011) en su guía comenta que:

“El problema de la gestión de los residuos ha acompañado al hombre a lo largo de la historia. Siempre se han gestionado de algún modo, siendo el abandono el método más común, también en la actualidad. El acopio y vertido de residuos, tal y como lo conocemos ahora, no es más que una forma ordenada de abandono de los residuos que no se pueden aprovechar de ninguna otra manera. Este comportamiento no generó problemas mientras las poblaciones humanas eran pequeñas y se encontraban dispersas. La situación con los residuos comenzó con la aparición de las grandes concentraciones urbanas de la antigüedad, donde centenares de miles de personas habitaban en unos pocos kilómetros cuadrados. La concentración de basuras y desperdicios que se produjo obligó al desarrollo de los primeros sistemas masivos de abastecimiento y saneamiento, modelo de los actuales. Sin embargo, pese al gran problema que llegaron a suponer los residuos urbanos, los residuos de construcción y demolición (RCD) prácticamente no existían. Las materias primas utilizadas para la construcción (madera, ladrillo y piedra) eran demasiado valiosas para abandonarlas. Su extracción, fabricación y transporte requería demasiados esfuerzos para que se desechasen después de haber terminado el uso de la edificación. La reutilización y el reciclado eran la norma. Son muy numerosos los casos en los que se pueden encontrar partes de grandes edificaciones antiguas

(fundamentalmente bloques de piedra) formando parte de edificaciones modernas.”



Figura 22: Imagen del coliseo Romano donde se aprecia parte de las piedras removidas.

Fuente: La Vanguardia

Continuando con (Santos - Monercillo y García Martínez, 2011) nos explican en su guía:

“En el año de 1690 una familia llamada Rittenhouse realizó una especie de experimento en el que por primera vez se reciclaron materiales. Posteriormente en la ciudad de New York se abrió el primer centro de reciclaje oficial en los Estados Unidos. Ya en 1970 se creó la Agencia de Protección Ambiental y se difundió con mayor interés el reciclaje”

Paola Villoría Sáez nos explica en su Tesis Doctoral, nos explican

“Sistema de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación residencial. Buenas prácticas en la ejecución de obra”, la generación de estos residuos en España, “En 1990, el Informe Symonds fue el primer informe que estableció una visión general sobre los RCD (Symonds Group Ltd, 1999). Este informe muestra que en los años noventa hubo un aumento en la generación de RCD en la mayoría de los países europeos. Desde la publicación de ese informe hasta la actualidad, las estadísticas publicadas ofrecen una información heterogénea sobre la generación y composición de los RCD en los países miembros de la UE.”



Figura 23: Imagen de una Planta de tratamiento de RCD

Fuente: <https://biurrarena.com/planta-de-reciclaje/>

En el Perú el término reciclaje aún es muy nuevo, y no muchas empresas ponen en acción un plan para gestionar sus residuos de construcción y demolición. Esto genera que la informalidad sea un problema desde tiempos muy antiguos, esta informalidad es la que está menos cavando los recursos y al mismo tiempo dañando el ecosistema de la ciudad de Lima, los municipios no se han quedado con los brazos cruzados al promulgar planes de acción pero con los residuos de construcción solo la ciudad de Puno, Trujillo, Chiclayo y otras ciudades han generado un plan de acción la ciudad de Lima no cuenta con un plan de acción para gestionar los residuos de construcción y demolición en parte por los distintos problemas judiciales y de jurisdicción.

## 2.2 Antecedentes de la investigación

### 2.2.1 En el ámbito Internacional:

(Diaz Bajo, 2015), en su tesis de fin de carrera afirma que está orientada a:

“responder a la necesidad de los países del mundo desarrollado por buscar soluciones al desabastecimiento de materias primas para la construcción en las zonas urbanizadas” nos explica que su problemática radica en la viabilidad de reutilización de los residuos que quedan en la construcción y demolición de las obras del sector de Madrid y nos plantea como solución un “diseño y estudio de viabilidad de una instalación de reciclaje de residuos de la construcción y demolición”; su objetivo al plantear la tesis es “proyectar de manera preliminar la estructura de una planta de reciclaje de RCD.” Pág. 1. En

el capítulo VIII nos explica cómo se realizará el diseño de la planta de tratamiento de RCD, y también las máquinas que compondrán las instalaciones como alimentadoras, trituradoras, cintas transportadoras, bandas, rodillo, tambores de retorno y todas las máquinas que componen el centro de tratamiento de RCD. Este capítulo es importante porque nos da las bases para poder adecuar la tecnología de ese país a la nuestra, una tecnología que traería no solo rentabilidad económica, sino que también cuidaría el ambiente y disminuiría las zonas de escombreras o rellenos sanitarios en el Perú., en esta nos muestra que el 31% de los residuos serán reciclados en una planta de tratamiento y un 49% tendrá que ir a un vertedero o escombrera, nos explica que “la operación de la planta de reciclaje tiene dos partes diferenciadas, clasificación y machaqueo. La clasificación de los materiales es la parte más compleja. Las características del material en la recepción son las que determinan las condiciones del proceso y, en el caso español, suponen una situación complicada por la heterogeneidad de los residuos. La planta de machaqueo también deberá incluir una serie de características específicas para este tipo de materiales. Concluye en su tesis que habiendo “estudiado tanto la producción como los consumos de estos RCD inertes y la posibilidad de apertura de un nuevo centro de tratamiento, ubicándolo a los tiempos futuros” y “considerando que sería importante por parte de las Administraciones reconocer, promocionar y valorar el uso de estos materiales en la adjudicación de los proyectos, a la empresa que los utilice.” Pág. 120, termina dándonos recomendaciones para una construcción más sostenible en el mundo que permita que generaciones futuras puedan tener un buen ambiente.

(Navarro, 2017) en su tesis afirma que:

los residuos de construcción su viabilidad económica y la aceptabilidad de los materiales reciclados en el ámbito de la construcción, muestra un panorama integral de los residuos a lo largo del tiempo y también por sectores desde su ámbito internacional y europea a su ámbito local el municipio de Ocaña, Colombia. Afirma que como perspectiva que el reciclaje de los residuos de construcción y demolición son la alternativa más eco-amigable para hacer frente a la contaminación ambiental y el

abarroamiento en las escombreras de materiales y residuos de construcción y demolición, también nos comenta el diseño de mezcla óptimo para la elaboración de un concreto reciclado elaborado con residuos de mampostería y cerámicos, nos presentan los distintos ensayos de laboratorio con los que se ha realizado la investigación, nos explica el análisis comparativo de resistencia y costos entre el concreto reciclado y el concreto normal, nos hace una comparación de los distintos ensayos y un análisis comparativo de costos, nos muestra un manual que ellos han realizado, Manual de Manejo de Residuos de Construcción y Demolición provenientes de las edificaciones. Finalmente, las conclusiones y bibliografía, en las conclusiones nos dice que “una solución con mayor impacto y la más fácil de implementar es la clasificación y reutilización de los RCD en obra, porque sería menor la cantidad de material a disponer y por ende serán menos los viajes y la contaminación que estos causan, además de que se aminora la disposición en la escombrera dándole un poco más de vida útil a esta.” Pág. 88.

Esta tesis plantea las bases para que los residuos de construcción y demolición sean utilizados de manera adecuada por las empresas, incluso propone un manual para el manejo de los residuos.

(Guzman Malagon, 2019) en su tesis afirma que su objetivo principal es:

“estudiar la viabilidad de instalar una planta de aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición en Bogotá con el fin de reducir la cantidad de RCD que se disponen ilegalmente.” Pág. 3. Finalmente concluye que “Actualmente en Bogotá las entidades públicas y constructoras que realizan obras de infraestructura incluyen un 25% de elementos reciclados provenientes de centros de aprovechamiento, de acuerdo con la investigación de mercado realizada, el conocimiento de los áridos reciclados a vender por parte del mercado objetivo es significativo, por lo que se puede inferir que existe mercado para este tipo de productos en la ciudad de Bogotá y se concluye que de los RCD un 75% es altamente aprovechable.” (Guzman Malagon, 2019)

(Lopez Baquero, 2012) nos explica:

en “Propuesta para el manejo adecuado de los escombros en Bogotá “nos explica que las “mejoras en infraestructura vial en la capital generan miles de toneladas de escombros y residuos, que generan problemas de acopio, manejo, disposición y utilización.” Pág.17, su objetivo principal es “Proponer una estrategia de manejo integral de residuos de construcción y demolición aplicable a los generadores este tipo de material y que permita la recuperación y el aprovechamiento de los escombros depositados inadecuadamente con el fin de minimizar los impactos ambientales que estos generan en la ciudad.” Pág. 19 La problemática que se plantea en su tesis radica en que al ser Bogotá una ciudad en desarrollo y que el sector de la construcción es uno de los pilares en su economía, los escombros generados por las obras menores y mayores en cuestión de manejo del medio ambientales está muy descuidado desde el manejo de los residuos en las obras por los usuarios y también por los transportistas de residuos que son los volqueteros que llevan esos residuos a parques, ríos y a veces lo llevan a escombreras, el mayor número de usuarios no sabe cuál es el destino final de sus escombros. Y concluye que “Es evidente que la ciudad requiere con prontitud, adecuar otros espacios tanto en lo urbano como en lo rural que permitan canalizar la oferta de residuos procedentes de construcción y demolición, debido a que como ya se dijo los escombros se depositan en quebradas, caños, humedales parques, avenidas, etc., situación que causa un deterioro ambiental y por ende mala calidad de vida de los habitantes ubicados en estos sectores de la ciudad. También que se requiere una serie de alternativas que permitan hacer un mejor uso y aprovechamiento; manejo adecuado y por ultimo para disposición final se considere la menor cantidad posible. Para esto se requiere; Implementar la clasificación en la Fuente; Mejorar el sistema de recolección y transporte; recolección rápida de los materiales de origen domiciliario; recolección rápida de los materiales de arrojo clandestino; Construcción de planta de transferencia; Planta de Transferencia; Centro de Acopio; Construcción de Planta de Reciclaje; Trituradoras Móvil y fijas; Modificación del Plan de Ordenamiento Territorial POT; que

permita en área urbana la instalación de plantas trituradoras con la implementación técnicas para realizar el tratamiento con bajo impactos negativos al ambiente y que cumplan con las normas vigentes; implementación de la ley 1259 de 2008, Norma que prohíbe el transporte, vehicular, de tracción animal y humano de escombros, en sitios no autorizados y por último, poner en marcha el programa basura cero del Plan de Desarrollo Bogotá Humana.” (Lopez Baquero, 2012)

(Gonzales Quintana, 2016) En su tesis afirma que:

“El sector de la construcción, influenciado por las grandes obras de infraestructura en México, sobretodo en la última década, ha alcanzado grandes índices, de esta manera se deriva un gran incremento en la generación de RCD. En México se generan entre 25, 000 a 30, 000 toneladas diarias de RCD, tan sólo en la Ciudad de México se generan 7, 000 toneladas diarias (PGIRS 2010)” Pág. 11, nos plantea la problemática y la justificación del trabajo de investigación la cual se basa en que en México no existe la cultura del reciclaje por ende no hay muchas empresas que se dediquen a reciclar RCD, en esta realidad la tesis presenta “como un negocio muy redituable a través de nuevas técnicas que se abordarán en la tesis”. “Se realizará un análisis financiero, teniendo en cuenta las implicaciones que esto requiere por ser una inversión de gran capital. De esta forma, se minimiza la explotación de bancos pétreos en un porcentaje muy amplio e incluso se retarda su posterior explotación” y tiene como objetivo principal “Elaborar un proyecto de una planta de reciclaje para el aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición (RCD) en la Ciudad de México y evaluar su viabilidad como un potencial negocio.” (Gonzales Quintana, 2016). Nos explica el proceso de trituración, las maquinarias necesarias, la descripción en si misma del proceso de trituración, la clasificación de las máquinas y la elaboración del nuevo material, también nos comenta que el Proyecto Para La Planta De Reciclaje, nos estarían dando las bases para la capacidad de la planta, la recepción de escombros del proyecto, la selección del equipo de trituración, selección del equipo móvil, y la elección del sitio para la instalación de la planta, se abordan “los costos de inversión que se tendrán en el proyecto, así

como también; los costos consumibles, salario de personal, depreciación del equipo, ingresos estimados en los primeros 5 años del proyecto, y para finalizar si el proyecto es viable para su posterior apertura.” Pág. 55. Finalmente concluye que “El proyecto es rentable para la proyección de 5 años; en cuanto al rubro de la recepción de escombros, el panorama es realmente promisorio porque es claro que de esto depende la producción de agregados reciclados, lo cual implica una mayor derrama económica. Por otra parte, la venta de agregados reciclados depende mucho de la concientización tanto de la sociedad como también para la gran industria de la construcción, y Es ampliamente conocido que estos agregados valen, en ciertas ocasiones, menos de la mitad de lo que cuesta 1 m<sup>3</sup> obtenido de un banco pétreo, he ahí el principal estímulo para la sociedad en general.” (Gonzales Quintana, 2016)

#### 2.2.2 En el ámbito Nacional:

Según (Quevedo Muñoz, 2018) , en su tesis:

“Diseño de planta recicladora de residuos de construcción y demolición para disminuir el impacto ambiental en la ciudad de Lambayeque” indica las pautas para el diseño de plantas recicladoras de RCD en el Perú y nos exhorta a buscar las tecnologías que se necesitan para implementarla y nos presenta los pasos para llegar a construir la Planta Recicladora de RCD, desde la arquitectura y estructuración hasta el coteo de los equipos necesarios y la implementación total del centro de disposición, también nos muestra el presupuesto con todas las partidas y su respectivo ACU.

(Silva Arriola, 2017) en su tesis

“Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta de tratamiento y transformación de residuos de construcción en agregado de concreto” nos explica que: siendo su principal objetivo “*Demostrar la viabilidad técnica, económica y financiera de la instalación de una planta de transformación de residuos de la construcción y demolición en agregados reciclados de concreto, siendo estos últimos productos con total capacidad técnica para competir con los agregados tradicionales existentes en el mercado*”. Así mismo, en: “el primer capítulo describe

el marco internacional y local del sector construcción en el que se desarrollará el proyecto, a través del análisis de los factores macro y micro ambientales respectivamente. Se definen, además, la visión, misión y valores organizacionales del proyecto para el planteamiento de la estrategia competitiva adecuada.” Pág. 2 Nos continúa diciendo que “en el segundo capítulo, correspondiente al estudio de mercado, se segmentó el mercado de edificaciones y se determinó el perfil de las empresas con potencial interés en el tipo de construcción sostenible, destacándose aquellas que han venido construyendo edificios de oficinas Prime como potenciales clientes.” Pág. 2 “En el estudio técnico, tercer capítulo de la tesis, se determinó la macro localización y se efectuó un análisis de micro localización para establecer la ubicación óptima de la planta.” Pág. 2. Concluye explicándonos que: “El dinamismo de la construcción de edificios eco amigables se concentra en la ciudad de Lima, lo que define la ubicación de la planta tanto por la obtención de materia prima como por la comercialización del producto. Existe una oportunidad de negocio nueva en el Perú, basada en el reciclaje de residuos de la construcción y demolición para su conversión en agregado de concreto”, El primer mercado para los agregados reciclados serían las constructoras interesadas en obtener certificaciones verdes en sus edificaciones”. (Silva Arriola, 2017) Esta tesis es muy relevante para nosotros porque nos muestra un estudio de mercado para las materias primas recicladas que vamos a obtener de los distintos procesos de transformación de la planta de reciclaje, y también nos muestra que hay algunas empresas que están interesadas en tener certificaciones para las edificaciones sostenibles que tienen pensado ejecutar en la ciudad de Lima.

Según (Silva Amigo, 2016) en su tesis

“Creación de una empresa para el reciclaje de residuos de la construcción y demolición”, nos explica que el objetivo principal es “realizar el estudio de factibilidad para crear una empresa dedicada al reciclaje de los residuos de la construcción y demolición en Lima, Perú”, donde concluyó que: “Del presente estudio se puede rescatar la urgencia que presenta la ciudad de Lima en invertir en una infraestructura adecuada

para la gestión de los residuos sólidos de la construcción y demolición RCD; con la finalidad de evitar la continua contaminación que produce su indiscriminada disposición”. (Silva Amigo, 2016). En esta tesis se resalta la necesaria implementación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición en la ciudad de Lima, debido a los numerosos sitios informales donde los EPRS dejan los escombros o materiales sobrantes de las obras, es necesario no solo una implementación de centros especiales de acopio y tratamiento, sino también políticas que sean base para que se reutilice los RCD, y den modelos, herramientas y leyes que vayan acorde a la nueva realidad que es una economía sostenible que permita a las futuras generaciones, gozar de los beneficios de la globalización e industrialización al mismo tiempo que el ecosistema no es dañado.

## 2.3 Bases teóricas

### 2.3.1 Residuos sólidos de construcción y demolición

Los residuos de construcción y demolición son los elementos y materiales sobrantes que queda después de terminada la obra, estos de acuerdo al tipo y magnitud de la obra, pueden ser de diversos componentes. Y referente a este concepto se tiene muchas definiciones sobre los residuos de construcción y demolición:

Según (Decreto Supremo N.º 019-2016-VIVIENDA , 2016) son “*Residuos fundamentalmente inertes que son generados en las actividades de construcción y demolición de obras, tales como: edificios, puentes, carreteras, represas, canales y otras afines.*”

Así mismo, sobre la definición de los residuos (Jofra Sora, 2016) en su artículo “Metodología para la gestión ambiental de RCD en ciudades de América Latina” nos define que:

Los Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) son los que se generan durante el desarrollo de una actividad de construcción, de realización de obras civiles, de demoliciones o de actividades conexas (...) Se trata de residuos básicamente inertes, constituidos por tierras y áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, restos de pavimentos asfálticos, materiales

refractarios, ladrillos, cristal, plásticos, yesos, chatarras, maderas y en general todos los residuos que se producen por el movimiento de tierras y construcción de edificaciones e infraestructuras nuevas, así como los generados por la demolición o reparación de edificaciones antiguas. Pg. 3

Finalmente Los autores (Pacheco Busto, Fuentes Pumarejo, Sanchez Cotte, & Rondón Quintana, 2017) en su artículo “Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión” describen a Los RCD como aquellos residuos provenientes de la construcción, rehabilitación y demolición de cualquier tipo de obra, ya sea de carácter público o privado. Así mismo, afirma que la industria de la construcción es una de las mayores generadoras de residuos en la actualidad.

### 2.3.1.1 Ciclo de vida de las construcciones

Según (Pacheco Trogal, Yining, Labrincha, Tam, & De Brito, 2013) en su “Manual de hormigón reciclado y residuos de demolición”. Nos explica en las fases de la construcción:

Tabla 5: Ciclo de vida de las construcciones

<b>CICLO DE VIDA DE LAS CONSTRUCCIONES</b>		
<b>La fase de diseño</b>	<b>La fase de Construcción</b>	<b>La fase de Demolición</b>
<i>Durante el proyecto de construcción, el técnico diseña, ubica, describe, cuantifica y especifica los diferentes elementos utilizados en el edificio.</i>	<i>Los procesos de construcción determinarán el tipo y la cantidad de residuos generados en todas partes.</i> <i>Durante las primeras etapas de la obra</i> <i>Durante la etapa posterior de recepción de materiales</i> <i>Durante la etapa de almacenamiento</i> <i>Durante la etapa de ejecución</i> <i>Durante la etapa de demolición y reconstrucción</i>	<i>Al final de la vida útil de un edificio, los residuos generados dependen de :</i> <i>Tipología</i> <i>Criterios de construcción</i> <i>Procedimientos de construcción</i> <i>Materiales Utilizados</i> <i>Técnicas de demolición</i>

Fuente: Elaboracion propia tomado de “Handbook of Recycled Concrete and Demolition Waste”. Pag 29-30

Así mismo (Pacheco Trogal, Yining, Labrincha, Tam, & De Brito, 2013) describe las etapas en la fase de la construcción:

- Durante las primeras etapas de la obra, los residuos se generan principalmente por el cerramiento de las obras, la limpieza y desbroce de terrenos, la implementación de accesos e infraestructura y la construcción de locales para almacenamiento y el personal de trabajo.
- Durante la etapa posterior de recepción de materiales, muchas veces se generan desperdicios por daños de productos en el transporte, compras incorrectas por falta de tiempo o falta de provisión en el proyecto y el suministro de productos de calidad inadecuada.
- Durante la etapa de almacenamiento: La organización y las condiciones adecuadas para la protección de los materiales de construcción contra los elementos atmosféricos son importantes
- Durante la etapa de ejecución: Las principales fuentes de residuos son suelo excavado, restos de materiales y componentes de construcción resultantes de recortes, roturas y pérdidas, etc.; los restos de embalajes y de elementos auxiliares resultantes de rediseños, ensayos, trabajos temporales, encofrados, etc.; escombros de la manipulación; demolición y reconstrucción por ejecución defectuosa.
- Durante la etapa de demolición y reconstrucción: Es posible que se requieran cambios de diseño, errores del proyecto o nuevos requisitos del cliente elementos. (pp. 29-30)

#### 2.3.1.2 Economía circular:

Según la Fundación CONAMA en su guía “Economía circular en el sector de la construcción”-En Congreso Nacional del Medio Ambiente 2018. La economía circular es un nuevo término y modelo que se está adoptando en países del primer mundo como España, este nuevo modelo permite la reutilización de los residuos

de la construcción y demolición en nuevos productos como áridos reciclados, o ladrillos de alta resistencia provenientes de RCD.

*Allí nos dice “El potencial que tiene este modelo para alcanzar es enorme. El sector de la construcción deberá en un futuro cercano cambiar su modelo económico a este modelo y que los distintos agentes y procesos involucrados se adapten de manera adecuada.”*

Pg 11

De forma esquemática en la Figura 22, se muestra que la fase de producción, en la que el uso de materias primas, tanto la fabricación y producción como el transporte están relacionadas y se preparan conjuntamente con la fase de planificación y diseño, para tener todo listo en la fase de ejecución. “Es fundamental el traspaso de conocimiento y el trabajo conjunto de los profesionales que actúan en estas tres fases, así como la supervisión y regulación de las distintas administraciones implicada. Entre la fase de ejecución y de uso, sucede un traspaso en la responsabilidad de la construcción, de los distintos profesionales a los usuarios. Este cambio debe ir acompañado de un intercambio de conocimiento. El usuario debe conocer mejor la construcción que asegure una larga fase de uso a través del mantenimiento (pequeñas reparaciones, limpieza, buen uso, etc.), la rehabilitación parcial (rehabilitación de distintas zonas, cambio de materiales, etc.) o la rehabilitación total (rehabilitación completa con o sin cambio de uso). Por último, durante la fase de gestión de RCD, debe ser posible la deconstrucción (o demolición selectiva) de la construcción, asegurando el retorno máximo de todos los materiales y componentes, a fases anteriores del proceso.” Pág. 11.

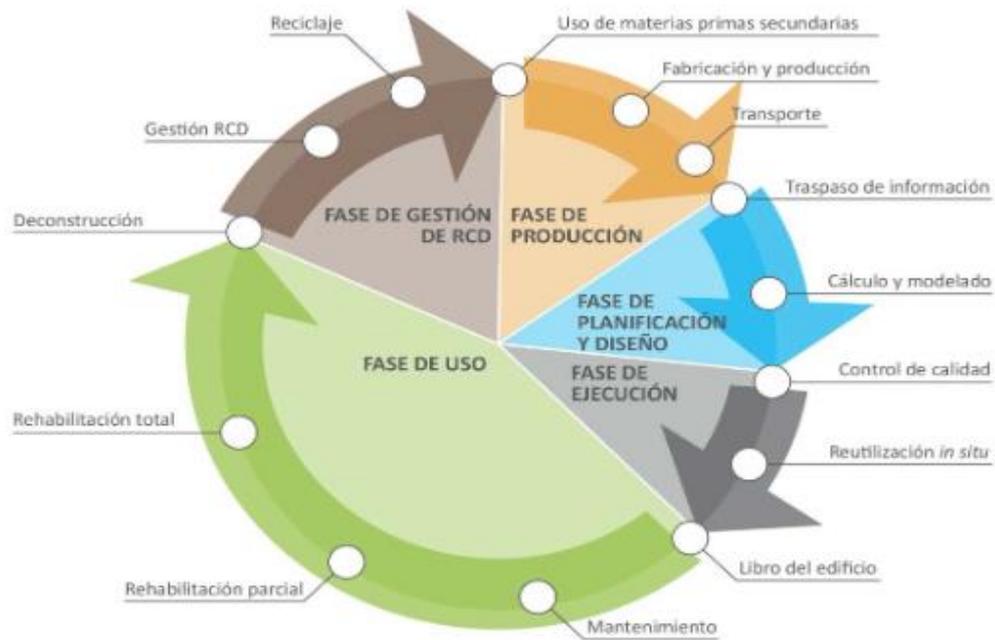


Figura 24: Esquema del proceso futuro de la construcción basado en Economía Circular

Fuente: Congreso Nacional del Medio Ambiente 2018. Fundación Conama.

En la fase de gestión del RCD se da la gestión en sí y el reciclaje con el posterior retorno del RCD a las obras en forma de un nuevo producto.

Como nos continúa explicando el esquema de la economía circular la Fundación CONAMA en “Economía circular en el sector de la construcción -Congreso Nacional del Medio Ambiente 2018”

Las fases del proceso de la economía circular pasan por varios sectores primero pasa por la extracción de materias primas luego pasa por la producción y componentes, luego estos van a ser trasladados a la nueva obra donde se realizará la construcción y luego lo sobrante pasa a una planta de tratamiento, durante la vida útil de la obra. Va haber mantenimientos, rehabilitaciones parciales o totales y una deconstrucción o demolición y estos residuos también pasan a una planta de tratamiento donde van a ser gestionados para su próximo uso futuro. Pág. 12.

Estos modelos europeos, no son directamente aplicables a la realidad peruana, pero nos sirven de base para proponer alternativas que se esperan desarrollar en ciudades como Lima u otras ciudades de Latinoamérica.

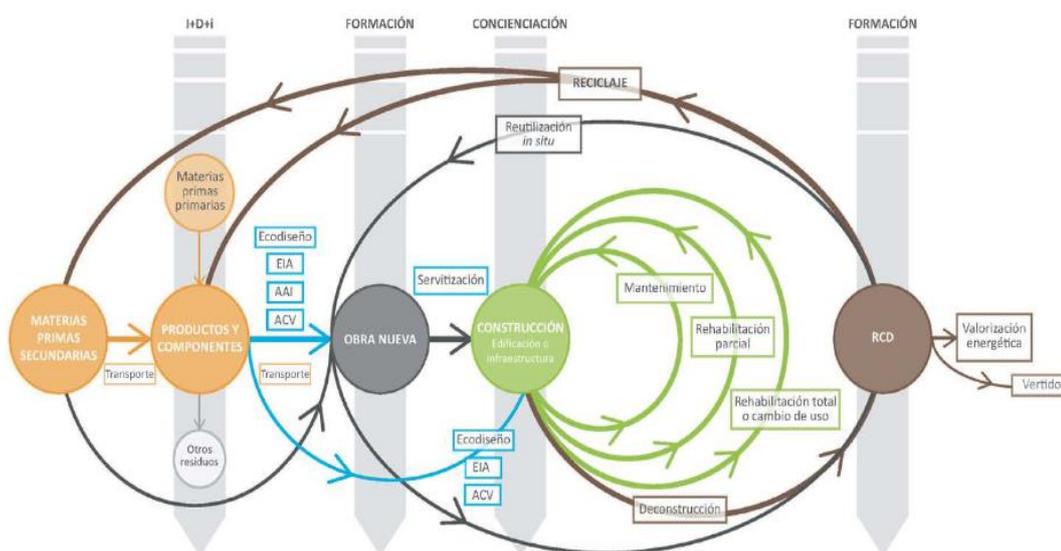


Figura 25: Esquema de Economía Circular para el sector de la construcción

Fuente: Congreso Nacional del Medio Ambiente 2018. Fundación Conama. Pag. 12

### 2.3.1.3 Pérdidas en las construcciones

Según (Vidal Rainho, 2015) en su tesis de fin de grado pág. 68 nos explica que “los desperdicios tienen una serie de características significativas que pueden determinar la forma en que se les clasifica. El método de clasificación más difundido es el utilizado por la empresa TOYOTA, dentro del marco de su sistema de producción, el cual se basa en la eliminación total de las pérdidas ocurridas durante el flujo del proceso productivo. Según el manual sobre Residuos Sólidos de Construcción Civil” las pérdidas en obra se pueden clasificar de distintas maneras según los autores, y se propone las siguientes:

- Pérdidas de superproducción
- Pérdidas de almacenamiento
- Pérdidas de transporte
- Pérdidas de movimiento
- Pérdidas de espera
- Pérdidas de fabricación de productos defectuosos

- Pérdidas de sustitución
- Otras pérdidas

Según (Vidal Rainho, 2015) en Estudio Comparativo de los Sistemas de Gestión de RCD entre España y Brasil nos explica cada una de ellas:

- Las Pérdidas de superproducción:

Dichas pérdidas están relacionadas con la producción de componentes o de materiales perecibles en cantidades superiores a las necesarias (cuantitativamente), o anticipadamente, posibilitando la pérdida de materiales, mano de obra y equipos. Como ejemplo de este tipo de pérdida se pueden citar la producción del hormigón o del mortero en cantidades superiores a la necesaria en el momento del hormigonado o durante el día laboral.

- Pérdidas de almacenamiento:

Dichas pérdidas resultan de la existencia de materiales y productos acabados o en proceso en grandes cantidades almacenada debido a un error de planeamiento y organización, generando posibles pérdidas de mano de obra y equipos. El almacenaje de materiales en grandes cantidades puede generar pérdidas directas o indirectas de materiales, ya que normalmente se depositan sin los debidos cuidados, expuestos a la intemperie, robo, daños físicos e incluso a la obsolescencia.

- Pérdidas de transporte:

Este tipo de pérdida está relacionado con las actividades de traslado de materiales que generan costes y no adicionan valor. Para que se consiga aumentar la eficiencia de la producción, las empresas constructoras deben evitar los desplazamientos innecesarios y deberán enfocar con más atención la organización, el planeamiento y la limpieza en obra. Este tipo de pérdida engloba una pérdida material (por ejemplo: pérdidas por rotura en el desplazamiento) y la pérdida temporal asociado al tiempo llevado

para realizar un movimiento incluyendo carga, descarga y el tiempo del desplazamiento

- Pérdidas de movimiento:

Son las pérdidas relacionadas a todos los esfuerzos y movimientos realizados por los trabajadores innecesariamente durante la ejecución de las operaciones, interfiriendo negativamente en la productividad. Los factores que originan dichas pérdidas son:

- la falta de organización en los puestos de trabajo.
- la falta de metodología de trabajo
- la falta de organización en la obra
- otras condiciones insatisfactorias en el trabajo (ergonomía, seguridad, descanso y otros)
- Pérdidas de espera:

La pérdida de espera está asociada a los periodos de tiempo en los cuales los trabajadores y los equipos no son utilizados de forma productiva, agregando valor, aunque exista desperdicio de tiempo y que se refleje en un aumento de coste.

- Pérdidas de fabricación de productos defectuosos:

Ocurren cuando se fabrican productos que no cumplen con los requisitos de calidad especificados en el proyecto. Normalmente ocurren por falta de control durante el proceso de ejecución, por falta de especificación en el proyecto, por la utilización de materiales defectuosos o de calidad inferior, por la falta de capacitación de los trabajadores y otros. Las principales consecuencias de producir con defecto son: la reducción del desempeño del producto final, generan pérdidas físicas de los materiales y causan pérdidas de transporte y durante el proceso y de control.

- Pérdidas de sustitución:

Consiste en la utilización de materiales con características superiores a las especificadas en el proyecto, en el empleo de mano de obra más cualificada que la necesaria o en el empleo de equipos más avanzados que lo necesario. Ejemplos de pérdida por sustitución: oficiales transportando materiales en vez del peón, sustitución de un acabado más simple por otro mejor (pintura por un revestimiento cerámico, por ejemplo), entre otros.

- Otras pérdidas:

Se incluyen en esta categoría todas las pérdidas debido a robo, vandalismo, accidentes, condiciones climáticas adversas, entre otras. Este tipo de pérdida afecta a cada obra de manera distinta, ya que pueden variar debido a factores como localidad, situación económica el entorno, costumbres de los trabajadores, la gestión implantada por la empresa, entre otros.

Tabla 6-. Tabla resumen de los tipos de pérdidas

Naturaleza	Ejemplo	Momento de su incidencia	Origen
Pérdidas de superproducción	Producción de mortero en cantidades superiores a la necesaria para el día laboral.	Producción	Planeamiento: falta de control.
Pérdidas de almacenamiento	Deterioro del mortero almacenado.	Almacenamiento.	Planeamiento: condiciones inadecuadas de almacenamiento y acopio.
Pérdidas de transporte	Condiciones de transporte inadecuado.	Recibimiento, transporte y producción.	Gestión de obra: falla de planeamiento al asignar el medio de transporte de los materiales.
Pérdidas de movimiento	Tiempo excesivo de desplazamiento, debido a las grandes distancias entre los puestos de trabajo.	Producción.	Gestión de obra: deficiencia en la organización de la secuencia de actividades y puestos de trabajo en obra.
Pérdidas de espera	Interrupción del trabajo por falta de materiales.	Producción.	Gestión de obra: falla en la programación de compras de materiales.
Pérdidas de fabricación de productos defectuosos	Dimensiones de la viga.	Producción e inspección.	Proyecto: errores en los planos.
Pérdidas de sustitución	Necesidad de romper paredes para sustituir instalaciones.	Producción.	Planeamiento: falla en el sistema de control. Recursos humanos: falta de mano de obra cualificada.

Fuente: Estudio Comparativo de los Sistemas de Gestión de RCD entre España y Brasil. (Vidal Rainho, 2015)

#### 2.3.1.4 Marco normativo

La normativa peruana ha tratado desde hace muchos años regular la gestión de los residuos sólidos, en este rubro se ubican los residuos sólidos de construcción y demolición, el cual busca mejorar el adecuado manejo, así como el transporte de los residuos de demolición hacia los centros de reciclaje o una disposición final adecuada.

Así mismo (Sevilla Chinchilla, 2019) en su tesis “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” afirma que la normativa peruana

No es clara la manera de intervención de los organismos de fiscalización y control competentes para la aplicación de las normativas, como la no existencia de escombreras legales, o la promoción de creación de empresas de reciclaje de residuos de la demolición, los cuales generan que se sigan disponiendo los residuos de la actividad de la demolición de manera inadecuada, perdiéndose recursos valiosos. Pg. 70

El concepto de Sevilla es contrastado con el Ministerio del ambiente en su (Informe de la situación actual de la gestión de residuos solidos no municipales, 2008) con la tabla N°7, se observa la encuesta realizada el 2008 en 17 distritos de los 43 de la ciudad de Lima; se observa que la mayoría no sabe o no cumple con las políticas, dentro de los distritos. situación que no ha variado a pesar de los años.

Tabla 7: Del procesamiento de las encuestas aplicadas en Lima – Síntesis del Total en %

<i>Tema</i>	<i>SI %</i>	<i>NO %</i>	<i>No Sabe / No cumple %</i>
<i>PIGARS</i>	45	50	5
<i>Recolectan residuos construcción y demolición</i>	73	27	-
<i>cuentan con normas</i>	34	56	10
<i>disposición final</i>	56	-	44
<i>utilizan los RCD</i>	12	73	15
<i>Existen puntos críticos</i>	62	34	4

Fuente: Diagnostico de los RCD en el Perú. Marzo 2008 Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. PIGARS es Orientar a las municipalidades provinciales en la elaboración de su Plan Provincial de Gestión Integral de Residuos

Districtos Participantes: Santiago de Surco, Villa El Salvador, San Borja, Ate, Comas, Los Olivos, La Molina, Jesús María, Breña, Villa María del triunfo, San Miguel, Pachacamac, San Luis, Magdalena, Miraflores y Pueblo Libre.

Tabla 8: Marco histórico de manejo de residuos solidos

<i>AÑO DE APROBACION</i>	<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>FECHA DE PUBLICACIÓN</i>
1991	D. L N° 757	Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada	10/11/91
1993	C.P PERÚ	Constitución Política del Perú	30/12/93
2000	Ley N° 27314	Ley General de Residuos Sólidos	10/07/00
2001	Ley N° 27446	Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental	01/04/01
2001	R.M. N° 041-2008-MINAM	Reglamento de la Ley 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental	20/04/01
2001	Decreto de Alcaldía N° 147	Reglamento de la Ordenanza N°295/MML "Sistema Metropolitano de Gestión de Residuos Sólidos"	10/12/01
2004	Ley N° 28245	Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental	08/06/04
2004	Ley N° 28256	Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos	16/06/04
2004	D.S.N°057-2004-PCM	Reglamento de la ley general de residuos solidos	24/07/04
2005	D.S. N° 008-2005-PCM	Reglamento de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental	28/01/05
2005	Ley N° 28611	Ley General del Ambiente	15/10/05
2006	R.I. N°28766	TCL PERU-EE.UU.	29/06/06
2008	D.L. N° 1013	Ley de Creación, Organización y Funciones del MINAM	14/05/08
2008	D. S N° 021-2008-MTC	Aprueban el reglamento nacional de transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos	01/06/08
2008	D.L. N°1065	Modificatoria de Ley de Residuos Sólidos N°27314	28/06/08
2008	D.L. N°1078	Modificatoria de la Ley Nacional de Impacto Ambiental	10/07/08

<b>2009</b>	<i>D.S. N° 019-2009-MINAM</i>	<i>Reglamento de la Ley N°27446, el cual dispone que las Autoridades Competentes deben elaborar o actualizar sus normas relativas a la evaluación de impacto ambiental</i>	<b>25/09/09</b>
<b>2009</b>	<i>D.S N°019-2009</i>	<i>Aprueba el Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental – SEIA</i>	<b>01/07/05</b>
<b>2012</b>	<i>D.S. N° 015-2012-VIVIENDA</i>	<i>Aprueban Reglamento de Protección Ambiental para proyectos vinculados a las actividades de Viviendas, Urbanismo, Construcción y Demolición</i>	<b>14/09/12</b>
<b>2012</b>	<i>Ley N°29968</i>	<i>Ley de Creación del Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las inversiones Sostenibles, SENACE</i>	<b>20/12/12</b>
<b>2013</b>	<i>DS N° 003-2013-VIVIENDA</i>	<i>Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición</i>	<b>06/02/13</b>
<b>2016</b>	<i>DS N° 019-2016-VIVIENDA</i>	<i>Modificación del reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de construcción DS N° 003-2013- VIVIENDA</i>	<b>20/10/16</b>
<b>2016</b>	<i>D.L. N° 1278</i>	<i>Aprueba la Ley de gestión integral de residuos sólidos</i>	<b>23/12/16</b>
<b>2017</b>	<i>D.L 30551</i>	<i>Ley que modifica el cuarto párrafo del artículo 53 y el artículo 81 del decreto legislativo 1278, decreto legislativo que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos</i>	<b>07/04/17</b>
<b>2017</b>	<i>DS N° 014-2017-MINAM</i>	<i>Aprueban reglamento del D.L. N° 1278, que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos</i>	<b>21/12/17</b>
<b>2018</b>	<i>DL 1389</i>	<i>Decreto Legislativo que fortalece el Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.</i>	<b>05/08/18</b>
<b>2020</b>	<i>D.L. N° 1501</i>	<i>Decreto legislativo que modifica el DL N° 1278, que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos</i>	<b>11/05/20</b>

Fuente: Adaptación propia, 2020

### 2.3.1.5 Principio de las R's

Según La Norma Técnica Peruana (NTP400.050, 2017) establece principios para la actividad de construcción y demolición, con la finalidad de interactúen sector económico, la protección ambiental, control sanitario y mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Uno de los principios es: Principio 3Rs- Reduce, Reutiliza y Recicla

Así mismo, el Gobierno de Bogotá en la Guía para la elaboración del Plan Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en obra. Menciona el orden jerárquico para la gestión eficiente de RCD es: reducción, reutilización, reciclado.

Ambos coinciden que este principio mejora de la protección ambiental y la calidad de vida población, para efectos de aumentar la calidad de vida de la población y velar por un ambiente sano.

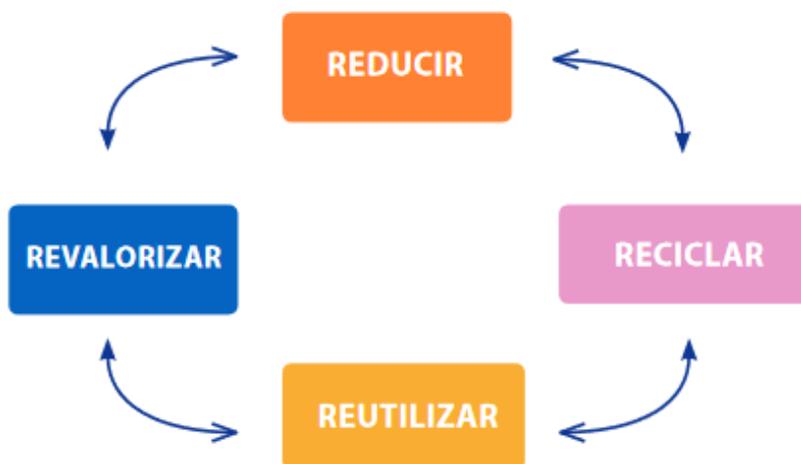


Figura 26: Esquema del principio de la R's

Fuente: Guía para la elaboración del Plan de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en obra – Colombia

**Reducir:** Consiste en la disminución de los gastos de gestión y ahorro en materia prima para generar un balance medioambiental beneficioso; del mismo modo, se busca disminuir el consumo de energía por transporte, siendo menores los costos por disposición final.

**Reutilizar:** Es la opción más deseable para el tratamiento de los residuos. La ventaja es que a través de este mecanismo desaparece el residuo, y reconvierte la demolición y los restos en un nuevo proceso de producción con los materiales que van a ser reutilizados. Existen dos tipos de reutilización:

- a) Reutilización directa en la propia obra; esta implica la selección del material y su posterior limpieza.
- b) Reutilización en otras obras; es necesario el transporte de los materiales a otro lugar para su procesamiento. Desde el punto de vista económico, la decisión del nuevo destino de los materiales que van a ser reutilizados está vinculado con la existencia de mercados donde se vendan y compren productos obtenidos como residuo.

Reciclar: Existen diferencias con respecto a la reutilización ya que aquí los productos son alterados en su forma original y en sus propiedades. Estos nuevos productos pueden ser reutilizados después de su transformación a partir de los residuos.

### 2.3.1.6 Clasificación de los residuos de construcción

Sobre la clasificación la (NTP400.050, 2017) indica la clasificación de los residuos de construcción y demolición en Excedentes de remoción, excedentes de obra y otros residuos

Tabla 9: Clasificación de los residuos de la actividad de la construcción y demolición

		<b>REAPROVECHABLES</b>
	<i>EXCEDENTES DE REMOCIÓN</i>	<i>Pétreos, arenas y tierras</i>
	<b>Reaprovechamiento y disposición final</b>	<b>DISPOSICION FINAL</b>
		<i>Petreós, arenas y tierras</i>
<b>RESIDUOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN</b>		<b>REAPROVECHABLES</b>
		<i>Concreto y derivados</i>
		<i>Agregados</i>
		<i>Maderas y derivados o similares</i>
		<i>Metálicos y derivados</i>
	<i>EXCEDENTES DE OBRA Y ESCOMBROS</i>	<i>Plásticos y derivados</i>
	<b>Reaprovechamiento y disposición final</b>	<i>Material cerámico</i>
		<i>Asfaltos y derivados</i>
		<b>DISPOSICION FINAL</b>
		<i>Maderas y derivados o similares</i>
	<i>Metálicos y derivados</i>	
	<i>Plásticos y derivados</i>	
	<i>Concretos y derivados</i>	
	<i>Material cerámico</i>	
	<b>REAPROVECHABLES</b>	
	<i>Papeles y cartones</i>	
	<i>Vidrios</i>	
	<i>Plásticos</i>	
<i>OTROS RESIDUOS</i>	<i>Metales</i>	
<b>Reaprovechamiento y disposición final</b>	<i>Orgánicos</i>	
	<i>Peligrosos reciclables</i>	
	<b>DISPOSICION FINAL</b>	
	<i>Comunes</i>	
	<i>Peligrosos</i>	

Fuente: Elaboración propia basada NTP 400.050.2017. Pg. 6

Según el (Decreto Supremo N.º 003-2013- VIVIENDA, 2013) y (Decreto Supremo N.º 019-2016-VIVIENDA , 2016), ambos en su artículo N° 7 considera la clasificación a los residuos en Peligrosos y No Peligrosos

- Residuos peligrosos

Según él (Decreto Supremo N.º 003-2013- VIVIENDA, 2013), Se consideran residuos peligrosos de la construcción y demolición, los generados en estos procesos y que presentan por lo menos una de las siguientes características: auto-combustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad, o que por el tratamiento o acabado al que son o van a ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente Pg. 13

Tabla 10: Clasificación de los Residuos Peligrosos

<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>		
<b>RESIDUO</b>	<b>ELEMENTOS PELIGROSOS</b>	<b>PELIGROSIDAD</b>
<i>Madera tratada</i>	<i>Arsénico, plomo, formaldehído, pentaclorofenol</i>	<i>Tóxicos, inflamables</i>
<i>Envases de removedores de pinturas, aerosoles</i>	<i>Cloruro de metileno Tricloroetileno</i>	<i>Inflamables, irritantes</i>
<i>Envases de: removedores de grasa, adhesivos, líquidos para remover pintura</i>	<i>Tricloroetileno</i>	<i>Inflamable y tóxico</i>
<i>Envases de: pinturas, pesticidas, contrachapados de madera, colas, lacas</i>	<i>Formaldehído</i>	<i>Tóxico, corrosivo.</i>
<i>Restos de tubos fluorescentes, transformadores, condensadores, etc</i>	<i>Mercurio, Bifeniles policlorados (BPCs)</i>	<i>Tóxicos.</i>
<i>Restos de PVC (solo luego de ser sometidos a temperaturas mayores a 40° C)</i>	<i>Aditivos: Estabilizantes, colorantes, plastificante</i>	<i>Inflamable, Tóxico</i>
<i>Restos de planchas de fibrocemento con asbesto, pisos de vinilo asbesto, paneles divisores de asbesto.</i>	<i>Asbesto o amianto</i>	<i>Tóxico</i>
<i>Envases de pinturas y solventes</i>	<i>Benceno</i>	<i>Inflamable</i>
<i>Envases de preservantes de madera.</i>	<i>Formaldehído, pentaclorofenol</i>	<i>Tóxico, inflamables</i>
<i>Envases de pinturas</i>	<i>Pigmentos: Cadmio, Plomo</i>	<i>Tóxico</i>
<i>Restos de cerámicos, baterías</i>	<i>Níquel</i>	<i>Tóxico</i>
<i>Filtros de aceite, envases de lubricantes.</i>	<i>Hidrocarburo</i>	<i>Inflamable, tóxico</i>

Fuente Elaboración propia basada en el D.S. 003-2013-VIVIENDA Anexo 3, Publicado viernes 8 de febrero de 2013, Pg. 15.

- Residuos NO peligrosos

El residuo que es considerado no peligroso son en mayores cantidades residuos inertes y pétreos, estos residuos son de las demoliciones y de las construcciones, a continuación, se explica una tabla con los materiales reutilizables de los residuos de construcción y demolición.

Tabla 11: Clasificación de los Residuos NO Peligrosos

<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>	
<b>ELEMENTOS RECICLABLES Y REUTILIZABLES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN</b>	<b>DESMONTE LIMPIO</b> <i>Desmante producto de la excavación masiva de terreno para la cimentación. No se considera desmante limpio a los elementos de concreto ciclópeo y el material de demolición constituido por lozas aligeradas y elementos de tabiquería de albañilería que contengan maderas, elementos de plástico, papel, cartón y cualquier otro material inorgánico que no sirva para el objetivo de consolidar el relleno</i>
	<b>INSTALACIONES</b> <i>Mobiliario fijo de cocina Mobiliario fijo de baño</i>
	<b>CUBIERTAS</b> <i>Tejas Tragaluces y claraboyas Soleras pre-fabricadas Tableros Placas sándwich</i>
	<b>FACHADA</b> <i>Puertas. Ventanas. Revestimientos de piedra. Elementos prefabricados de hormigón</i>
	<b>PARTICIONES INTERIORES</b> <i>Mamparas. Tabiquerías móviles o fijas. Barandillas. Puertas. Ventanas</i>
	<b>ACABADO INTERIOR</b> <i>Cielo raso (escayola). Pavimentos flotantes Alicatados. Elementos de decoración</i>
	<b>ESTRUCTURA</b> <i>Vigas y pilares. Elementos prefabricados de hormigón</i>

Fuente: Elaboración propia basada en DS 019-2016 - Vivienda Anexo 4, Publicado el Viernes 21 de octubre de 2016, Pg. 7 y 8.

Así mismo, (Cabildo, 2012) nos describe que “*Los escombros son los residuos producidos en el sector de la construcción y la demolición de edificios (RCD). Constituyen un gran porcentaje de los residuos generados*”. Pg. 372

En la tabla N° 12, nos señala la composición de los RCD, este puede ser es muy variada:

Tabla 12: Composición general de los escombros

Composición general de los escombros			
Tipo de residuos	%	Tipo de residuos	%
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	54	madera	4
Hormigón	12	plástico	1.5
Basura	7	vidrio	0.5
Piedra	5	papel	0.3
Asfalto	5	yeso	0.2
arena, grava y otros áridos	4	otros	4

Fuente: Elaboración propia basada (Cabildo, 2012) , Pg. 372



Figura 27: Composición de RCD

Fuente Residuos de Construcción y Demolición, RCD José Ignacio Tertre Torán, CONAMA 2016

El concepto de Cabildo es afirmado por el INE, con los resultados del Censo Nacional 2017, el cual demuestra que existe un total de 4 millones 298 mil 274 viviendas, que tienen paredes exteriores como material predominante el ladrillo o bloque de cemento, lo que representa el 55,8% del total de viviendas. Mientras que las

paredes exteriores adobe o tapia representa el 27,9%, las paredes exteriores madera significa el 9,5%, el material con menor porcentajes encuentra el triplay, calamina y estera (3,1%), quincha (2,1%), piedra con barro (1,0%) y piedra o sillar con cal o cemento (0,6%).

En comparación al censo del año del 2007, las paredes de ladrillos o bloque de cemento a presentado un crecimiento de 46.7 % a 55.8 %

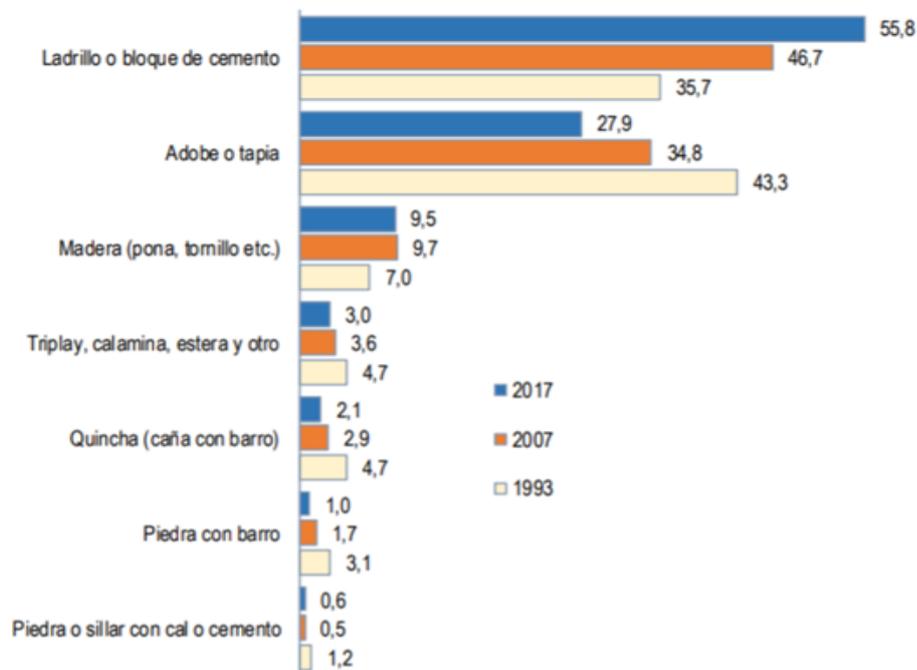


Figura 28: Viviendas particulares según material predominante en las paredes exteriores Año 1993, 2007 y 2017

Fuente: Censos Nacionales de población y vivienda: 1993, 2007 y 2017, Pg. 25

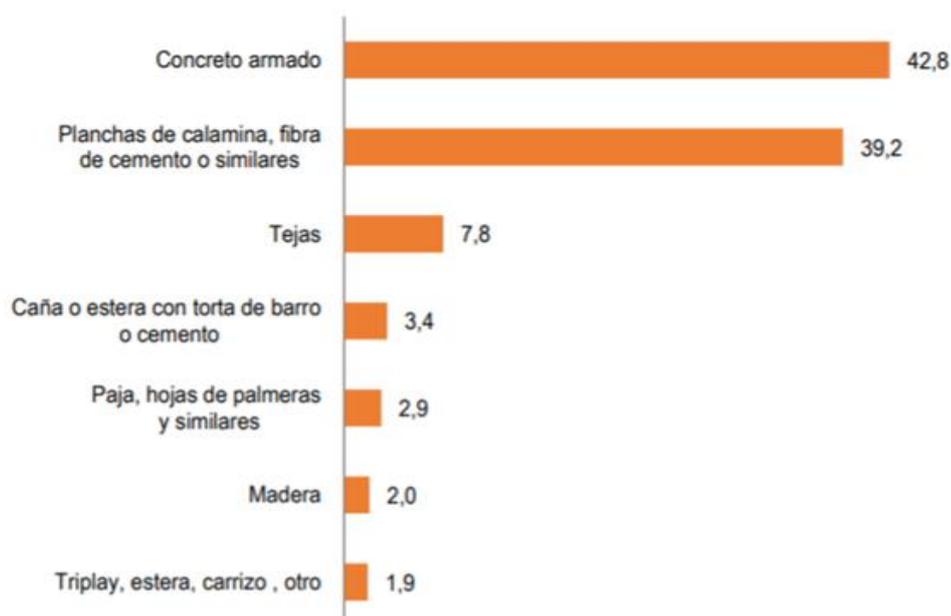


Figura 29: Viviendas particulares según material predominante en los Techos Año 2017

Fuente: Censos Nacionales de población y vivienda: 2017, Pg. 5

Tabla 13: Viviendas particulares según material predominante en los Techos Año 2017

<i>Material predominante en los techos</i>	<i>Censo 2017</i>	
	<i>Absoluto</i>	<i>%</i>
<b>Total</b>	<b>7 698 900</b>	<b>100,0</b>
<i>Concreto armado</i>	<i>3 298 280</i>	<i>42,8</i>
<i>Madera</i>	<i>154 802</i>	<i>2,0</i>
<i>Tejas</i>	<i>600 274</i>	<i>7,8</i>
<i>Planchas de calamina, fibra de cemento o similares</i>	<i>3 016 332</i>	<i>39,2</i>
<i>Caña o estera con torta de barro o cemento</i>	<i>260 969</i>	<i>3,4</i>
<i>Triplay, estera, carrizo u otro material</i>	<i>142 907</i>	<i>1,9</i>
<i>Paja, hojas de palmeras y similares</i>	<i>225 336</i>	<i>2,9</i>

Fuente: Censos Nacionales de población y vivienda: 2017, Pg. 53

Los resultados del Censo del 2017 muestran que el porcentaje de viviendas que tienen techos de concreto armado es el 42,8%, mientras que las viviendas que tienen planchas de calamina o fibra de cemento en sus techos representa el 39,2%. En menores proporciones se encuentran las viviendas tienen como material en los techos, tejas con 7,8%, caña o estera con 3,4%, paja, hoja de palmeras o similares 2,9%, maderas con 2,0% y triplay, estera o carrizo u otro material 1,9%.

### 2.3.1.7 Gestión de los residuos de construcción

Sobre la gestión de residuos de construcción y demolición (Jofra Sora, 2016) nos dice que: *“Una política de gestión ambiental de los RCD debe priorizar la reducción, la reutilización y el reciclaje, de acuerdo con la jerarquía de gestión de los residuos. Y reducir al mínimo la disposición final de los residuos”*. Pg. 5

así mismo, (Suarez Silgado, Andres Molina , Mahecha, & Calderón, 2018) en su artículo “ Diagnóstico y propuestas para la gestión de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Ibagué (Colombia)” dice:

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. Pg 1

### 2.3.1.8 Manejo de los residuos de construcción y demolición

En el Perú, las normativas ambientales han ido evolucionando en transcurso del tiempo, actualmente se encuentra vigente decreto legislativo N° 1501, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos el cual modifica al decreto legislativo N°1278; aprobado el 11 de mayo del 2020.

Así mismo, de acuerdo a la tabla N°14, se visualiza que no existiendo relación entre los procesos de gestión de residuos entre los decretos legislativos, decretos supremos y norma técnica peruana. Para la presente tesis trabajaremos con la norma técnica peruana NTP 400.050-2017

Tabla 14: Procesos de la Gestión de Residuos en normativa peruana

<i>Procesos de la Gestión de Residuos</i>			
<i>Decreto Legislativo N° 1278</i>	<i>Decreto Legislativo N°1501 que modifica el N° 1278</i>	<i>Decreto Supremo N° 003-2013- Vivienda y Decreto Supremo N°019 - 2016- Vivienda</i>	<i>Norma técnica peruana NTP 400.050-2017</i>
<i>Barrido y limpieza de espacios públicos</i>	<i>Segregación</i>	<i>Almacenamiento</i>	<i>Minimización Segregación de residuos Almacenamiento Transporte Reaprovechamiento Disposición final</i>
<i>Segregación</i>	<i>Barrido y limpieza de espacios públicos</i>	<i>Recojo de residuos sólidos de construcción y demolición.</i>	
<i>Almacenamiento</i>	<i>Recolección selectiva</i>	<i>Reaprovechamiento de residuos sólidos de la construcción y demolición.</i>	
<i>Recolección</i>	<i>Transporte</i>	<i>Segregación y Reaprovechamiento de residuos sólidos de la construcción y demolición.</i>	
<i>Valorización</i>	<i>Almacenamiento</i>	<i>Comercialización de residuos sólidos de construcción y demolición</i>	
<i>Transporte</i>	<i>Acondicionamiento</i>	<i>Transporte de residuos sólidos de construcción y demolición</i>	
<i>Transferencia</i>	<i>Valorización</i>	<i>Disposición Final de los de residuos sólidos de construcción y demolición</i>	
<i>Tratamiento Disposición final</i>	<i>Transferencia Tratamiento Disposición final</i>		

Fuente: Elaboración propia

- **Minimización**

Acción de reducir al mínimo posible el volumen y peligrosidad de los residuos sólidos, a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método o técnica utilizada en la actividad generadora. (Decreto LegisLativo N° 1278, 2016)

- **Segregación de residuos**

Según la (NTP400.050, 2017) la segregación consiste “*Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial*”. Pg. 8

- **Almacenamiento**

Según Decreto legislativo N°1278 en su artículo N° 36. sobre el almacenamiento nos señala:

El almacenamiento es de exclusiva responsabilidad de su generador hasta su entrega al servicio municipal correspondiente, sea éste prestado en forma directa o a través de terceros, en el tiempo y forma que determine la autoridad.

El almacenamiento de residuos municipales y no municipales se realiza en forma segregada, en espacios exclusivos para este fin, considerando su naturaleza física química y biológica, así como las características de peligrosidad. Pg. 7

Adicionalmente el (Decreto Supremo N.º 003-2013- VIVIENDA, 2013) en su artículo N° 17, almacenamiento de los residuos de la actividad de construcción. *“Los residuos podrán ser almacenados temporalmente en la misma obra, para lo cual se determinará un área, considerando su accesibilidad para el traslado y criterios de seguridad, salud, higiene y ambientales”*. Pg. 5

- Transporte

Según Decreto legislativo N°1278 que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos, en su artículo N° 38, sobre el transporte de los residuos, indica lo siguiente:

El transporte constituye el proceso de manejo de los residuos sólidos ejecutada por las municipalidades u Empresas Operadoras de Residuos Sólidos autorizadas, consistente en el traslado apropiado de los residuos recolectados hasta las infraestructuras de valorización o disposición final. Pg. 8

El (Decreto Supremo N.º 019-2016-VIVIENDA , 2016), en su artículo N°21, nos expone sobre Servicio de recojo de residuos sólidos de construcción y demolición está sujeta a:

1. Los vehículos de recojo de residuos sólidos deben estar provistos de una tolva metálica y hermética y un toldo o similar como cubierta, a fin de brindar las condiciones de seguridad e higiene necesarias, evitando la dispersión de elementos, partículas y polvo.
2. El generador es responsable de contratar una EPS - RS o EC - RS, según sea el caso, debidamente registrada en DIGESA y que cuente con las

autorizaciones, permisos, licencias y certificaciones necesarias para la realización de sus actividades.

Pg.3

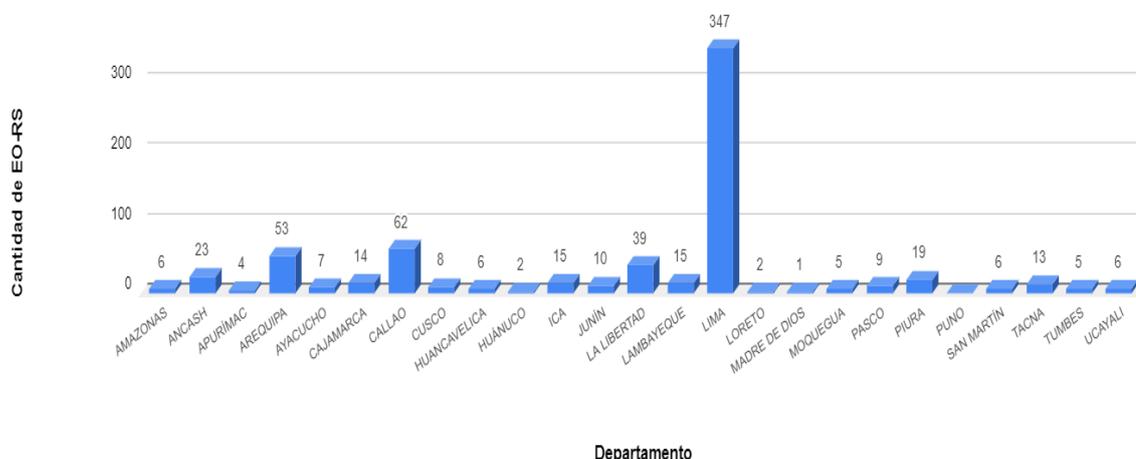


Figura 30: Cantidad de EO-RS (empresa operadora – residuos sólidos) por departamento.

Fuente: Gráficos estadísticos del total de Empresas Operadoras de Residuos Sólidos (EO-RS) autorizadas por el MINAM. En la actualidad existen 677 EO-RS autorizadas por el MINAM. datos actualizados el 17 de septiembre del 2020

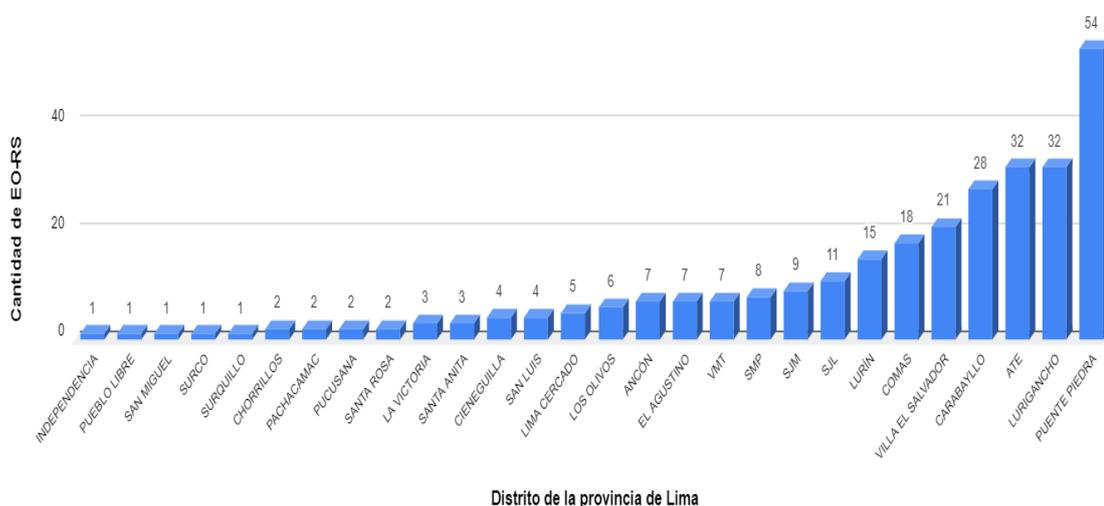


Figura 31: Cantidad de EO-RS (empresa operadora – residuos sólidos) por distrito en la provincia de Lima

Fuente: Según los datos actualizados el 17 de septiembre del 2020 en la página del ministerio del ambiente. Muestra las estadísticas sobre el total de Empresas Operadoras de Residuos Sólidos (EO-RS) autorizadas por el MINAM. En la actualidad existen **347 EO-RS** autorizadas por el MINAM en la provincia de Lima.

En el cuadro anterior se aprecia que el distrito que tiene mayor cantidad de empresas que recogen los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Lima es Punte Piedra.

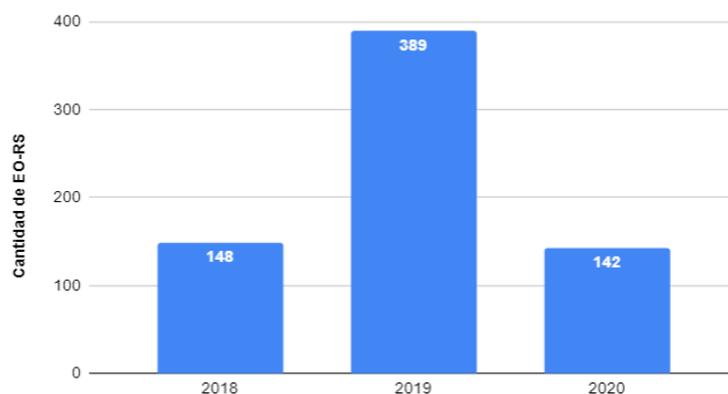


Figura 32 Cantidad de empresas operadoras de residuos sólidos autorizados por año

Fuente: según los datos actualizados el 17 de septiembre del 2020 en la página del ministerio del ambiente.

Muestra la cantidad total de empresas operadoras inscritas en el registro autoritativo según año en el que se autorizó su inscripción en el registro autoritativo de EO-RS que administra MINAM.

En el siguiente grafico se muestra la cantidad de EPRS registradas en el Perú hasta el año 2020 y se aprecia que en el año 2019 se registró la mayor cantidad de ellos considerándose 289 solo en el 2019, para el 2020, año actual la cifra de inscritos se ha reducido debido a la situación del covid-19 que ha mantenido a la población en sus casas y que ha paralizado la mayoría de obras en Lima y el mundo.

El (Decreto Supremo N.º 019-2016-VIVIENDA , 2016), en su artículo N°31, nos explica sobre Transporte de residuos sólidos de construcción y demolición:

Los residuos sólidos son recogidos desde la obra, área de generación, centro de acopio o contenedores de almacenamiento temporal, para su reaprovechamiento por otro generador, comercialización o disposición final, según corresponda.

Para el transporte de los residuos sólidos se debe respetar el horario y rutas fijadas por el gobierno local correspondiente. Pg. 4

- Reaprovechamiento de los residuos de construcción y demolición

El reaprovechamiento de los residuos de construcción es una alternativa a la informalidad y el vertimiento descontrolado de materiales sobrantes de construcción en la actualidad.

La siguiente tabla muestra el porcentaje de recuperación de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la Unión Europea (UE), indicando que en Estonia, Irlanda, Malta y Eslovenia los porcentajes de recuperación para el 2014 son mayores del 90%

Tabla 15 : Tasa de recuperación (%) de los residuos de construcción y demolición (RCD)

<b>AÑOS</b>	<b>2010</b>	<b>2012</b>	<b>2014</b>
<i>UE (28 países)</i>	78	86	88
<i>Bélgica</i>	74	99	32
<i>Bulgaria</i>	62	12	96
<i>Republica Checa</i>	91	91	90
<i>Dinamarca</i>	84	87	92
<i>Alemania</i>	95	94	c
<i>Estonia</i>	96	96	98
<i>Irlanda</i>	97	100	100
<i>Grecia</i>	0	0	0
<i>España</i>	65	84	70
<i>Francia</i>	66	66	71
<i>Croacia</i>	2	51	69
<i>Italia</i>	97	97	97
<i>Chipre</i>	0	60	38
<i>Letonia</i>	91	96	92
<i>Lituania</i>	73	88	92
<i>Luxemburgo</i>	98	99	c
<i>Hungría</i>	61	75	86
<i>Malta</i>	16	100	100
<i>Países Bajos</i>	100	100	99
<i>Austria</i>	92	92	94
<i>Polonia</i>	93	92	96
<i>Portugal</i>	58	74	96
<i>Rumania</i>	47	67	65
<i>Eslovenia</i>	94	92	98
<i>Eslovaquia</i>	47	38	54
<i>Finlandia</i>	5	12	83
<i>Suecia</i>	78	81	55
<i>Reino Unido</i>	95	94	95
<i>Islandia</i>	75	100	86
<i>Liechtenstein</i>	:	:	:
<i>Noruega</i>	44	75	78
<i>Suiza</i>	:	:	:
<i>Montenegro</i>	:	:	:

República Yugoslava de Macedonia	0	0	0
Albania	:	:	:
Serbia	5	0	3
Turquía	0	20	:

Fuente. EUROSTAT (2018).

- Disposición final

La norma técnica peruana (NTP400.050, 2017) nos describe que *“Los residuos que no han podido ser reaprovechados deben ser dispuestos en escombreras, rellenos sanitarios y/o rellenos de seguridad autorizados.”* Pg. 10

El Decreto legislativo N°1278 que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos, en su artículo N° 44, sobre la prohibición de disposición final de los residuos sólidos de la actividad de la demolición en lugares no autorizados indica que: *“Está prohibido el abandono, vertido o disposición de residuos en lugares no autorizados por la autoridad competente o aquellos establecidos por Ley”*

Y de acuerdo al ministerio del ambiente en su actualización el 15 de julio del 2020, muestra en la tabla N° 16, la relación de centros de disposición final autorizados en lima y callao.

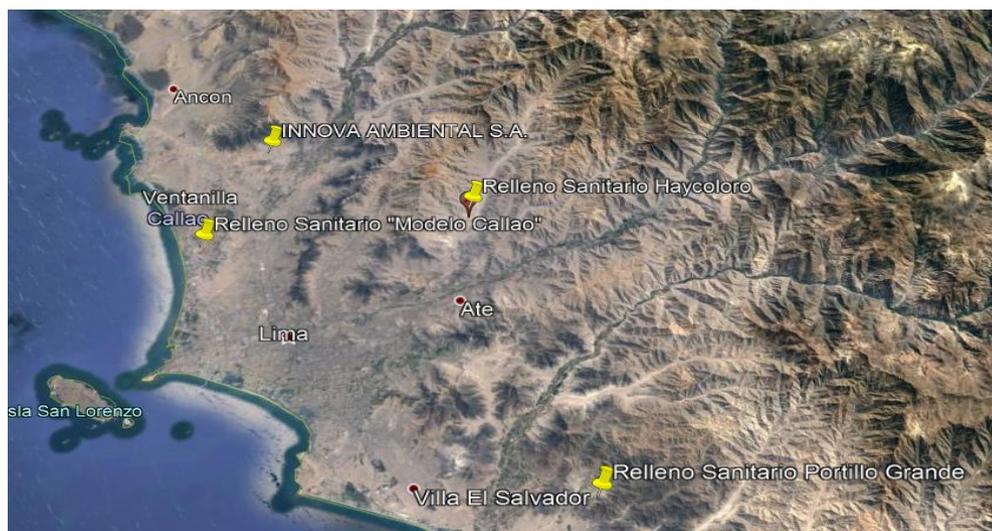


Figura 33: Ubicación de las instalaciones de disposición final

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: Centros autorizados de disposición final de RCD en el departamento de Lima

<i>denominación de la infraestructura de disposición final</i>	<i>ente administrador</i>	<i>UBICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA</i>			<i>distritos beneficiarios</i>
		<i>Departamento</i>	<i>Provincia</i>	<i>Distrito</i>	
<i>Relleno Sanitario El Zapallal</i>	<i>Innova Ambiental S.A. Carabayllo, Lima</i>	<i>Lima</i>	<i>Lima</i>	<i>Carabayllo</i>	<i>Ancón, Barranco, Breña, Carabayllo, Lima Cercado, Magdalena, Puente Piedra, San Luis, San Martín de Porres, Santa Rosa, Santa Rosa de Quives</i>
<i>Relleno Sanitario Portillo Grande</i>	<i>Innova Ambiental S.A. Lurín, Lima</i>	<i>Lima</i>	<i>Lima</i>	<i>Lurín</i>	<i>Lima Cercado, Lurín, Miraflores, Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo, San Borja, San Juan de Miraflores, Santa María del Mar, Villa El Salvador, Villa María del Triunfo, Santo Domingo de Olleros</i>
<i>Relleno Sanitario Huaycoloro</i>	<i>Petramas S.AC. Huarochirí, Lima</i>	<i>Lima</i>	<i>Huarochirí</i>	<i>San Antonio</i>	<i>Ate, Chaclacayo, Chorrillos, Cieneguilla, El Agustino, Jesús María, La Molina, La Victoria, Los Olivos, Lurigancho, Pachacamac, Pucusana, Rimac, San Isidro, San Juan de Lurigancho, San Luis, San Miguel, Santa Anita, Santiago de Surco, Surquillo, Villa El Salvador. Matucana, Ricardo Palma, Santa Eulalia, San Mateo de Otao, Surco.</i>
<i>Petramas S.AC., Ventanilla, Callao (Botadero controlado el Modelo)</i>	<i>Petramas S.AC., Ventanilla, Callao</i>	<i>Callao</i>	<i>Callao</i>	<i>Ventanilla</i>	<i>Comas, El Agustino, Independencia, Jesús María, Lince, Los Olivos. Pueblo Libre, San Isidro, San Martín de Porres, San Miguel, Santa Anita, Santa Rosa. Bellavista, Callao, Carmen de la Legua, La Punta, La Perla, Mi Perú, Ventanilla</i>

Fuente: elaboración propia basada en la lista de infraestructura de disposiciones final de residuos sólidos publicado por el MINISTERIO DEL AMBIENTE el 15 de julio del 2020

### 2.3.2 Planta de tratamiento o de reciclaje

Según (Guzmán Malagón & Soler Jiménez, 2019) en su estudio “Unidad Logística de recuperación de residuos de construcción y demolición: Estudio de caso Bogotá D.C.” nos describe la historia de las plantas de tratamiento:

A finales de los años 70, en Japón se implementó el primer tratamiento eficiente de los RCD, como resultado de la normativa que obliga a la utilización de agregados reciclados de concreto en las nuevas construcciones. Posteriormente, en la década de los 80 entró en vigencia legislación estricta en países como Dinamarca, Rusia, Alemania, Francia, España, Bélgica, Noruega, Holanda y China. Brasil fue el primer país en América del Sur en adoptar tecnologías de reciclaje al instalar una planta de RCD. Pg. 4

#### 2.3.2.1 Tipos de plantas de tratamiento

Respecto al tratamiento de los residuos sólidos de la actividad de la demolición, (Lopez Perez, 2017) en su libro “Gestión de residuos inertes” indica que este proceso se puede realizar en plantas de tratamiento fijas y móviles.

Así mismo, (Cabildo, 2012) en su libro “Reciclado y tratamiento de residuos” coincide con López Pérez respecto a las plantas tratamiento, estos pueden ser fijas y móviles.

El cual presenta los siguientes objetivos y finalidad:

Tabla 17: Plantas de tratamiento de RCD

<b><i>PLANTAS DE TRATAMIENTO DE RCD</i></b>	
<b><i>OBJETIVO</i></b>	<b><i>FINALIDAD</i></b>
<b><i>seleccionar</i></b>	<i>obtener productos finales aptos para la</i>
<b><i>Clasificar</i></b>	<i>utilización directa, o residuos cuyo destino será</i>
<b><i>valorizar</i></b>	<i>otro tratamiento posterior de valorización o</i>
	<i>reciclado</i>

Fuente: Elaboración propia basada en el “Gestión de Residuos Inertes”. Pg. 41

Y según Decreto legislativo N°1278 que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos, en su artículo N°37, sobre el tratamiento indica lo siguiente:

Son los procesos, métodos o técnicas que permiten modificar las características físicas, químicas o biológicas del residuo sólido, para reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud o al ambiente y orientados a valorizar o facilitar la disposición final. Deben ser desarrollados por las municipalidades o las Empresa Operadoras de Residuos Sólidos en las instalaciones autorizadas.

En tanto, en su artículo N°37, sobre la valorización nos indica:

La valorización constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos. Esta incluye las actividades de reutilización, reciclaje, compostaje, valorización energética entre otras alternativas, y se realiza en infraestructura adecuada y autorizada para tal fin.

Adicionalmente Decreto supremo 003-2013-VIVIENDA, en su artículo N° 27 sobre el reciclaje de los residuos sólidos de la actividad de la demolición dice que *“Para efectos del reciclaje de residuos se deberá contar con una planta de reciclaje especializada y se considerarán los procesos de minimización o reducción en partícula”*.

- Planta de tratamiento fija

Son instalaciones de reciclaje ubicadas en un emplazamiento concreto, con autorización administrativa para el reciclado de RCD, cuya maquinaria son fijas y no operan fuera del emplazamiento donde están ubicados.

Según (Cabildo, 2012) describe *“Las instalaciones fijas se diseñan para dar un servicio en una zona concreta y se sitúan en una zona*

céntrica para disminuir los costes de transporte, mientras que las instalaciones móviles al lugar donde este la obra”. Pg. 374

Estos constan principalmente de:

De trituradores en los que se rompen los bloques de árido en trozos pequeños, cribas para clasificar los áridos en gruesos y finos y electroimanes para separar el acero. Los tipos de escombros que se tratan son material cerámico, asfalto, hormigón y mezclas de tierra y piedras naturales. Pg. 374



Figura 34: Vista general de una planta de tratamiento fija

Fuente : (Lopez Perez, 2017) en su libro “Gestión de Residuos Inertes” .Pg. 44

Tabla 18: Ventajas y desventajas de una planta de tratamiento fija

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO FIJA</b>	
<b><i>ventajas</i></b>	<b><i>desventajas</i></b>
<i>mayor calidad del producto</i>	<i>costos de instalación y explotación que debe ser compensada con una entrada de residuos constantes</i>
<i>mayor eficiencia de la instalación</i>	
<i>alta capacidad de almacenamiento</i>	
<i>fabricación de amplias gamas de productos debido al almacenamiento de gran variedad de residuos</i>	

Fuente: Elaboración propia basada en el “Gestión de Residuos Inertes”. Pg. 42

- Planta de tratamiento móvil

Según (Lopez Perez, 2017) las plantas móviles se utilizan en obras donde se lleva a cabo un reciclado en la fuente “*mediante plantas de machaqueo y cribado. Generalmente se utilizan cuando en la misma obra se van a necesitar áridos, y están orientadas al reciclado de materiales pétreos, principalmente hormigón, aglomerado asfáltico y materiales cerámicos*” Pg. 42.



Figura 35: Planta de tratamiento móvil

Fuente: (Lopez Perez, 2017) en su libro “Gestión de Residuos Inertes” .Pg. 42

Tabla 19: Ventajas y desventajas de una planta de tratamiento móvil

<b><i>PLANTA DE TRATAMIENTO MÓVIL</i></b>	
<b><i>VENTAJAS</i></b>	<b><i>DESVENTAJAS</i></b>
<i>Aplicable en cualquier lugar "IN SITU"</i>	<i>Numero de materiales limitados</i>
<i>Reducido costos de transporte</i>	

Fuente: Elaboración propia basada en el “Gestión de Residuos Inertes”. Pg. 42

### 2.3.2.2 las Fases del proceso de aprovechamiento

Según (Lopez Perez, 2017), menciona cinco etapas del proceso:

- Admisión de los residuos: La mayoría de las plantas de reciclaje realizan el control de recepción mediante la inspección visual o pesaje, aunque también se puede realizar mediante el control de registros documentados.

- Separación: El proceso de separación de los elementos considerados contaminantes se realiza de forma mecánica o manual. Se separan elementos reutilizables, elementos peligrosos y piezas de mayor envergadura de madera o metales, que serán almacenados en contenedores especiales para su posterior envío a gestión autorizados.
- Clasificación y limpieza: En esta etapa tiene lugar la adecuada separación de los materiales heterogéneos que componen los residuos, concretamente se separan los materiales pétreos (hormigón, ladrillo, albañilería y cerámica).
- Precibado y cribado: El proceso consiste en la separación de los áridos de excesivo tamaño o de tamaño demasiado pequeño. Este procedimiento previo al proceso de trituración y clasificación tiene como objeto controlar el tamaño de la entrada de materiales al triturador primario.
- Trituración y clasificación: es el proceso mecánico de reducción de tamaño de las partículas, pueden realizarse un tratamiento primario donde los residuos inertes un tratamiento primario donde los residuos inertes valorizados en planta pasan por un único proceso de trituración dentro de la línea de producción, o tratamiento primario y secundario donde pasan los procesos de trituración dentro de la línea de producción.

Pg.43

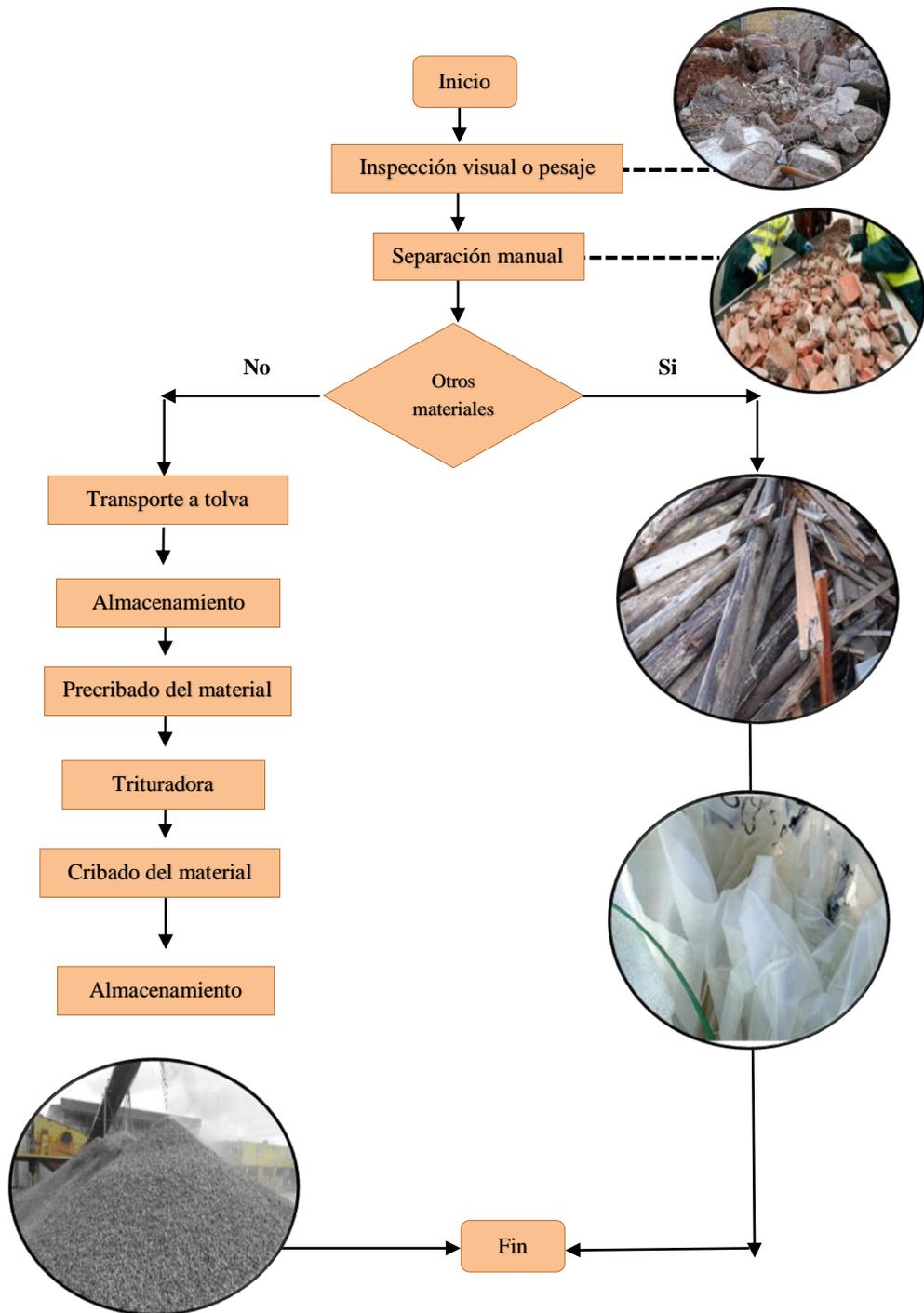


Figura 36: Esquema de una planta de reciclaje de RCD

Fuente: Elaboración propia basada en el “Gestión de Residuos Inertes”. Pg. 46

### 2.3.2.3 Maquinarias

Así mismo Según la tesis de (Guzmán Malagón & Soler Jiménez, 2019), “estudio de factibilidad para la creación de una planta para el aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición (RCD) en Bogotá” describen las maquinaria que se emplean en el proceso de producción de los áridos reciclados

Tabla 20: Maquinaria requerida para la obtención de los áridos reciclados

<b>MAQUINARIA</b>	<b>USO</b>
<b>retroexcavadora</b>	<i>Esta será utilizada para movilizar los escombros de un lugar a otro</i>
<b>Trituradora</b>	<i>Se utilizará para reducir el tamaño de los RCD</i>
<b>Electroimán</b>	<i>Se usará para la separación de metales de los escombros</i>
<b>Cribadoras</b>	<i>Se usará para la clasificación según el tamaño de las partículas</i>
<b>Volquete</b>	<i>Se usará para transportar los residuos</i>

- Trituradora: se utilizan principalmente para la desintegración de material grueso (...) Este trabaja fundamentalmente por el efecto del aplastamiento o compresión. Estos se denominan “mandíbulas” porque desintegran rocas y minerales en forma similar a la masticación que ejerce un humano sobre los alimentos. (Lopez Perez, 2017) .

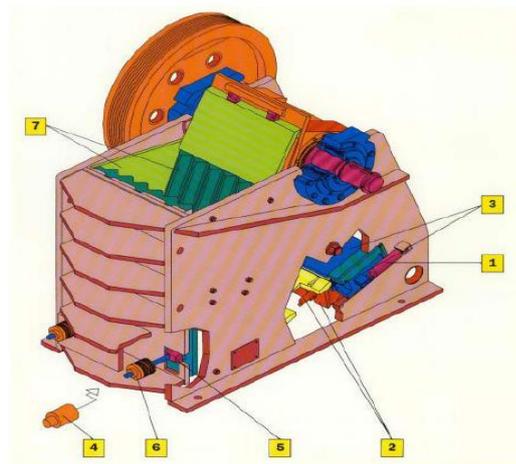


Figura 37: Corte de una trituradora simple efecto

Fuente: 1 Cilindro hidráulico de doble efecto, 2 sistema de retroceso de la biela, 3 Corredera, 4 Gato hidráulico de desmontaje de mandíbulas, 5 cuñas de bloque (sistema de fijación), 6 arandelas elásticas, 7 juego de mandíbulas y blindajes laterales.

- Cribadoras: “Al igual que el precribador la criba selecciona el material en función de su tamaño estando la separación definida por la luz de la malla.” (Lopez Perez, 2017) Pg. 48



Figura 38: Acopio de diferentes granulométrica

Fuente: “Gestión de Residuos Inertes”. Pg. 46

- Cintas transportadoras: las cintas transportadoras se encargan de llevar el material por todas las fases de clasificación.

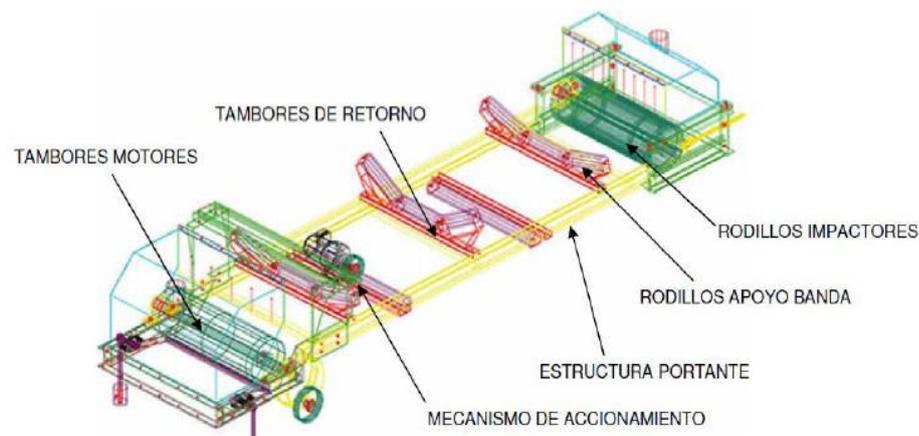


Figura 39: Componentes de una cinta transportadora

Fuente: “Gestión de Residuos Inertes”. Pg. 46

#### 2.3.2.4 Recuperación de los RCD

Existen dos razones fundamentales para recuperar residuos de construcción y demolición:

- Razones económicas: Al recuperar los residuos de construcción se pueden reducir los costos de la compra de materia prima o productos de construcción. Para lograr la

mayor rentabilidad económica en las Plantas de Reciclaje es necesario buscar un equilibrio entre los controles de admisión de residuos y el precio de venta de árido reciclado. Así mismo, este residuo le devuelve a al sector construcción nuevos materiales a partir de lo que esta misma industria desecha.

- Por razones medio ambientales: a mayor cantidad de materiales recuperados, menor será el impacto ambiental, reduciendo la explotación de los recursos naturales y evitando que los residuos de construcción sean derivados a los botaderos informales y rellenos sanitarios, o que sean dispuestos en el mar, ríos o espacios públicos.

#### 2.3.2.5 Impacto Ambiental:

(Santos - Monercillo y García Martínez, 2011) Nos dicen que “un impacto ambiental se define como cualquier modificación producida en el medio a causa de la acción humana. Según esto, los impactos ambientales pueden ser beneficiosos, perjudiciales o indiferentes, aunque se suelen asociar a modificaciones perjudiciales en el medio a causa del hombre.”(Pág. 20).

Tipos de impacto ambiental:

Según (Galindo Ruiz & Silva Nuñez, 2016) los impactos ambientales se clasifican por sus atributos si es que son positivos o negativos, por su alcance si son directos o indirectos, por su magnitud, por su duración y por ultimo por su reversibilidad. Los impactos ambientales pueden ser muchos a continuación los tipos de impactos ambientales más relevantes.

- Impacto positivo o negativo: Toma en cuenta si la acción resulta en un perjuicio o en un beneficio para el ambiente.
- Impacto directo o indirecto: Considera si existe un vínculo directo entre la acción ejercida y su consecuencia, o si la acción impacta sobre un primer componente del ambiente y este, a su vez, impacta en un segundo.

- Impacto actual y potencial: Se refiere a si los efectos sobre el ambiente son ciertos e inmediatos o si solo existe la posibilidad de que ocurran en otro momento.
- Impacto acumulativo: Ocurre cuando el efecto de la acción se agrava de manera progresiva conforme transcurre el tiempo. Esto a menudo sucede porque no existen mecanismos de disipación del daño.
- Impacto reversible o irreversible: Hace referencia a la posibilidad o imposibilidad de que el ambiente impactado retorne a sus condiciones originales.
- Impacto sinérgico: Sucede cuando la presencia simultánea de varios agentes o la concurrencia de varias acciones ocasiona una alteración en el ambiente que excede al efecto sumado de las incidencias individuales.
- Impacto residual: Es aquel que perdura aun después de haber aplicado medidas de mitigación o saneamiento.
- Impacto local e impacto diseminado: Se refiere a la extensión que resulta impactada. Según los componentes del sistema que resulten afectados, a menudo se hace distinción entre el impacto sobre.

Según los componentes del sistema que resulten afectados, (Santos - Monercillo y García Martínez, 2011), a menudo se hace distinción entre el impacto sobre:

- El medio inerte, que se define como la parte del entorno compuesta por el medio físico, es decir, el clima, la atmósfera, la geología y la hidrología (tanto superficial como subterránea).
- El medio biótico, que se define como la parte del medio natural compuesta por las condiciones edáficas del suelo, la vegetación y la fauna.
- El medio humano, que se define como las condiciones socio-económicas, las condiciones de calidad ambiental de los seres humanos, los sistemas de aprovechamiento de recursos, la

calidad y presencia de patrimonio y las condiciones perceptuales del medio.

A continuación, una breve explicación de los impactos positivos y negativos y como estos se producen el medio ambiente.

- Impacto ambiental Positivo o beneficioso
- En el medio biótico los RCD reciclados correctamente:
- En el medio humano los RCD reciclados correctamente:
- Impacto ambiental Negativo o perjudicial:

Tabla 21: Determinación de Impactos Ambientales en el medio Inerte.

<b>ELEMENTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO</b>
<b>AGUA SUPERFICIAL</b>	<i>Cambios en la calidad del agua superficie</i>	<i>Se refiere a las alteraciones en los parámetros físicoquímicos y biológicos del agua superficial, que hace que sus propiedades cambien total o parcialmente.</i>
	<i>Alteración en la capacidad de transporte del agua</i>	<i>Se refiere a la acumulación de sedimentos en el cauce que no permite que el agua fluya normalmente</i>
	<i>Alteración del cauce</i>	<i>Se refiere a los cambios que sufre la morfología del cauce debido a la extracción de materiales u otras actividades dentro de los cuerpos de agua.</i>
<b>AGUA SUBTERRÁNEA</b>	<i>Alteración del nivel freático</i>	<i>Se refiere a las fluctuaciones que puede tener los niveles de agua</i>
	<i>Alteración capacidad de acuíferos</i>	<i>Este impacto se refiere a los cambios que puede sufrir el volumen de agua del acuífero</i>
	<i>Cambios en la calidad de agua del acuíferos</i>	<i>Alteraciones en la calidad físico química y biológica del agua subterránea.</i>
	<i>Alteración en zonas de recarga hídrica</i>	<i>Se refiere a los daños que pueden sufrir las áreas de nacimiento de cuerpos de agua.</i>
<b>GEOMORFOLÓGICO</b>	<i>Alteración de la morfología</i>	<i>Se refiere a los cambios en la forma del terreno.</i>
	<i>Activación o generación de procesos erosivos o de generación en masa</i>	<i>Se refiere a las inestabilidades en los terrenos, debido a deslizamientos, erosión, flujo hídrico, etc.</i>
<b>ATMOSFÉRICO</b>	<i>Cambios en la calidad del aire</i>	<i>Se refiere al aumento o disminución de las concentraciones de compuestos como el CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y material partículas, presentes en la atmósfera. Se mide de acuerdo con los valores permisibles en la norma o con el valor de referencia según la línea base</i>
	<i>Cambios en los niveles de ruido</i>	<i>Se refiere al aumento o disminución de los decibeles de acuerdo con el valor de referencia – línea base o norma–. Se considera como ruido todo sonido con una intensidad alta que puede afectar la salud de las personas.</i>
<b>SUELO</b>	<i>Pérdida o ganancia de suelo</i>	<i>Se refiere al volumen de suelo que se extraiga o que se adicione en un determinado sitio por las actividades del proyecto.</i>
	<i>Cambios en la calidad de los suelos</i>	<i>Se presenta contaminación de suelos, cuando hay incorporación al suelo de materias extrañas, como basura, desechos tóxicos, productos químicos, y desechos industriales, lo cual produce un desequilibrio físico, químico y biológico que afecta negativamente las plantas, animales y humanos</i>
	<i>Alteración del uso actual</i>	<i>Cambios en el uso del suelo permitido en los POT, Alteración del uso actual EOT o PBOT.</i>

Fuente: (Galindo Ruiz & Silva Nuñez, 2016) Impactos ambientales producidos por el uso de maquinaria en el sector de la construcción

Tabla 22: Determinación de Impactos Ambientales en el medio Biótico

<b>ELEMENTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO</b>
<b>BIÓTICO</b>	<i>Afectación áreas ambientalmente sensibles</i>	<i>Referido a cambios o afectaciones de áreas definidas por la ley como de importancia ambiental o que cumplen una función ambiental</i>
	<i>Cambios en la cobertura vegetal</i>	<i>Modificación en áreas, de los diferentes tipos de Vegetación</i>
	<i>Alteración de hábitat</i>	<i>Se refiere al daño o perturbación al hábitat natural de la fauna presente.</i>
	<i>Desplazamiento de poblaciones faunísticas</i>	<i>Se refiere al desplazamiento forzado de algunas especies propias de una zona cuando su hábitat es alterado</i>
	<i>Incremento de demanda de recursos naturales</i>	<i>Necesidad del consumo de recursos naturales para la ejecución del proyecto. Alterado</i>
<b>PAISAJE</b>	<i>Alteración de los valores escénicos de una unidad de paisaje</i>	<i>Cambios en la visibilidad, calidad visual e intervención antrópica que afectan el valor escénico</i>

Fuente: (Galindo Ruiz & Silva Nuñez, 2016) Impactos ambientales producidos por el uso de maquinaria en el sector de la construcción

Tabla 23

Determinación de los Impactos Ambientales en el medio Humano o Socio económico

<i><b>ELEMENTO AMBIENTAL</b></i>	<i><b>IMPACTO AMBIENTAL</b></i>	<i><b>DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO</b></i>
<i><b>SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL</b></i>	<i>Generación de desplazamiento poblacional y productivo.</i>	<i>Hace referencia al traslado involuntario de las Unidades Sociales localizadas en las áreas requeridas para el desarrollo del proyecto; genera impactos en los hogares y actividades económicas.</i>
	<i>Daños a la infraestructura de predios.</i>	<i>Afectación a la infraestructura de las construcciones que se encuentran en vecindad a la obra ya sea de carácter privado o público como instituciones de servicios públicos, de servicios sociales o escenarios recreativos entre otras.</i>
	<i>Afectación a la infraestructura de los servicios públicos.</i>	<i>Se refiere a los daños a las redes de servicios públicos de acueducto, energía o de gas natural porque las redes se encuentran en vecindad a la obra. Forma parte de este impacto el daño a mangueras que particularmente la comunidad tiene para la conducción del agua desde sus fuentes hasta las viviendas en las áreas rurales de los municipios.</i>
	<i>Afectación a la infraestructura vial.</i>	<i>Se refiere a los daños que se pueden generar sobre los pavimentos, por la operación de la maquinaria y equipos; por la realización de las actividades constructivas sobre ellas y por el desvío de tráfico pesado sobre vías que no tienen la capacidad para dicho tráfico</i>
	<i>Alteración a la dinámica de las instituciones.</i>	<i>Se refiere a los cambios en la dinámica que presentan cotidianamente las instituciones que se encuentran en vecindad al frente de obra, tales como establecimientos educativos, hospitales, instituciones prestadoras de servicios e instituciones que diariamente atienden a gran cantidad de usuarios. Especial atención debe darse a los establecimientos educativos y de salud.</i>
	<i>Afectación a las actividades económicas</i>	<i>Se refiere a los cambios que pueden presentarse en la actividad económica por las actividades de obra, tales como el daño a las mercancías, el desmejoramiento del servicio que presta y la disminución de ingresos</i>
	<i>Afectación a la movilidad peatonal y vehicular</i>	<i>Hace referencia a la obstaculización temporal de la vía, al impedimento para el acceso al servicio de transporte público, a la movilidad peatonal, a la disminución del área de rodamiento</i>

	<i>mientras se realizan las obras, entre otros, alterando la dinámica propia de los usuarios del corredor vial.</i>
<i>Generación de accidentes</i>	<i>Es la probabilidad de ocurrencia de un accidente, derivada de la curiosidad en niños y adultos; puede presentarse entre los habitantes intrusión clandestina al área de la obra y en general el mismo cambio en la movilidad y por la falta de precaución. Este impacto puede generar conflictos con las comunidades.</i>
<i>Afectación al acceso a los predios</i>	<i>Hace referencia al impedimento para el acceso a los predios, afectando el ingreso y salida a garajes, de las mercancías y clientes de las actividades económicas, a los insumos que se requieren para los cultivos, a los vehículos y maquinaria en períodos de siembra y cosecha, al ingreso de estudiantes a los establecimientos educativos, al ingreso de los usuarios de las instituciones del AID, entre otros.</i>
<i>Incremento en la demanda de bienes y servicios</i>	<i>Este impacto se identifica como la demanda de servicios públicos y privados, además de bienes y servicios requeridos por personal vinculado a la obra que no es residente habitual en el AID</i>
<i>Generación de empleo</i>	<i>Se refiere a la demanda del proyecto de mano de obra del Área de Influencia del proyecto</i>
<i>Afectación del patrimonio arqueológico y cultura</i>	<i>Afectación que podría presentarse en bienes que son y que pueden llegar a ser patrimonio arqueológico, cultural o histórico de la Nación</i>
<i>Generación de conflictos con la comunidad</i>	<i>Todos los impactos que pueda generar la obra, son susceptibles de terminar en conflictos con las comunidades por falta de información veraz y oportuna, por la deficiente aplicación de las medidas del Plan de Manejo Ambiental, por el incumplimiento de los acuerdos pactados en procesos de concertación, entre otros.</i>
<i>Afectación a la salud de los trabajadores</i>	<i>Afectación por exposiciones al ruido, emisiones, malos olores y riesgos de accidente por sus actividades.</i>

Fuente: (Galindo Ruiz & Silva Nuñez, 2016) Impactos ambientales producidos por el uso de maquinaria en el sector de la construcción

### 2.3.3 Calidad del aire:

En ambientes exteriores e interiores los vapores y contaminantes gaseosos aparecen en diferentes concentraciones. Los contaminantes gaseosos más comunes son el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre y el ozono. Diferentes fuentes producen estos compuestos químicos pero la principal fuente artificial es la quema de combustible fósil. La contaminación del aire interior es producida por el consumo de tabaco, el uso de ciertos materiales de construcción, productos de limpieza y muebles del hogar. (Torres González, 2017)

#### 2.3.3.1 Contaminantes atmosféricos:

Las fuentes móviles generan principalmente los siguientes contaminantes atmosféricos, CO<sub>2</sub>, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles, hidrocarburos totales y material articulado. Como se detalla a continuación.

#### 2.3.3.2 Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

El dióxido de carbono no se puede considerar como un contaminante que afecte la salud. Se trata de un contaminante de efecto global, ya que es la contribución al calentamiento global lo que está causando preocupación y está forzando a los gobiernos a convenir reducciones de emisión de este gas. Se produce por la ignición de combustibles fósiles y corresponde a la máxima oxidación del carbono. Es por esto que la única forma de reducirlo es disminuyendo el consumo de combustible, haciendo motores más eficientes.

#### 2.3.3.3 Diferencias entre CO y CO<sub>2</sub>:

La diferencia radica en la combustión de la gasolina o diésel, el combustible que use la maquinaria, si la combustión es completa e ideal se formara el CO<sub>2</sub>, considerando que no siempre en los motores la combustión no es ideal se forman otros gases incluyendo el CO, que son gases más contaminantes y nocivos para el ser humano. (Hilario Roman, 2017).

En cambio el CO<sub>2</sub> es un gas invernadero sin el cual la entropía del planeta sería diferente, algunos autores asumen que pueden ser 33

grados menos de lo actual con lo cual la tierra tendría condiciones como en los polos antárticos, lo cual no beneficia a los seres vivos del planeta. (Hilario Roman, 2017)

#### 2.3.3.4 Efectos de los gases contaminantes en el clima

La contaminación del aire se produce por toda sustancia no deseada que llega a la atmósfera esta sustancia puede ser en forma de gases, líquidos o sólidos. Generalmente los contaminantes se elevan o flotan lejos de sus fuentes sin acumularse hasta niveles peligrosos (Torres González, 2017), los problemas originados por los gases contaminantes son el efecto invernadero el cual causa el calentamiento global a la vez que causa un daño en la capa de ozono, y también está la polución de material particulado en la atmosfera la cual genera smog y se está convirtiendo en un problema en países que tienen su calidad de aire muy mermada debido a las fábricas, las cuales emiten muchas partículas contaminantes al medio generando este problema.

## 2.4 Definiciones de términos

### 2.4.1 Abandono de residuos sólidos:

*“Arrojo de residuos sólidos de construcción y demolición en espacios públicos y privados no autorizados ni acondicionados; alterando el ornato, seguridad, higiene, calidad ambiental y su entorno inmediato” (Decreto Supremo N.º 019-2016-VIVIENDA , 2016)*

### 2.4.2 Principio 3Rs – Reduce, reutiliza y recicla:

*“Este principio comprende acciones sobre hábitos de consumo, que desarrolla y maneja metodologías, procedimientos y tecnologías a fin de disminuir el consumo de recursos, y la generación de residuos” (NTP400.050, 2017)*

### 2.4.3 Reaprovechamiento

*“Obtener un beneficio a partir del residuo sólido de la construcción y demolición. Se reconoce como técnicas de reaprovechamiento el reciclaje, la recuperación o la reutilización” (NTP400.050, 2017)*

### 2.4.4 EPS-RS:

*La prestación de servicios de residuos sólidos se realiza a través de las Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS), constituidas prioritariamente como empresa privada o mixta con mayoría de capital privado. (Decreto LegisLativo N° 1278, 2016)*

### 2.4.5 Generación de residuos:

*Acción no intencional de generar residuos. (Decreto LegisLativo N° 1278, 2016)*

### 2.4.6 Reciclaje:

*Toda actividad que permite reaprovechar un residuo sólido mediante un proceso de transformación para cumplir su fin inicial u otros fines. (Decreto LegisLativo N° 1278, 2016)*

### 2.4.7 Operador:

Persona natural que realiza cualquiera de las operaciones o procesos que componen el manejo de los residuos sólidos, pudiendo o no ser el generador de los mismos. (Decreto LegisLativo N° 1278, 2016)

### 2.4.8 Recuperación:

Toda actividad que permita reaprovechar partes de sustancias o componentes que constituyen residuo sólido. (Decreto LegisLativo N° 1278, 2016)

#### 2.4.9 Residuo Peligroso:

Aquéllos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente, se considerarán peligrosos los que presenten por lo menos una de las siguientes características: auto-combustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad. (Decreto LegisLativo N° 1278, 2016)

#### 2.4.10 Residuos Sólidos:

Aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos causan a la salud y el ambiente. (Decreto LegisLativo N° 1278, 2016)

## **CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPOTESIS**

### 3.1 Hipótesis

#### 3.1.1 Hipótesis principal:

Si implementamos una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, esta ayudara a mitigar el impacto ambiental de la ciudad de lima

#### 3.1.2 Hipótesis secundarias:

- Si implementamos la una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, esto ayudara en el ahorro de materias primas en el sector construcción en la ciudad de lima
- Si implementamos una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, esta mejorara la calidad del aire en la ciudad de lima

### 3.2 Variables

#### 3.2.1 Definición conceptual de las variables:

##### 3.2.1.1. Variables Independientes:

Variable:

- Planta de Tratamiento de residuos de construcción y demolición

##### 3.2.1.2. Variables Dependientes:

Variable:

- Impacto Ambiental

#### 3.2.2 Operacionalización de las variables:

Tabla 24: Operacionalización de las variables.

<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INDICE</b>	<b>INSTRUMENTO DE MEDICION</b>
<b>GENERAL</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>				
Si implementamos una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, esta ayudara a mitigar el impacto ambiental de la ciudad de lima	planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición	instalación de planta de residuos de construcción y demolición	Ubicación de la Planta de RCD	Decreto supremo 019-2016-VIVIENDA	Cumple o No cumple
			Distribución de la planta y maquinarias	línea de producción	Procesos
		gastos operativos	costos de galón de combustible	análisis de costos	S/.
			costo de operación mensual	análisis de costos	S/.
<b>HIPÓTESIS ESPECIFICOS</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>				
Si implementamos la una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, esto ayudara en el ahorro de materias primas en el sector construcción en la ciudad de lima	impacto ambiental	Ahorro de materias primas	reciclaje	Kg de RCD	Plantillas en Excel
Si implementamos una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, esta mejorara la calidad del aire en la ciudad de lima		Calidad del aire	dióxido de carbono	Kg de CO2	Plantillas en Excel

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1 Diseño de la investigación:

#### 4.1.1 Enfoque de la investigación:

El enfoque de la siguiente investigación es de enfoque cuantitativo, según Hernández Sampieri en su libro “Metodología de la investigación” comparando conceptos e ideas, esta investigación cumple con las características metodológicas de una investigación con este enfoque, el cual es cuantitativo, debido a que tendremos que seguir una serie de pasos, como el planteamiento de nuestras hipótesis y problemática, a la vez que se recolectaran datos de diversos medios documentales, buscando probar la hipótesis planteada y generar conclusiones a raíz de datos concretos proporcionados por las empresas proveedoras de los materiales y equipos.

Esta investigación es de tipo Aplicada ya que requiere de un marco teórico y se aplican de manera concisa todos los conocimientos adquiridos en la rama de ingeniería civil y ambiental, es aplicada en el sentido que fundamentamos nuestros resultados en una investigación básica.

#### 4.1.2 Nivel o Alcance de la investigación:

El alcance de la investigación es Correlacional – Descriptivo, ya que esta investigación reúne las características de estos tipos de estudio, es correlacional en el sentido de que “asocian conceptos o variables, permiten predicciones y cuantifican relaciones entre conceptos o variables” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006) y es descriptivo en el sentido de que “busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población.” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006, en el caso de la investigación que estamos realizando se asocian las variables de la planta de tratamiento con la sostenibilidad de la zona de estudio que sería la ciudad de Lima y es explicativo porque determina la causa de la informalidad al mismo tiempo que verifica que los RCD mal aprovechados van a parar a las playas o ríos.

#### 4.1.3 Método de investigación:

El método seleccionado para la elaboración de esta investigación fue hipotético-deductivo, ya que se propusieron hipótesis a partir de la observación de un problema con relación al desperdicio de los RCD en las playas o ríos y se generó una hipótesis asumiendo que una planta de tratamiento sería la solución al problema.

#### 4.2 Diseño Metodológico:

- Según el propósito de estudio: esta es una investigación no experimental, ya que es un “estudio que se realiza sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos.” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006).
- Según la fuente de la investigación: esta es una investigación retrospectiva ya que analizamos informaciones de un tiempo pasado y las corroboramos para sacar conclusiones.
- Según el número de mediciones: es transeccional ya que en esta investigación se “recopilan datos en un momento único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006).

#### 4.3 Población y muestra:

##### 4.3.1 Población:

La población es cualquier conjunto de elementos que tenga una o más propiedades comunes definidas por el investigador, pudiendo ser desde toda la realidad hasta un grupo muy reducido de fenómenos. Las unidades de estudio son los elementos, fenómenos sujetos o procesos que integran la población. (Orosco, 2014).

La población de estudio de la siguiente investigación son todos los documentos, tesis, trabajos de investigación, datos estadísticos del MINAM, DIGESA, el ministerio de Vivienda, las normas, guías manuales del estado peruano e internacionales.

#### 4.3.2 Muestra:

La muestra se define según Salinas (2012) como "una parte que representa de la mejor manera la mayoría o todas las características de toda la unidad de estudio, la población". (pág. 59)

La muestra para la siguiente investigación corresponde a los rellenos sanitarios, escombreras de la ciudad de Lima legales e ilegales, y también a todos los residuos de construcción y demolición que emiten las empresas de construcción de la ciudad.

#### 4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Las técnicas de la investigación serán mediante el análisis de documentos bibliográficos y virtuales; registros proporcionadas por algunas entidades del estado como MINAM, DIGESA, Ministerio de Vivienda.

##### 4.4.1. Tipos de técnicas e instrumentos

Los tipos de instrumentos a usar, serán protocolos para una recolección de datos y un check - list para poder organizar la información proporcionada por el MINAM y el DIGESA, así como también contaremos con una observación no estructurada de los proyectos, la cotización brindada por la empresa TECYMACAN, al mismo tiempo que se organiza la información de una cantera tradicional, los gastos mensuales y anuales, costos de operación todo organizado en hojas de Excel y entrevistas virtuales a los proveedores de maquinaria de residuos de construcción y demolición.

- Entrevistas. - Se programará una entrevista con cada jefe de área y colaboradores involucrados en nuestro tema de investigación para obtener información de acuerdo a cada presupuesto proyectado realizado.

##### 4.4.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos:

Según Niño "La validez es una cualidad del instrumento que consiste en que este sirva para medir la variable que se busca medir, y no otra, es decir, que sea el instrumento preciso, el adecuado." (pág. 87). La validez de este trabajo de investigación va a ser corroborado por los especialistas en la materia de la rama de ingeniería civil y la rama de ambiental, estos van a revisar los instrumentos de recolección de datos.

Según (Hernandez, 2006) “la confiabilidad es un instrumento de medición, el cual se refiere al grado de repetición al mismo sujeto que como resultados produce el mismo”, en nuestra investigación la confiabilidad esta que nos hemos basado todos los cálculos, estadísticas, tablas, gráficos y resultados están sustentados en tesis de pregrado y postgrado, trabajos de investigación, libros y revistas científicas con artículos aprobados por las máximas entidades en cuestiones de investigación.

#### 4.4.3. Procedimientos para la recolección de datos

Para el procedimiento de recolección de datos haremos un check - list, el cual cuenta con información sobre:

- Se utilizarán las estadísticas del DIGESA y la brindada por los repositorios para sustentar la realidad problemática y dar un panorama de la situación actual de los residuos y los centros de disposición final, al mismo tiempo que se hace un escaneo de la informalidad de los segregadores y las EP-RS Y EC-RS.

Se utilizará la información generada en todas las tareas involucradas en la implementación.

- a) Datos pasados sobre los trabajos ya realizados.
- b) Presupuestos
- c) Proyecciones
- d) Condiciones de aplicación

Se utilizarán los datos obtenidos para dar una visión de cómo sería el impacto ambiental en la ciudad de Lima con la planta ya implementada y en operación y cuáles serían los beneficios a futuro.

#### 4.5 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información:

##### 4.5.1 Descripción de procedimientos de análisis

El análisis de procesos implica revisar, reconocer con criterio, mirar todos los componentes e inspeccionar cada variable.

Para nuestra investigación se propuso cuatro pasos para poder desarrollar nuestra metodología las cuales consisten en:

- a) Recopilación de información: Aquí se buscó información existente y relacionada con nuestro tema de estudio, la cual nos permitirá entender la situación de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Lima.

De esta manera determinar cuáles son los vacíos que encontramos en la norma y al mismo tiempo generar una posible solución con nuestra planta de tratamiento de RCD, la cual ha sido propuesta con los parámetros establecidos en la norma y también añadiendo algunos criterios internacionales que la permitan estar a la vanguardia en Latinoamérica, esta planta de tratamiento de RCD también será analizada en la tesis en base a presupuestos y estadísticas la rentabilidad de la misma y el impacto ambiental que generaría en la ciudad de Lima.

b) Análisis de Información y Resultados: Ya finalizado nuestro estudio de la realidad problemática y por motivos de encontrarnos en situación de pandemia solo se procede de la recopilación de la información al análisis de los resultados de los mismos , con ayuda del Excel se procedió a determinar el gasto de combustible haciendo la comparación de un viaje hasta uno de los rellenos sanitarios más cercanos a nuestra planta de tratamiento de RCD, también con el programa de Excel se procedió a hacer los cálculos de la cantidad de CO<sub>2</sub> y CO que se emite en cada viaje al relleno sanitario y a la planta de tratamiento de RCD y el programa nos brindó el resultado que compartimos en la discusión de resultados y en las conclusiones, con el mismo programa Excel se procedió a hacer los cálculos de puesta en operación en una cantera tradicional y en nuestra planta de tratamiento de RCD.

c) Resultados: En esta etapa se determinó la veracidad de nuestras hipótesis, si estas tenían consistencia y si era factible la implementación de la planta.

## CAPÍTULO V: DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN

### 5.1 Planta de tratamiento

#### 5.1.1 Parámetros de la planta de tratamiento

Según el Decreto Supremo N°019-2016-VIVIENDA en su Art. N°41, nos describe los requisitos y restricciones para ubicar una escombrera, en tanto *“toda área o lugar destinados a la ubicación de la escombrera autorizada, deberá cumplir con los siguientes requisitos”* (Pg. 8)

1. Ser compatible con la zonificación asignada en los planes de desarrollo urbano
2. En caso de implementación de escombreras en áreas de canteras de extracción no metálicas se considera, según corresponda, el estado de la concesión, titularidad del terreno, declaración de pasivo ambiental minero, entre otros.
3. Estar ubicada a una distancia no menor de 500 m de una zona poblada, pudiendo establecerse una distancia menor o mayor de acuerdo al estudio ambiental
4. Cuando el terreno presente una pendiente mayor a 30 grados, debe justificarse técnicamente en el proyecto de infraestructura y en el estudio ambiental correspondiente la pertinencia del mismo.
5. La dirección de los vientos debe ser contraria a la zona poblada más cercana.
6. La ubicación de una escombrera debe considerar su emplazamiento en relación a cuerpos de agua, captaciones, manantiales y demás puntos de agua.
7. Debe estar ubicado fuera de áreas arqueológicas y zonas reservadas o áreas naturales protegidas y sus zonas de amortiguamiento
8. En casos de desastres naturales, los lugares de almacenamiento temporal de residuos sólidos de construcción y demolición pueden estar ubicados en zonas urbanas para su posterior transporte a las escombreras previstas para estos fines. Dicho lugar es autorizado por la Municipalidad Provincial

correspondiente. Las zonas urbanas que se habiliten temporalmente no pueden ser utilizadas para la disposición final de ningún tipo de residuo peligroso. Pg. 8

#### 5.1.1.1 Ubicación de planta de tratamiento

Se plantea la instalación de una planta de tratamiento de residuos, en el distrito de Villa El Salvador entre la Av. Separadora agroindustrial (Magisterio) y Av. Juan Velasco Alvarado, cerca de los botaderos informales existentes. Así mismo, el espacio será aproximadamente de 2500 m<sup>2</sup>; el cual consideramos espacio suficiente para la recepción de estos residuos y su adecuado tratamiento.

Otra de las consideraciones de la ubicación de la planta de tratamiento de residuos de conducción y demolición, será tomando la información, del INE. Ya que de acuerdo al (INEI, 2018) el distrito de Santiago de Surco es el que genera mayor porcentaje de residuos de construcción y demolición debido al alto número de licencias de edificación para viviendas multifamiliares,

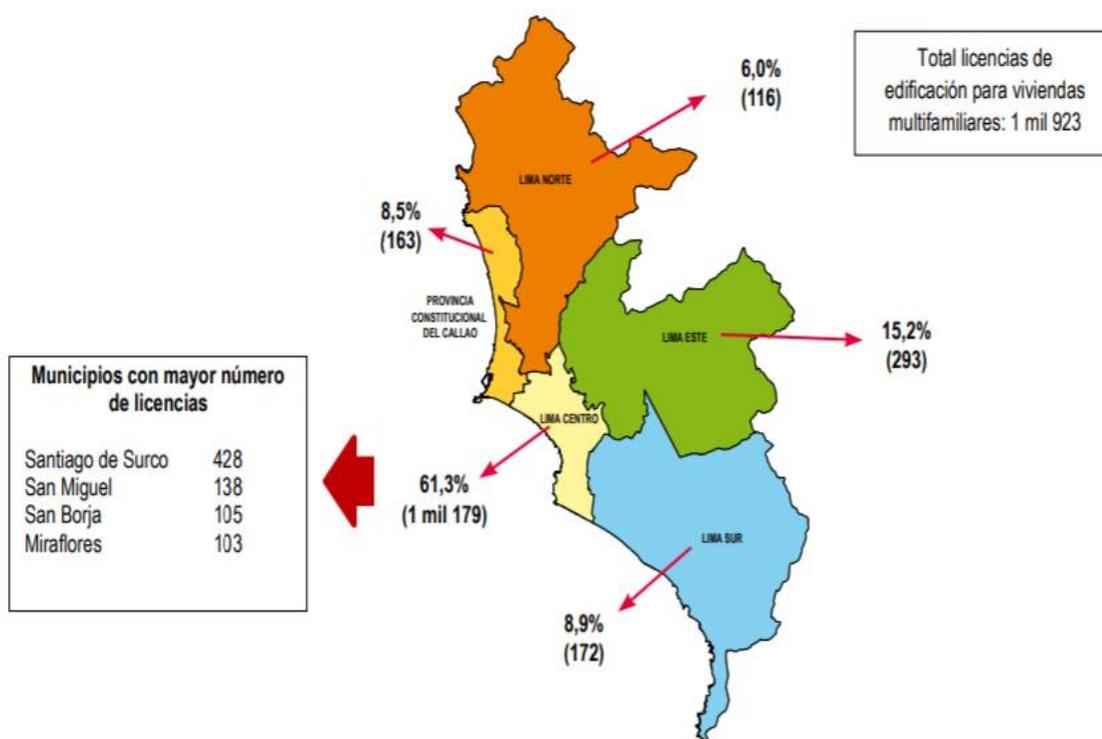


Figura 40: Licencias de edificación para viviendas multifamiliares otorgadas por las municipalidades, 2015.

Fuente: Instituto nacional de estadística e informática – Registro nacional de municipalidades, 2016. Nos describe que el año 2015, las municipalidades con mayor cantidad de licencias de funcionamiento son Santiago de surco (428), San Miguel (138), San Borja (105) y Miraflores (103) respectivamente. Pg. 74

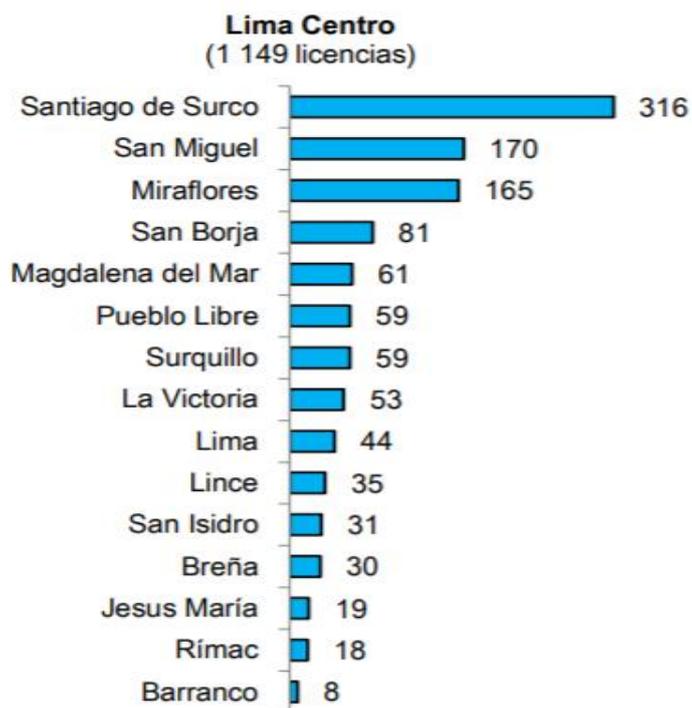


Figura 41: Licencias de edificación para viviendas multifamiliares otorgadas por las municipalidades, 2017

Fuente: Según el (INEI, 2018), en su informe “Indicadores de gestión municipal. Pg. 105

Nos describen que los municipios de Lima Centro son los que expidieron la mayor cantidad de licencias para la construcción de viviendas multifamiliares, alcanzando un total de 1149 licencias, entre ellos sobresalen Santiago de Surco (316), San Miguel (170) y Miraflores (165), entre los principales.



Figura 42: Propuesta de plata de tratamiento

Fuente: Ubicación de los Botaderos informales de acuerdo a su ubicación. Punto 1: Botadero Ripley, Punto 2: Botadero El Sol, Punto 3: Botadero Negro Gustavo, Punto 4: Botadero Torito, Punto 5: Botadero Calle 4, Punto 6: Botadero Antena, Punto 7: Botadero Sindicato. Elaboración propia, 2020



Figura 43: Ubicación de la planta de tratamiento

Fuente: área aproximadamente de 2500 m<sup>2</sup>, elaboración propia 2020

### 5.1.1.2 Accesibilidad

El acceso se realizará por la Av. Separadora agroindustrial (Magisterio), para posteriormente girar por la Av. Av. Juan Velasco Alvarado.



Figura 44: Acceso por la Av. Separadora agroindustrial (Magisterio)

Fuente: Elaboración propia, 2020



Figura 45: Acceso por la Av. Juan Velasco Alvarado

Fuente: Elaboración propia, 2020

### 5.1.1.3 Sistema vial de villa el salvador

En función a las restricciones descritas, la planta de tratamiento de residuos se ubicará en una zona que no interfiera con el tránsito vehicular. Para ello Según la (Ordenanza N°341 MML, 06-12-01) en su plano de sistema vial, se puede describir que el distrito de villa el salvador cuenta con tres tipos de vías:

- Nacionales: Vinculan a lima con el resto del país
- vías arteriales: llevan apreciables volúmenes de tránsito o velocidades medias de circulación
- vías colectoras: llevan el tránsito desde un sector urbano hacia las vías arteriales

y cerca de nuestra área de proyecto podemos encontrar la Av. Panamericana Sur (Nacional – guinda) la Av. Av. Separadora agroindustrial (vía colectora – anaranjado) y la Av. El Sol (vía arteriales – verde)

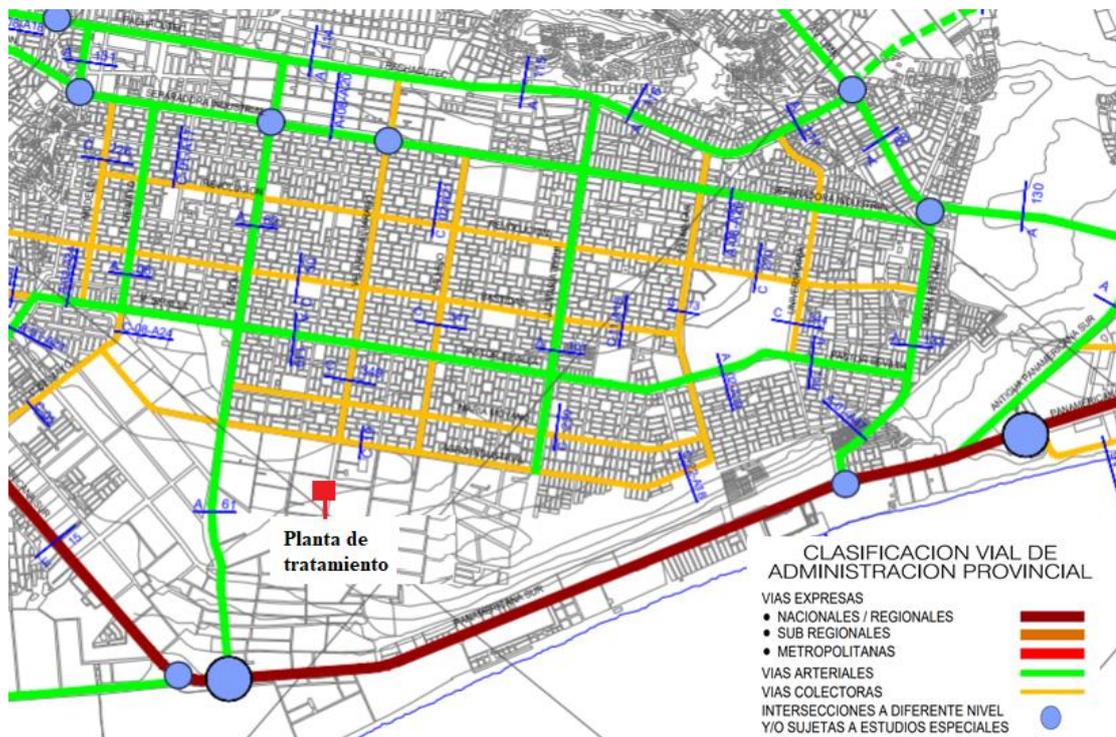


Figura 46: Sistema vial de villa el salvador

Fuente: La instalación de la planta de tratamiento se encuentra próximo a una vía colectora, estas presentan un bajo nivel de tránsito debido que llevan el acceso de una vía local a una vía arterial el cual presenta mayor carga vehicular [https://www.imp.gob.pe/images/Sistema%20Vial/SVM%201999%20-%20ADENDA%2057%20\(PLANO%20GENERAL\).pdf](https://www.imp.gob.pe/images/Sistema%20Vial/SVM%201999%20-%20ADENDA%2057%20(PLANO%20GENERAL).pdf)

#### 5.1.1.4 Zonificación y topografía

De acuerdo al plano de zonificación nuestra área de estudio se encuentra en la zona agropecuaria y Según la (Municipalidad de Villa Salvador, 2006) en su estudio “diagnóstico local participativo del consumo de drogas en el distrito de villa el salvador”, nos describe que:

La Zona agroindustrial de villa salvador es de gran extensión territorial (...) y debido a la falta de agua de regadío nunca cumplió completamente con el uso para el cual fue reservado. En la actualidad y debido a la presión urbana, sufre un proceso de cambio y consolidación de usos diferentes al que fue planificado. La presencia de grandes lotes y a su cercanía con la panamericana Sur ha permitido la inserción de usos industriales y comerciales. Prueba de ello es la ubicación de los almacenes de las transnacionales SAGA Falabella y Ripley. Pg.15

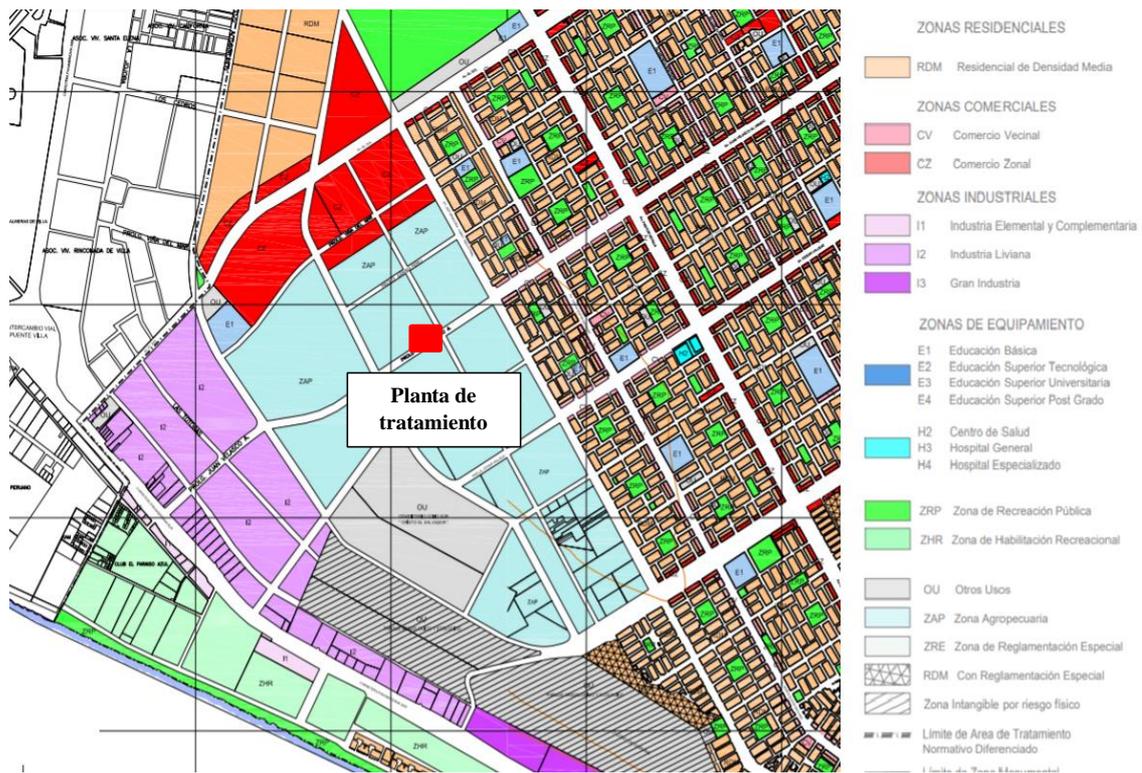


Figura 47: Plano de zonificación del Distrito de villa salvador

Fuente: Plano de zonificación de lima metropolitana – Villa Salvador Área de tratamiento normativo I - Reajuste integral de la zonificación de los usos del suelo de lima metropolitana ordenanza N° 620-MML, de describe que la planta de tratamiento se ubicara en una zona alejada a la zona urbana.

Según (Instituto Nacional de Desarrollo Urbano - INADUR, 1996) en su memoria descriptiva “Plan urbano de Villa el Salvador” nos describe que la topografía de este distrito de villa salvador presenta 3 zonas claramente diferenciadas:

- Una zona predominantemente plana, amplia, constituida por la Tablada de Lurín propiamente dicha.
- Una zona elevada, constituida por una gran duna, conocida como Lomo de Corvina que separa la Tablada de Lurín de la zona de playa.
- Una zona de playa, plana, longitudinal a nivel del mar. Pg, 39



Figura 48: Topografía de villa salvador

Fuente: Instituto Nacional de Desarrollo Urbano - INADUR, Municipalidad Distrital de Villa El Salvador, Plan Urbano De Villa El Salvador Volumen 1. Pág. 42.

### 5.1.1.5 Áreas naturales protegidas

Las áreas naturales protegidas (ANP) tienen el objetivo de preservar y proteger la flora, la fauna, así como los paisajes de espacios geográficamente definidos. En Perú, existen 76 áreas naturales protegidas de administración nacional, 21 de conservación regional y 134 de conservación privada.

Así mismo, según el Servicio nacional de áreas naturales protegidas por el estado (SERNANP, 2020) en su “Listado oficial de áreas naturales protegidas” actualizado el 25 de agosto del 2020, nos detalla Las zonas reservadas o áreas naturales protegidas en el departamento de Lima, encontrando en lima metropolitana en los distritos de Chorrillos, Ancón y Puente Piedra.

Tabla 25: Listado de áreas naturales protegidas en Lima

<b>ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE ADMINISTRACIÓN NACIONAL CON CATEGORÍA DEFINITIVA</b>				
<b>CATEGORÍA</b>	<b>CREACIÓN</b>		<b>ubicación política</b>	<b>extensión (ha)</b>
<i>reservas nacionales</i>	<i>base legal</i>	<i>fecha de promulgación</i>		
<b>Reservas nacionales</b>				
<i>De lanchay</i>	<i>D.S. N° 310 - 1977- AG</i>	<i>21.06.1977</i>	<i>distrito de Huacho, Lima</i>	<i>5070</i>
<i>Punta la litera</i>	<i>D.S. N° 024 - 2009 - MINAM</i>	<i>31.12.2009</i>	<i>distrito de Barranca, Lima</i>	<i>2036.45</i>
<i>Punta Salinas, Islas Huampanú e islas Mazorca</i>			<i>Lima</i>	<i>14207.8</i>
<b>Refugio de vida silvestre</b>				
<i>los pantanos de villa</i>	<i>D.S N°055-2006-AG</i>	<i>31.08.2006</i>	<i>distrito de Chorrillos, Lima</i>	<i>263.27</i>
<b>Reservas paisajísticas</b>				
<i>Nor Yauyos - Cochas</i>	<i>D.S N°033 - 2001 - AG</i>	<i>01.05.2001</i>	<i>Provincia de Yauyos, Lima y Junín</i>	<i>221268.48</i>
<b>Bosque de protección</b>				
<i>Aledaño a la Bocatoma del canal Nuevo Imperial</i>	<i>R.S N° 0007 - 1980 - AA/DGFF</i>	<i>19.05.1980</i>	<i>Provincia de Cañete, Lima</i>	<i>18.11</i>
<b>ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE ADMINISTRACION NACIONAL TRANSITORIAS</b>				
<b>Zonas reservadas</b>				
<i>Cordillera Huayhuash</i>	<i>R.M. N° 1173 -2002 - AG</i>	<i>20.12.2002</i>	<i>Áncash, Huánuco y Lima</i>	<i>67589.76</i>
<i>Bosque de Zarate</i>	<i>R.M. N° 195 -2010 - MINAM</i>	<i>13.10.2010</i>	<i>Provincia de Huarochirí, Lima</i>	<i>545.75</i>
<i>Ancón</i>	<i>R.M. N° 140 - 2013- MINAM</i>	<i>10.05.2013</i>	<i>distritos de Ancón y Puente Piedra, Lima</i>	<i>2193.01</i>
<b>ANP DE ADMINISTRACIÓN REGIONAL Y PRIVADA</b>				
<b>Áreas de conservación regional</b>				

<i>Albúfera de Medio Mundo</i>	<i>D.S. N° 005-2013-MINAM</i>	<i>06.06.2013</i>	<i>Provincia de Huaura, Lima</i>	<i>687.1</i>
<i>Sistema de Lomas de Lima</i>	<i>D.S. N° 011-2019-MINAM</i>	<i>07.12.2019</i>	<i>Lima</i>	<i>13475.74</i>
<b>Áreas de conservación privada</b>				
<i>Huayllapa</i>	<i>R.M. N° 202-2007-AG</i>	<i>06.03.2007</i>	<i>distrito de Cajatambo, Lima</i>	<i>21106.57</i>

**Fuente:** Según el listado de (SERNANP, 2020), en el distrito de Villa salvador No encontramos ningún área protegida según la actualización 25 de agosto del 2020. Elaboración basada en el Listado oficial de áreas naturales protegidas

### 5.1.2 Análisis de las maquinarias

Para llevar a cabo los procesos en la planta de tratamiento se requerirá de la siguiente maquinaria especializada:

#### 5.2.1 Maquinarias fijas

- Tolva metálica de alimentación:

Según (TECYMACAN S.L, 2020) en su cotización nos describe las características de la tolva

Características:

- ✓ Modelo Tolva: TV 5010
- ✓ Capacidad de 15 m<sup>3</sup>
- ✓ Parrillas de barrotes de separación de 300mm.
- ✓ Longitud de la tolva: 5000 mm
- ✓ Ancho de la tolva (parte superior): 4000 mm
- ✓ Ancho de la tolva (parte inferior): 1000 mm



Figura 49: Tolva metálica de alimentación

Fuente: imagen referencial según la cotización de (TECYMACAN S.L, 2020)

- Criba vibrante

Según (TECYMACAN S.L, 2020) en su cotización nos describe las características de la Criba

Características:

- ✓ Modelo: Criba APC 4010
- ✓ Longitud de bandeja: 4000 mm
- ✓ Anchura de bandeja: 1000 mm
- ✓ Superficie útil de bandeja: 6 m<sup>2</sup>
- ✓ N° paños: 3
- ✓ Potencia: 2x5 Kw – 2x7 CV



Figura 50: Criba Vibrante Modelo: Criba CV 38/15-3

Fuente: imagen según la cotización de (TECYMACAN S.L, 2020)

- Cintas transportadoras

Según (TECYMACAN S.L, 2020) en su cotización nos describe las características de la cinta transportadora

Características:

- ✓ Modelo: CT 12/100
- ✓ Ancho de banda: 1000 mm
- ✓ Longitud: 12 m
- ✓ Tipo de banda: Lisa
- ✓ Motor reductor: 1500 r.p.m.
- ✓ Potencia: 7,5 Kw - 10 CV
- ✓ Inclinación: 18 °



Figura 51: Cintas transportadoras de 14 m x 650 mm ancho

Fuente: imagen referencial según la cotización de (TECYMACAN S.L, 2020)

- Un TROMEL DE 8m x 1.9 m con parrillas de clasificación de 8 mm de espesor.

Según (TECYMACAN S.L, 2020) en su cotización nos describe que el diámetro será de 1.9 m con longitud total de 10 m y 8 m de cribado. Tres virolas con ruedas y fabricadas con chapa anti desgaste.

- ✓ Motor con reductora incorporada.
- ✓ Parrillas con chapa de 8mm agujereada y recambiables.
- ✓ Guiado mediante ruedas.
- ✓ Estructura de apoyo incluida.
- ✓ Incluido variador de velocidad para regular el giro.
- ✓ Incluidos carriles interiores para el volteo del material.



Figura 52: TROMEL DE 8m x 1.9 m con parrillas de clasificación de 8 mm

Fuente: imagen referencial según la cotización de (TECYMACAN S.L, 2020)

- Una cinta transportadora serie pesada de 3 m x 1000 mm ancho de banda (salida de tromel a cabina de triaje)

Según (TECYMACAN S.L, 2020) en su cotización nos describe:

- ✓ Modelo: CT 3/100
  - ✓ Ancho de banda: 1000 mm
  - ✓ Longitud: 3.000 mm
  - ✓ Tipo de banda: Lisa
  - ✓ Motorreductor: 1500 r.p.m.
  - ✓ Potencia: 3 Kw – 4 CV
  - ✓ Inclinación: 18 °
- Cabina de triaje de obra CTR 6. Medidas 7500 mm x 4000 mm x 2500 mm.
    - ✓ Escalera de acceso a cabina y escalera puente de acceso a los dos lados de la cabina, con barandilla a ambos lados.
    - ✓ 6 Tolvas de reciclado medidas 500 x 500 mm. 3 Tolvas a cada lado de la cinta (6 puestos de trabajo).
    - ✓ Una cinta transportadora CT1410 de 14000 x 1000 mm con pasillo de acceso al motor-reductor. Motor de 10 CV.
    - ✓ Plataforma base de medidas 12000 (largo) x 2500 (ancho) x 3000 (alto) mm. Con pasillos de acceso a la cabina por delante y por detrás.
    - ✓ Overband de electroimán para banda de 1000 mm de ancho
    - ✓ Soplador de aire a la entrada de la cabina de triaje. Tolva direccionarle de soplado y tolva de caída del material volátil.



Figura 53: Cabina de triaje de obra CTR 6

Fuente: imagen referencial según la cotización de (TECYMACAN S.L, 2020)



Figura 54: Cabina de triaje de obra CTR 6

Nota: imagen referencial según la cotización de (TECYMACAN S.L, 2020)

- Machacadora gravilladora de 1.000 x 400 (USADA).  
Boca útil con bastidor en acero electro soldado, montado sobre cuatro rodamientos de doble hilera de rodillos, volantes contrapesados, mandíbulas en acero manganeso 14/16% y sistema de apertura y cierre hidráulico.
  - ✓ Estructura para machacadora fabricada en HEB de 240, con pasarelas de mantenimiento a 1 metro, tolvin de salida, motor acoplado, correas, protecciones de volantes y tolvin de entrada de machacadora.
  - ✓ Modelo: Machacadora GR 1004

- ✓ Boca de entrada: 1.000 x 400 mm
- ✓ Tamaño máximo de alimentación: 300 - 350 mm
- ✓ Potencia: 50 Kw - 70 CV
- ✓ Producción Total: 60-80 Tn/h

### 5.2.2 Maquinarias móviles

- Cargador frontal

Según (MAQUIPERU, 2020) en su cotización y de acuerdo a su ficha técnica nos describe las características de cargador

Características:

- ✓ Modelo: Hyundai HL 760-9S
- ✓ potencia: 215 Hp/ 2200 Rpm
- ✓ Peso operativo: 17.6 Ton
- ✓ Cucharón: 3 m<sup>3</sup>
- ✓ Tipo de combustible: Petróleo



Figura 55: Cargador Frontal

Fuente: imagen referencial según la cotización de (MAQUIPERU, 2020)

### 5.1.3 Línea de producción

#### 5.1.3.1 Control inicial

El material es transportado hacia la planta recicladora en los volquetes. Estos pasarán por un control inicial desde la caseta de vigilancia que se ubicara en la entrada, en la cual debe estar registrado, siendo solamente aceptados aquellos residuos no peligrosos, los cuales serán aceptados para realizarse el proceso de reciclado.

#### 5.1.3.2 Inspección visual

Una vez que el volquete con el material este registrado en la caseta de vigilancia, éste se dirige hacia la inspección visual, donde la información quedará registrada para los controles internos de la planta recicladora.

#### 5.1.3.3 Alimentación y clasificación

Los residuos que estén pendientes por tratar, serán dirigidos hacia la maquina clasificadora por medio de cargadores frontales, específicamente a la tolva metálica con capacidad de 15m<sup>3</sup>, en dicho proceso se rechazará todo tipo de residuo mayor a 30 mm, luego, para posteriormente pasar entre las cintas transportadoras



Figura 56: Alimentación en la planta de tratamiento

Fuente: imagen referencial según la cotización de (MAQUIPERU, 2020)

#### 5.1.3.4 Clasificación mediante tromel:

El material ingresado en el tromel filtrará las partículas menores a 12 mm. Dejando las partículas mayores a 12 mm en la banda transportadora que alimenta la criba vibratoria.



Figura 57: Clasificación mediante tromel

Fuente: imagen referencial según la cotización de (TECYMACAN S.L, 2020)

#### Separación magnética:

Al mismo tiempo, se retiran los elementos metálicos valorizables que obstaculizan la fase siguiente del proceso, utilizando un electroimán



Figura 58: Separación de componentes férricos en la planta de tratamiento

Fuente: imagen referencial según la cotización de (TECYMACAN S.L, 2020)

#### 5.1.3.5 Cabina de Triage

Así mismo, los residuos pasaran hacia la cabina de triaje, con la ayuda del personal y la mano de obra se eliminará los residuos como metales, plásticos y maderas que no pudieron ser rechazados por los filtros anteriores.



Figura 59: Triage de residuos

Fuente: imagen referencial según la cotización de (TECYMACAN S.L, 2020)

#### 5.1.3.6 Cribado

El material de entrada es cargado a la criba, donde este hace la separación de los diferentes tamaños. Se realiza la clasificación del material, separando las partículas grandes de las pequeñas por medio del movimiento a través de unas mallas. Este proceso se complementa con el transporte de material de diferente granulometría a través de las bandas mecánicas para acopio.

ZONA DE DESCARGA DE MATERIAL



Escombros mezclados con  
plásticos, madera, metales etc.

TOLVA METÁLICA DE ALIMENTACIÓN



Consta de Parrilla de clasificación (para  
rechazar los tamaños mayores de 300 mm)

OVERBAND CON IMÁN



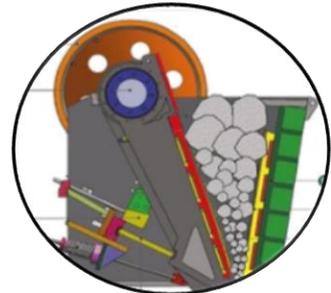
Permite eliminar  
materiales férricos

TROMEL DE CLASIFICACIÓN



Separador de finos y de tierra

CINTA  
TRANSPORTADORA



CHANCADORA



Cabina de triaje de los RCD



Figura 60: Línea de producción

## 5.1.4 Normas durante la fase del tratamiento

### 5.1.4.1 Implementación para el ingreso

El acceso a la planta de tratamiento y las pistas que nos conducen deberán estar debidamente señalada, advirtiendo el paso a personas extrañas los accesos, deberán estar libres hoyos, curvas peligrosas, de existir estarán debidamente señalizadas, con la finalidad de evitar accidentes.

Así mismo, se entregará equipos de protección personal al personal, los cuales deberán ser utilizadas de manera obligatoria.



Figura 61 : Cartel Equipos de protección a personal.

Fuente: Basado en la Norma técnica peruana NTP 399.010 “Señales de seguridad” Pg. 64

En función al proceso de detallan los riesgos y medidas preventivas aplicar en la planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición:

Tabla 26: Aplicación de normas de seguridad y salud

<b>FASE DE TRATAMIENTO</b>	<b>RIESGOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>
<b>EN LA TOLVA DE RECEPCIÓN</b>	<i>Caída de personal al interior de la tolva</i>	<i>Mecanización total de las operaciones de desatasco de materiales en la tolva</i>
	<i>Aplastamiento durante el desatasco de bloques</i>	<i>Instalación de un sistema de señalización, mediante luces para indicar a los conductores la posibilidad o prohibición de realizar maniobras</i>
<b>Alimentador</b>	<i>Atrapamiento por los elementos móviles</i>	<i>Cubrir mediante carcasa metálica los elementos móviles</i> <i>Prohibición de manipular las maquinarias o el material, estando las maquinarias en funcionamiento.</i>
<b>Precribador</b>	<i>Caída de personas al interior del triturador</i>	<i>Prohibición de los operarios se sitúen sobre el precribador, estando funcionando.</i>
<b>Equipos de trituración y molienda</b>	<i>Proyección de fragmentos de rocas</i>	<i>Mecanizar las operaciones de desatasco</i>
	<i>Golpes o contusiones con barras metálicas utilizadas la boca de trituración</i> <i>Caída del personal al interior del triturador</i>	<i>Situar en una cabina de control de mandos de la instalación, de forma que el controlador quede resguardado y con adecuada visualización del proceso</i>
<b>Cintas transportadora</b>	<i>Atrapamiento entre las bandas transportadora y los tambores</i>	<i>Instalación de paneles protectores en ambos lados de la cinta transportadora</i>
	<i>Caída de los materiales trasportados</i>	<i>Prohibir la manipulación de los materiales en la proximidad de los tambores.</i>
<b>Riesgos generales</b>	<i>Medidas preventivas ante el riesgo de contacto eléctrico</i>	<b>Medidas preventivas ante el riesgo de caída</b> <i>Cerrar el perímetro abierto mediante la colocación de barandillas</i>
	<i>Los elementos conductores deben estar en óptimas condiciones de aislamiento.</i>	<i>Realizar limpieza de manera frecuente para evitar la acumulación de polvo, fragmentos y otros materiales, especialmente el a zona de paso obligatorio del personal</i>
	<i>Realizar de manera periódica labores de mantenimiento, reemplazando aquellos elementos que presentan deterioros o deficiencias de aislamiento.</i>	<i>Tras las operaciones de mantenimiento, dejar el área libre de cables, restos de grasa, piezas y otros materiales que obstaculicen la circulación del personal.</i> <b>Medidas preventivas del ruido</b> <i>Utilizar elementos de protección personal obligatoria en caso que el personal se situen en puntos con elevados niveles sonoros.</i> <b>Medidas preventivas ante la presencia de polvo</b> <i>Utilizar mascarilla como equipo de protección personal</i>

Fuente: elaboración propia basada en el libro (Lopez Perez, 2017) “Gestión de residuos inertes” Tema 3. Pg. 79

## 5.2 Generación de los residuos de construcción

Presentamos a continuación un dato estadístico del INEI en la figura N° 62, en el cual muestra que el PBI de la construcción en el año 2014, 2015 y el 2016 fue negativo y a partir del 2017 llegó a ser positivo, con este dato estadístico calcularemos la generación de RCD en adelante.

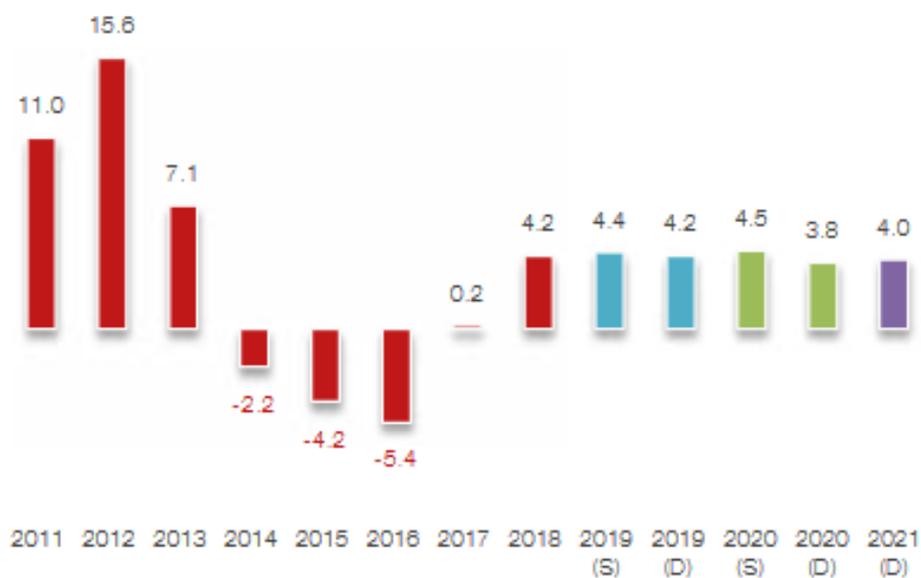


Figura 62: Inversión Privada 2011-2021

Fuente: <http://www.construccionindustria.com/wp-content/uploads/2019/Informe-economico-capeco/Capeco-febrero-Sector-construccion-crecimiento-1.5-el-2019.pdf>. Pg4

Ciudad	m <sup>3</sup> de RCD/m <sup>2</sup> construido
Villavicencio, Colombia	0.144 (vivienda)
Antofagasta, Chile	0.220 (viviendas multifamiliares)
	0.200 (viviendas unifamiliares)

Figura 63: Coeficientes de generación de RCD por m<sup>2</sup> construido

Fuente: 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

Según (Carbajal Silva, 2018) en su tesis nos comenta que la ciudad de Lima tiene el mismo crecimiento en generación de RCD que la ciudad Villavicencio de Colombia 0.144 m<sup>3</sup> de RCD por m<sup>2</sup> y en viviendas multifamiliares igual que Antofagasta de Chile 0.220 m<sup>3</sup> de RCD por m<sup>2</sup>.

De acuerdo al “El Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y el Callao 2014”, estudio elaborado por el Instituto de la Construcción y Desarrollo – ICD (2014) las construcciones iniciadas desde agosto del 2013 hasta julio de 2014 tuvieron un área construida total de 5 327 560 m<sup>2</sup>.

Según (Carbajal Silva, 2018) en su tesis nos describe que a partir de la información brindada por “El Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y el Callao 2014” la generación de RCD de las edificaciones que iniciaron sus construcciones durante el periodo agosto 2013 – julio 2014 (un año) en Lima y Callao pudo variar entre 767 169 m<sup>3</sup>

### 5.3.1 Materia prima y productos obtenidos

La materia prima de la planta de tratamiento son los residuos de la construcción y demolición. Así mismo, Según (Cabildo, 2012) , en la tabla N° 27, nos describe la composición general de los escombros entre ellos encontramos a los ladrillos, azulejos y otros cerámicos que conforman el 54 % de la composición de los RCD son materiales minerales inertes mientras que el 12% de los residuos está conformado por el hormigón.

Tabla 27: Composición general de los escombros

<b>Composición general de los escombros</b>			
<b>Tipo de residuos</b>	<b>%</b>	<b>Tipo de residuos</b>	<b>%</b>
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	54	Madera	4
Hormigón	12	Plástico	1.5
Basura	7	Vidrio	0.5
Piedra	5	Papel	0.3
Asfalto	5	Yeso	0.2
arena, grava y otros áridos	4	Otros	4

Fuente: Elaboración propia basada (Cabildo, 2012) , Pg. 372

De acuerdo a los residuos de construcción (Diaz Bajo L. , Proyecto para la instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición en la comunidad de Madrid, 2015) nos describe la clasificación de estos residuos en una planta de tratamiento

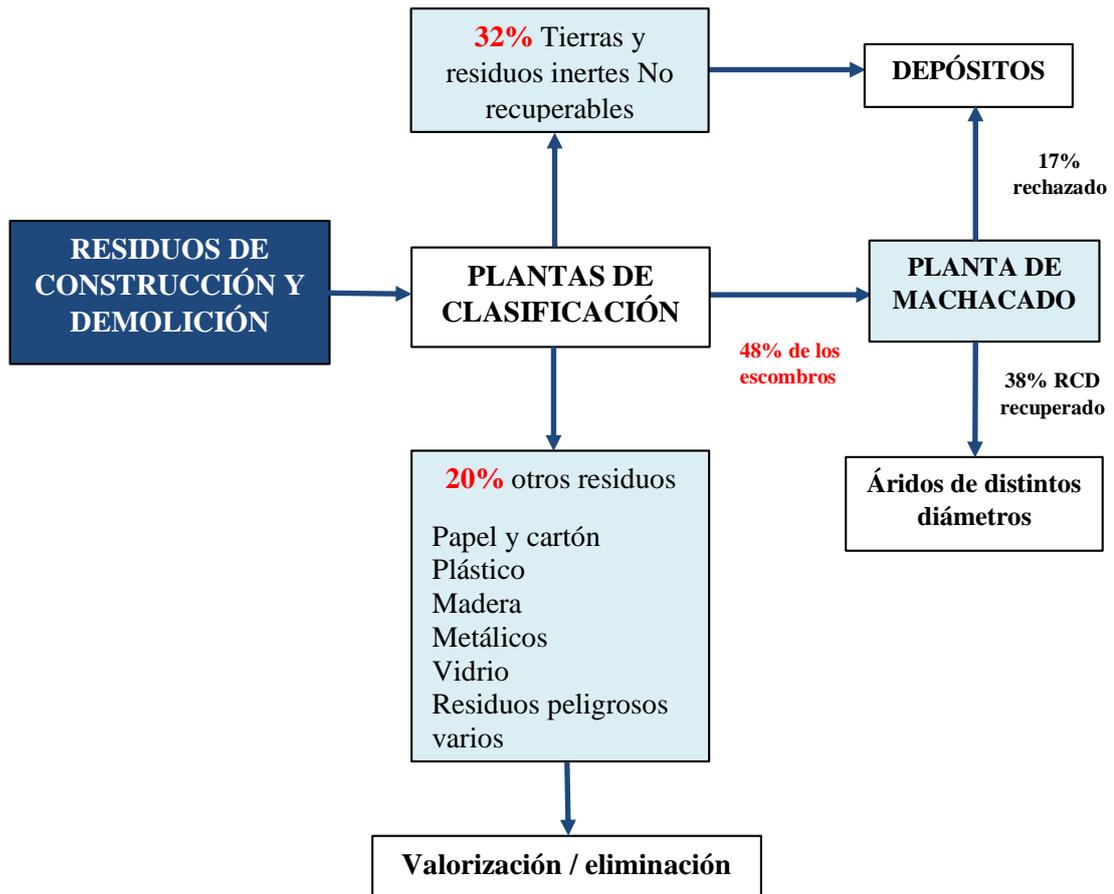


Figura 64 : Clasificación de los RCD en una planta

Fuente: basada en proyecto de fin de carrera (Diaz Bajo L. , Proyecto para la instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición en la comunidad de Madrid, 2015) en el “Proyecto para la instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición en la comunidad de Madrid”. Pg. 2

### Porcentaje de Recuperación de residuos

Según (Medina Meza, 2017) en su tesis “Caracterización de los residuos sólidos generados en la obra de creación e implementación de laboratorios de simulación contable en la etapa de construcción” nos describe el porcentaje de recuperación de Residuos construcción y demolición

Tabla 28: Residuo reciclable y no reciclable según su componente

<i>Componentes</i>	<i>Reciclable</i>	<i>No Reciclable</i>	<i>% Reciclable</i>	<i>% No Reciclable</i>	<i>% Reciclable</i>
<b>Escombros</b>	<b>730</b>	<b>19</b>	<b>65.56</b>	<b>21.59</b>	<b>61%</b>
<i>Chatarra</i>	157	12	14.10	13.64	13%
<i>Madera</i>	82	11	7.36	12.50	7%
<b>Residuos Sólidos</b>	<b>144</b>	<b>46</b>	<b>12.93</b>	<b>52.27</b>	<b>12%</b>
<i>Residuos Peligrosos</i>	0.5	0	0.04	0.00	0%
<b>Total</b>	<b>1113.50</b>	<b>88.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>93%</b>

Fuente: *Caracterización de los residuos sólidos generados en la obra de creación e implementación de laboratorios de simulación contable en la etapa de construcción de Medina Meza*

Esta Tabla N° 28, nos detalla el porcentaje de residuos de construcción y demolición pueden ser re-aprovechable alcanzando estos un 93%.

Según la tabla N° 29, podemos resumir que los escombros y residuos sólidos pueden alcanzar un 61% y 12% de reciclabilidad

Tabla 29: Porcentaje de Recuperación de los RCD

<b>COMPONENTES</b>	<b>% RECICLABLE</b>
<i>Escombros</i>	61%
<i>Residuos Sólidos</i>	12%
<b>TOTAL</b>	<b>73%</b>

Fuente: Elaboración Propia. basada en *Caracterización de los residuos sólidos generados en la obra de creación e implementación de laboratorios de simulación contable en la etapa de construcción de Medina Meza*

### 5.3 Reaprovechamiento de los residuos de construcción

#### 5.3.1.1 Aplicación de los residuos de construcción y demolición:

(Botamino Garcia, 2001) en su investigación “residuos de construcción y demolición” la aplicación fundamental de los residuos reciclados es la producción de áridos para la construcción. Los áridos reciclados deben cumplir las mismas especificaciones que se exigen a los áridos naturales. Así mismo, los áridos reciclados que se producen con más frecuencia son para bases y subbases, materiales de relleno, y aplicaciones deportivas y jardinería. En ocasiones se utilizan como materia prima secundaria para la fabricación de cemento. Pg. 22

De acuerdo a la composición de los residuos de construcción y demolición se puede obtener las siguientes alternativas de uso:

Tabla 30: Alternativas de reutilizar los RCD

<b>RESIDUOS</b>	<b>ALTERNATIVA DE USO</b>
<b>concreto</b>	<i>Reutilizar como masa para rellenos</i>
	<i>Reutilizar como suelos en carreteras</i>
	<i>Reciclar como grava suelta</i>
	<i>Reciclar para producción de morteros y cementos</i>
	<i>Reciclar como granulado</i>
<b>cerámicos</b>	<i>Reciclar como adoquín</i>
	<i>Reciclar como fachada</i>
	<i>Reciclar para acabados</i>
<b>asfalto</b>	<i>Reutilizar como masa para rellenos</i>
	<i>Reciclar como asfalto</i>
<b>metales</b>	<i>Reutilizar para aplicación en otros productos</i>
	<i>Reciclar como aleación</i>
<b>madera</b>	<i>Reutilizar para casetones, vallados y linderos</i>
	<i>Reciclar para tableros y aglomerados</i>
<b>vidrio</b>	<i>Reciclaje para vidrio</i>
<b>pétreos</b>	<i>Reutilizar como áridos finos y gruesos</i>
<b>plásticos</b>	<i>Reciclar como plástico</i>
<b>Tejas, bloques, entre otros</b>	<i>Reciclar como bases para nuevos productos</i>
<b>tierra de excavación</b>	<i>Reutilizar como relleno y recuperación de talud</i>
	<i>Estabilización de suelos</i>
<b>elementos arquitectónicos</b>	<i>Reutilizar como nuevos productos</i>

Fuente. Basado en el análisis de viabilidad técnica y económica de un centro de tratamiento de residuos de la construcción y demolición para Bogotá D.C. (Gaviria Torres & Silva Ocampo, 2014)

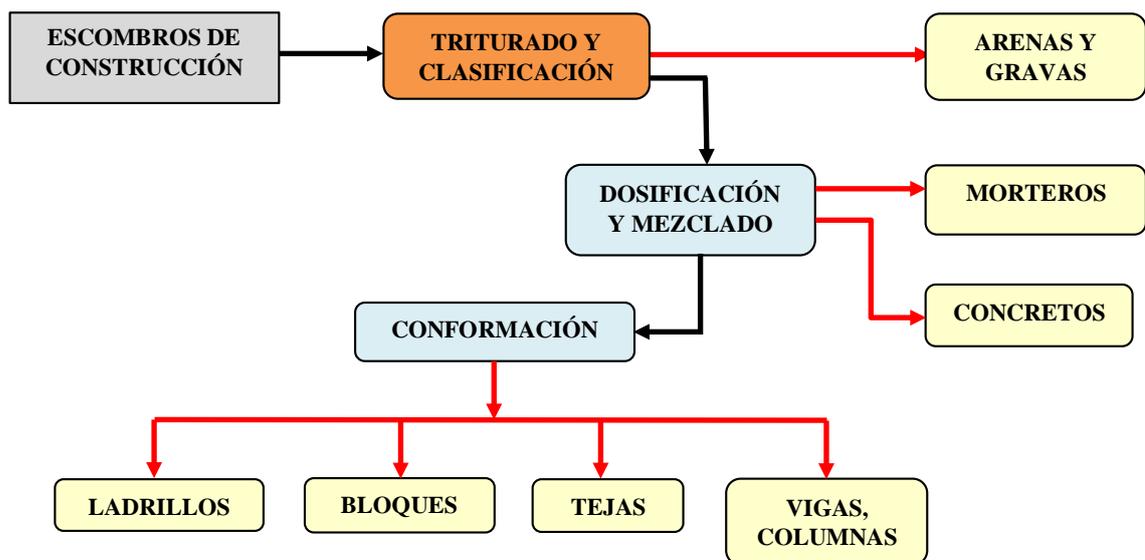


Figura 65: Secuencia de transformación de residuos y producción de materiales

Fuente: elaboración propia basada en el “estudio de pre-factibilidad para el diseño de una planta de reciclaje en Bogotá de componentes pétreos generados en obras civiles” de (Duarte Jiménez , Gallego León, & Fernández Espinosa, 2016) Pg. 49

5.3.1.2 Las empresas especializadas en lima y callao son:

Ciclo: Brinda el servicio de reciclaje de residuos de la construcción y demolición obteniendo como productos ladrillos, bloque de concreto, adoquines fabricados con áridos reciclados.

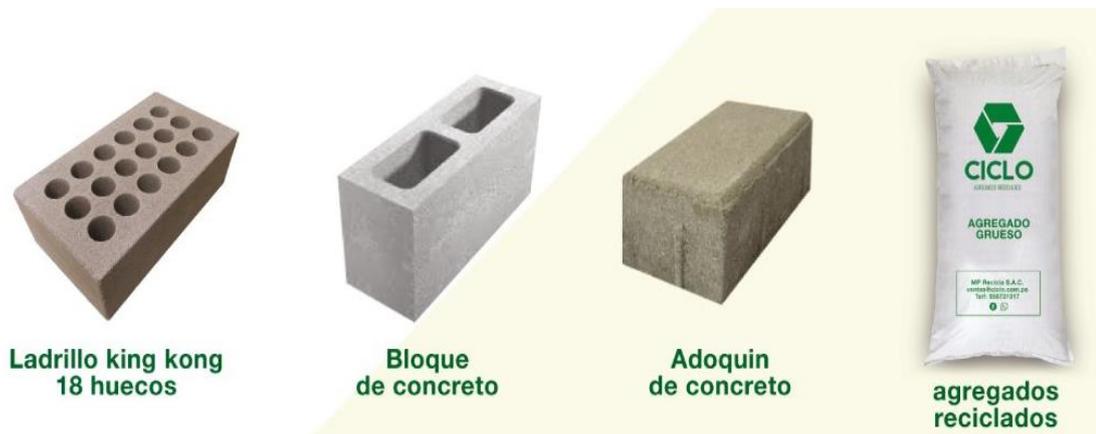


Figura 66: Productos de la empresa CICLO

Fuente: [https://twitter.com/hashtag/ciclo\\_mprecicla](https://twitter.com/hashtag/ciclo_mprecicla)

Cajas Ecológicas: Brinda el servicio de triturado de residuos de construcción y demolición para el empleo de construcción de pistas, veredas y lozas deportivas.



Figura 67: Construcción de veredas Cajas ecológicas

Fuente: <https://www.facebook.com/cajasecológicas/photos/a.315452085190174/3005439026191453>

Eco-Birrak: nace con el propósito de reciclar los residuos de construcción y demolición, creando una línea de prefabricados sostenibles. los cuáles pueden ser utilizados en diferentes campos de la construcción.

BIRRAK BLOCK				
Modelo	160 x 80 x 80 cm			
Volumen	1.024 m <sup>3</sup>			
Peso de Salida	2400 Kg			
Modelo	160 x 80 x 40 cm			
Volumen	0.512 m <sup>3</sup>			
Peso de Salida	1200 Kg			
Modelo	160 x 40 x 80 cm			
Volumen	0.512 m <sup>3</sup>			
Peso de Salida	1200 Kg			
Modelo	160 x 60 x 60 cm			
Volumen	0.648 m <sup>3</sup>			
Peso de Salida	1560 Kg			
Modelo	180 x 30 x 60 cm			
Volumen	0.324 m <sup>3</sup>			
Peso de Salida	775 Kg			
Modelo	180 x 30 x 30 cm			
Volumen	0.262 m <sup>3</sup>			
Peso de Salida	387 Kg			
Modelo	180 x 60 x 30 cm			
Volumen	0.324 m <sup>3</sup>			
Peso de Salida	775 Kg			

Figura 68: Productos de BIRRAK BLOCK

Fuente: <http://www.grupobirrak.com/wp-content/uploads/2019/12/BIRRAK-BLOCK-brochure.pdf>

## 5.4. Impactos ambientales

### 5.4.1. Vida útil

La vida útil de los rellenos sanitarios o centros de disposición final, se estiman a razón de Toneladas, cantidad de viajes, lo que permite operaciones hasta una fecha determinada. Por lo descrito, se plantea la instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, con el objetivo de disminuir progresivamente los impactos negativos al ambiente con el uso de materiales a partir de los que la industria de la construcción desecha.

### 5.4.2 contaminación acústica

Según (Duarte Jiménez , Gallego León, & Fernández Espinosa, 2016) en su “estudio de pre-factibilidad para el diseño de una planta de reciclaje en Bogotá de componentes pétreos generados en obras civiles” nos describe los siguiente:

Los decibelios emitidos por una planta de reciclaje están muy debajo de ciertos implementos utilizados comúnmente en obra pública, pero no dejan de ser molestos para el vecindario

Como consecuencia de ello la instalación de la planta de reciclaje deberá adoptar las medidas necesarias y suficientes contra la contaminación acústica.

En este sentido la larga experiencia de los países del centro y norte de Europa ha logrado soluciones que permiten la existencia de plantas en el centro de importantes núcleos urbanos, por lo cual se buscarían estas alternativas para el manejo del ruido producido principalmente por los molinos de machaqueo, el motor del generador eléctrico y las cribas. Pg. 56

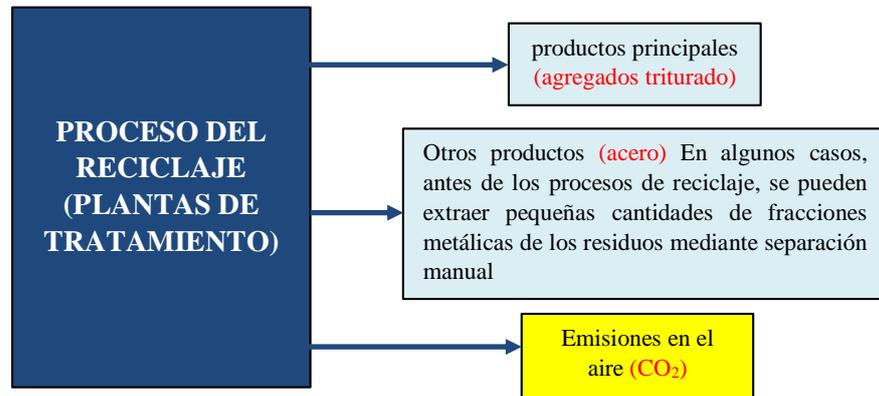
### 5.4.3 Contaminación del aire:

#### 5.4.3.1 Generación de dióxido de carbono en la producción de áridos

Según los autores (Estévez, Aguadoa, & Josaa, 2003). en su artículo “Impacto ambiental del reciclaje de hormigón, de los residuos de construcción y demolición (C&DW)”, nos presentan los resultados de un estudio de investigación sobre el impacto ambiental producido por

el reciclaje de hormigón procedente de residuos de construcción y demolición.

Tabla 31 : Subsistema de reciclaje



Fuente: Elaboración propia. Basada los autores (Estévez, Aguadoa, & Josaa, 2003) en su artículo "Impacto ambiental del reciclaje de hormigón, de los residuos de construcción y demolición (C&DW)". Pg. 4

Los procesos de extracción y trituración de áridos naturales producen una mayor carga ambiental que los procesos de trituración y reciclaje de los residuos de construcción., especialmente en lo que respecta al CO<sub>2</sub>. Pg. 10

Los procesos de reciclaje de residuos generan menor impacto ambiental que la extracción de áridos naturales. La cantidad de CO<sub>2</sub> emitida es aproximadamente 3.000 g por tonelada de árido reciclado, mientras que este valor oscila entre 6.900 y 7.700 g por tonelada para los procesos de extracción de grava y arena considerados. Pg.1

Tabla 32: Producción de áridos

PRODUCCIÓN DE ÁRIDOS		
DIÓXIDO DE CARBONO	ÁRIDO RECICLADO	ÁRIDO NATURAL
CO <sub>2</sub> (gr)	<b>3000 gr</b>	6900 - 7700 gr
CO <sub>2</sub> (kg)	<b>3 Kg/ ton</b>	6.9 - 7.7 Kg/ ton

Fuente: Elaboración propia. Basada los autores (Estévez, Aguadoa, & Josaa, 2003) en su artículo "Impacto ambiental del reciclaje de hormigón, de los residuos de construcción y demolición (C&DW)".

De acuerdo a la tabla N° 32, se describe que para la producción de un árido natural se emite al medio ambiente 6.9-7.7 Kg de CO<sub>2</sub> por tonelada y para la producción de árido reciclado se emite 3 kg de CO<sub>2</sub> por tonelada de árido reciclado; considerándose una reducción de más del 100% en emisión de CO<sub>2</sub>

#### 5.4.3.2 Generación de dióxido de carbono en el transporte

- Unidades de transporte

Según el (Ministerio de comercio y exterior y turismo , 2015) en su guía “Guía de orientación al usuario del transporte terrestre Volumen III” nos describe el vehículo rígido como:

La unidad tractora y la unidad de carga constituyen un solo vehículo, incluyendo una carrocería o estructura portante. Su configuración vehicular es la misma descrita para los vehículos motorizados, pudiendo tener una longitud de máxima de 13,20 m y un peso bruto vehicular de hasta 32 toneladas, con capacidad para transportar hasta 20 toneladas como máximo. Pg. 15

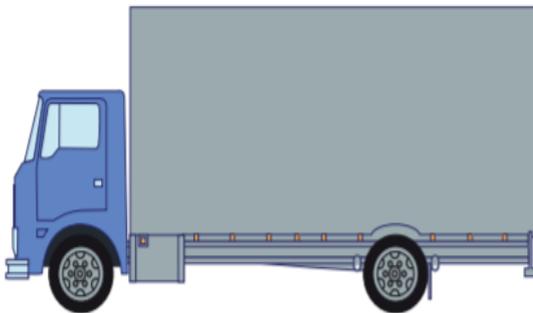


Figura 69: Vehículo rígido

Fuente: Según el (Ministerio de comercio y exterior y turismo , 2015) en su guía “Guía de orientación al usuario del transporte terrestre Volumen III”. Pg. 18

De conformidad con el Reglamento Nacional de Vehículos, aprobado mediante Decreto Supremo N°. 058-2003-MTC, vigente a partir del 12 de octubre de 2003, la Categoría N correspondiente a los vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancía, se clasifica de la siguiente manera:

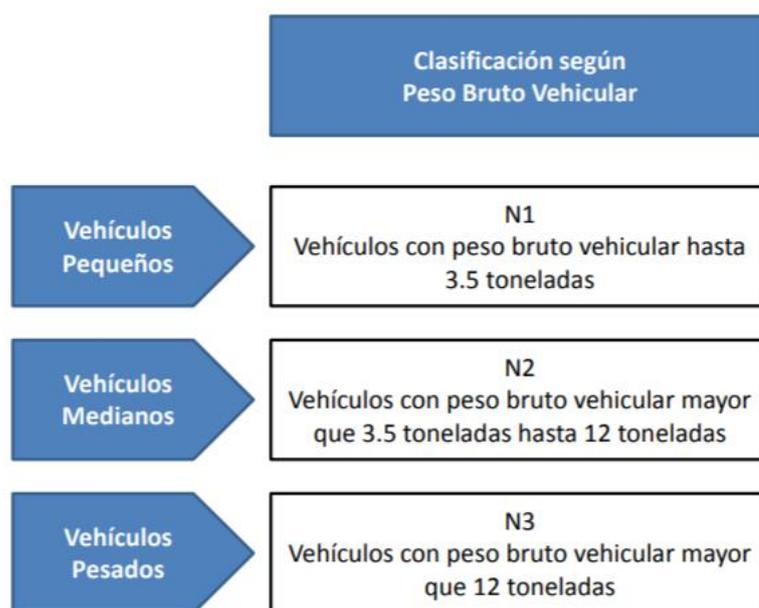


Figura 70: Clasificación según Peso Bruto vehicular

Fuente: Según el (Ministerio de comercio y exterior y turismo , 2015) en su guía “Guía de orientación al usuario del transporte terrestre Volumen III”. Basado en Reglamento Nacional de Vehículos (D.S. 058-2003-MTC). Pg. 14

Según (By Grupo Carman, 2017) en su blog “Motores de camiones y sus características” nos detalla la principal característica de los camiones, el uso del combustible Diesel considera la mas muy importante ya que el diesel es un combustible mucho más económico y con un alto rendimiento, lo que representa un gran beneficio para las compañías que se encargan del transporte de materiales y productos, entre otras. <https://grupocarman.com/blog/2017/09/11/motores-de-camiones-y-sus-caracteristicas/#:~:text=Para%20empezar%2C%20muchos%20coche s%20utilizan,de%20camiones%20es%20el%20diesel.>

De acuerdo a los datos obtenidos por 9 unidades de transporte, se talle los siguientes resultados:

Tabla 33: Tipo de combustible

TIPO DE COMBUSTIBLE					
PLACA	Form. Rodante	MARCA	Categoría	CARROCERÍA	TIPO DE COMBUSTIBLE
C5B -700	6x4	Mercedes Benz	N3	Volquete	DIESEL
D9J - 714	8x4	Scania	N3	Volquete	DIESEL
D6P - 808	8x4	Volvo	N3	Volquete	DIESEL
C9T - 837	8x4	Volvo	N3	Volquete	DIESEL
AJE - 723	8x4	Volvo	N3	Volquete	DIESEL
F1V - 870	6x4	Volvo	N3	Volquete	DIESEL
A1T - 831	6x4	Volvo	N3	Volquete	DIESEL
D4Q - 813	6x4	Scania	N3	Volquete	DIESEL
D1U - 802	8x4	Volvo	N3	Volquete	DIESEL

Fuente: De acuerdo a la encuesta realizada a 9 camiones, el tipo de combustible en común es el Disel.

Elaboración Propia

- Estimación de vehículos según departamento

Según el (Dr. Posada, 2016) en su artículo “ Aumento continuo del parque automotor, un problema que urge solucionar” nos detalla la tabla N° 39, la estimación de vehículos por clase según departamento

Tabla 34: Estimación de vehículos por clase según departamentos Año 2016

Departamentos	CLASE DE VEHÍCULO									
	TOTAL	Automóvil	Station wagon	Camionetas			Ómnibus	Camión	Remolcador	Remolque Semirem.
				Pick-up	Rural	Panel				
<b>TOTAL</b>	2'661.719	1'167.041	403.193	283.479	365.316	43.387	80.119	213.155	43.604	62.425
Lima / Callao	1'752.919	807.529	284.251	163.793	236.502	31.006	50.441	116.601	29.520	33.276
La Libertad	190.073	77.440	21.459	25.037	18.382	1.372	7.105	21.208	4.548	13.522
Arequipa	187.929	89.335	14.236	21.353	27.142	1.989	5.099	16.853	4.804	7.118
Cusco	73.997	29.313	12.253	9.108	11.300	578	2.938	8.160	281	66
Lambayeque	68.261	30.741	5.908	9.192	9.418	1.034	1.348	8.088	572	1.960
Junín	67.049	22.296	12.308	8.749	9.715	295	2.139	9.231	881	1.435
Piura	55.060	23.771	4.922	10.378	7.915	400	1.280	5.503	518	373
Tacna	49.382	18.040	11.476	4.777	5.580	1.556	1.703	4.727	614	909
Puno	47.696	8.711	8.867	4.740	14.029	3.246	2.562	4.887	297	357
Áncash	33.542	14.484	5.472	4.009	5.555	235	940	2.415	199	233
Los demás	135.811	45.381	22.041	22.343	19.778	1.676	4.564	15.482	1.370	3.176

Fuente: Según (Dr. Posada, 2016), en su artículo, nos detalla que departamento de Lima y Callao tienen la mayor cantidad de vehículos circulando por sus vías, considerando en su cuadro 116,601 camiones, seguido de La Libertad con 21,208 y Arequipa con 16,853 camiones. Pg. 2

- Tasa de crecimiento de vehículos pesados

Según (Cule Castañeda & Solier Perez , 2019) en su tesis “La carga vehicular que soporta la estructura del pavimento urbano de la Urb. prolongación Benavides y su relación con los parámetros de la norma CE 0.10” nos describe que el:

Ministerio de Transportes y Comunicaciones en la Ficha Técnica Estándar, Instructivo y Líneas de Corte para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras Interurbanas (2017) toma en cuenta para la proyección del tráfico (...) las tasas de crecimiento para vehículos ligeros y pesados Pg. 23-24

Para nuestro estudio se utilizará la tasa de crecimiento de los vehículos pesados, para Lima Metropolitana 3.69%

Tabla 35: Tasa de crecimiento de vehículos pesados

TASA DE CRECIMIENTO DE VEHÍCULOS PESADOS	
	PBI
Amazonas	3.42%
Áncash	1.05%
Apurímac	6.65%
Arequipa	3.37%
Ayacucho	3.60%
Cajamarca	1.29%
Cusco	4.43%
Huancavelica	2.33%
Huánuco	3.85%
Ica	3.54%
Junín	3.90%
La libertad	2.83%
Lambayeque	3.45%
Callao	3.41%
Lima Provincia	3.07%
<b>Lima Metropolitana</b>	<b>3.69%</b>
Loreto	1.29%
Madre de Dios	1.98%
Moquegua	0.27%
Pasco	0.36%
Piura	3.23%
Puno	3.21%
San Martín	3.84%
Tacna	2.88%

Tumbes	2.60%
Ucayali	2.77%

Fuente Según (Cule Castañeda & Solier Perez , 2019) en su tesis “La carga vehicular que soporta la estructura del pavimento urbano de la Urb. prolongación Benavides y su relación con los parámetros de la norma CE 0.10” Pg. 24

- Proyección de vehículos
  - ✓ Considerando la tasa de crecimiento: **3.69%**
  - ✓ Número de Camiones: **116601** para el Año 2016, Según el (Dr. Posada, 2016) en su artículo “Aumento continuo del parque automotor, un problema que urge solucionar” Pg.2

$$P_t = P_0 (1 + r)^t$$

Figura 71: Fórmula de Crecimiento Poblacional Compuesto

En la que:

P<sub>t</sub> = Vehículos proyectados

P<sub>0</sub> = Vehículos actual

n = Número de años del período de diseño

r = Tasa anual de crecimiento

Tabla 36: Proyección de vehículos

AÑO	TASA DE CRECIMIENTO	Nº DE CAMIONES
<b>2016</b>	<b>3.69%</b>	<b>116601</b>
2017	3.69%	120904
2018	3.69%	125365
2019	3.69%	129991
<b>2020</b>	<b>3.69%</b>	<b>134788</b>
2021	3.69%	139761
2022	3.69%	144918
2023	3.69%	120904
2024	3.69%	120904
2025	3.69%	161560

Fuente: Elaboración propia

- Emisiones en función a la velocidad:

Al ser el transporte de los residuos una problemática más para las empresas al momento de deshacerse de sus RCD, este mismo transporte para la ciudad de Lima implica muchos inconvenientes, desde el tráfico y el desgaste de las vías de comunicación al no estar diseñadas para el transporte de vehículos pesados, hasta la emisión de material particulado de los RCD, y también emisiones de gases contaminantes por consumo de combustible al medio ambiente, por ello hemos hecho un análisis de cuanta distancia recorre un volquete a Portillo Grande que es el relleno sanitario más cercano para la obra que se está estudiando, y un volquete que vaya a la planta de tratamiento de RCD que está ubicado en Villa El Salvador que es la ubicación que está más acorde a los parámetros que pide el D.S. 003-2013 que nos dan las condiciones que debe tener la planta para su funcionamiento.

A continuación, un análisis del dióxido de carbono emitido al medio ambiente por el factor velocidad.

Según (Oficina Catalana del Canvi Climatic, 2013) en su guía “guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)” nos explica, que si el tenemos disponible la distancia recorrida (km), se pueden utilizar los siguientes factores de emisión para el cálculo de dióxido de carbono

Tabla 37: Emisiones de dióxido de carbono en función de la velocidad

VEHÍCULO	TIPO		EMISIONES EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD (gCO <sub>2</sub> /km)		
			URBANA (12 km/h)	MEDIA (54 km/h) Resto de vías	ALTA (84 km/h) Autopistas y autovías
Pesado diesel (camión)	Rígido	<= 14t	788,53	397,25	410,38
		>14t	1629,90	487,52	470,09
	Articulado	<= 34 t	1484,79	573,59	527,76
		>34 t	2147,16	666,35	590,14

Fuente: Según (Oficina Catalana del Canvi Climatic, 2013) en su guía “guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)” Pg. 26



Figura 72: Emisión de dióxido de carbono

Fuente: <https://capital.pe/actualidad/parque-automotor-genera-el-70-de-la-contaminacion-en-peru-noticia-462487>

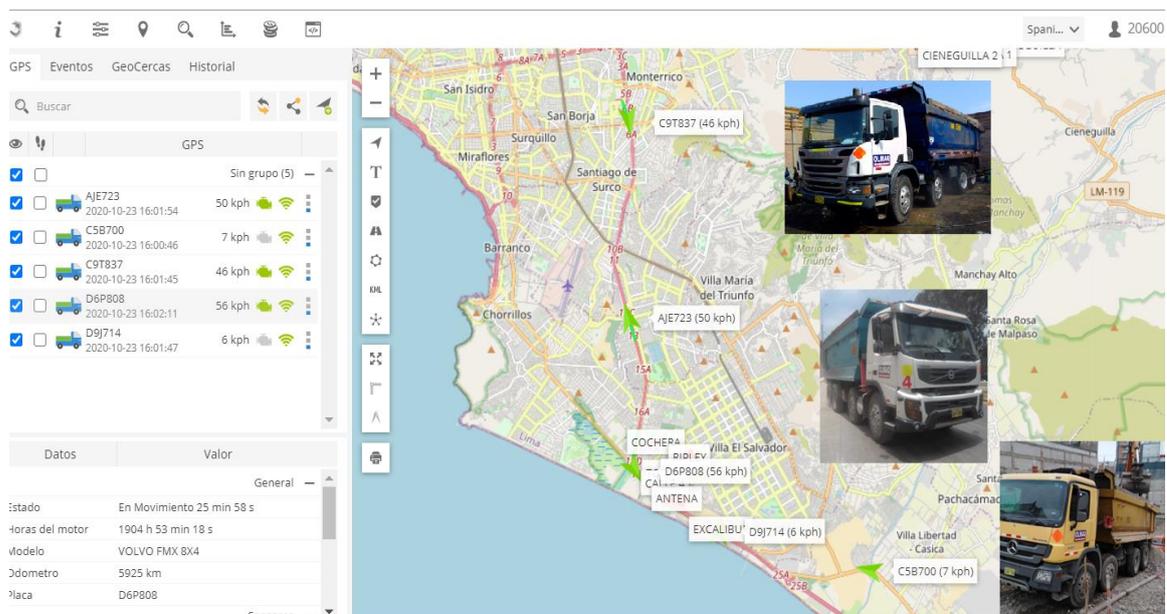


Figura 73: Velocidades de camiones

Fuente: De acuerdo al sistema de Protemax S.A., en función a los vehículos registrados su plataforma. Se observa que la placa D6P-808 alcanza una velocidad máxima de 56 Km/h, mientras que AJE – 723 logra alcanzar una velocidad máxima de 50 Km/h, y el C9T- 837 tiene una velocidad de 46 Km/h. con esto se logra visualizar que las unidades pueden logra alcázar la velocidad Media de 54 Km/h según (Oficina Catalana del Canvi Climatic, 2013)

En consideración a las velocidades registradas, se opta por realizar los cálculos en función a las velocidades de 12 Km/h y 54 Km/h y partiendo desde el distrito de Santiago de Surco hasta la planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición se observa una distancia de 11.5 Km

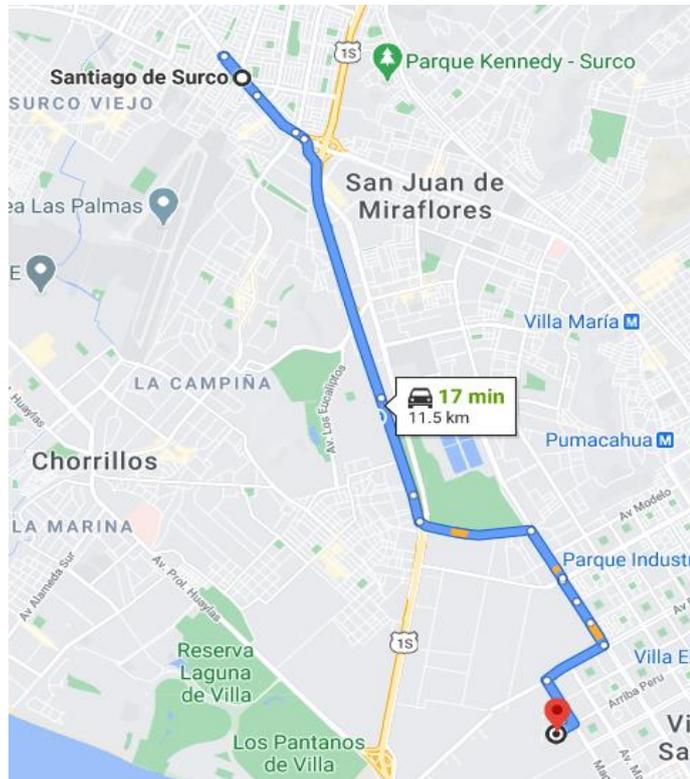


Figura 74: Distancia desde Santiago de Surco hasta la instalación de la planta de tratamiento

Fuente: Adaptación de acuerdo a Google Maps

Así mismo, partiendo desde el mismo punto de origen el distrito de Santiago de Surco hasta el relleno sanitario portillo grande se observa una distancia de 40.0 Km

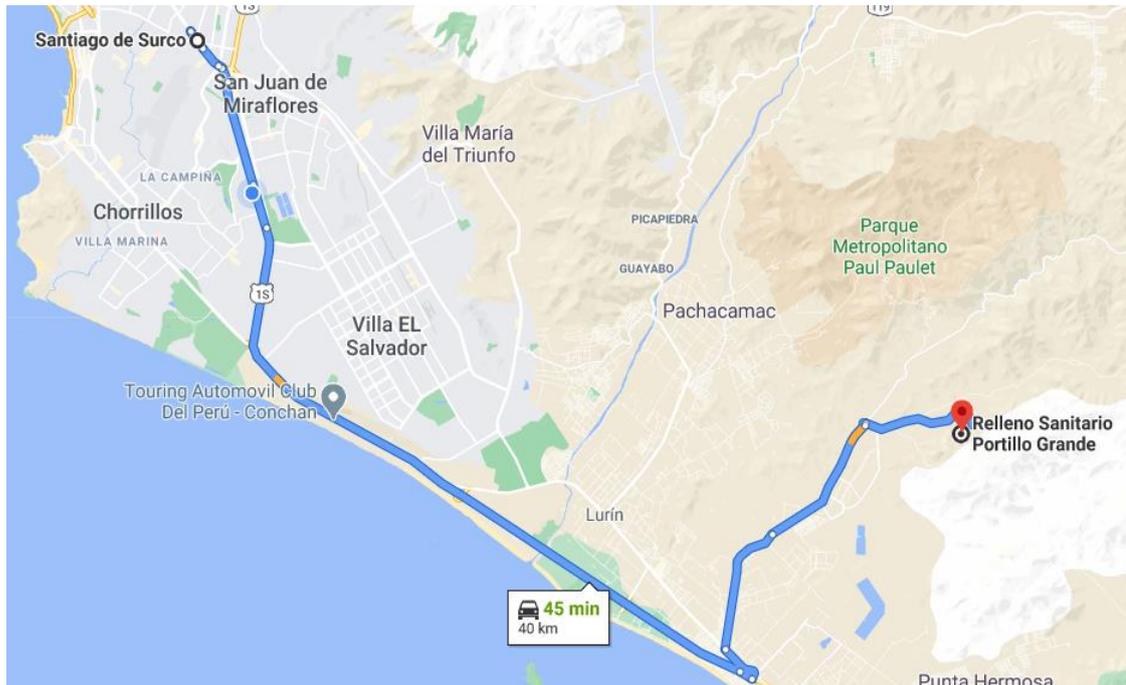


Figura 75: Distancia desde Santiago de Surco hasta el relleno sanitario Portillo Grande

Fuente: Adaptación de acuerdo a Google Maps

- Reducción de dióxido de carbono

Según El coordinador de Conservación de Bosques del Ministerio del Ambiente (2014), Gustavo Suárez De Freitas, explicó en su entrevista ante la andina agencia peruana de noticias los siguiente:

Alrededor de 380 mil toneladas diarias de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) se emiten diariamente en el Perú por prácticas de la población que perjudican el medio ambiente del campo y la ciudad, informaron hoy expertos en Cambio Climático del sector público y la sociedad civil, <https://andina.pe/agencia/noticia-peru-emite-380-mil-toneladas-diarias-co2-contaminan-medio-ambiente-532985.aspx#:~:text=Alrededor%20de%20380%20mil%20toneladas,p%C3%ABlico%20y%20la%20sociedad%20civil>.

## 5.5 Beneficio económico

### 5.5.1 Gastos en combustible:

En la presente tesis viendo como cada día se contamina cada vez más nuestro medio y se van acabando las reservas de materia prima, va a llegar un momento en el cual, el medio este tan saturado y no existan más reservas para crear materiales de construcción, y el combustible fósil para el combustible también se agote, en este contexto el tener un ahorro en combustible no solo permite que no se emitan al medio ambiente gases nocivos que afectan la salud y el medio donde vivimos.

PRODUCTO	NETO	IMPUESTOS		SUB TOTAL	IMPUESTO IGV	PRECIO DE LISTA
		RODAJE	SELECTIVO			
GASOLINA 98 BA	8.73	8%	1.17	10.5984	18%	12.506112
GASOLINA 97	8.42	8%	1.17	10.2636	18%	12.111048
GASOLINA 95	8.05	8%	1.17	9.8640	18%	11.639520
GASOLINA 90	7.36	8%	1.21	9.1588	18%	10.807384
<b>DIESEL B5 (S-50)</b>	<b>8.73</b>		<b>1.49</b>	<b>10.2200</b>	<b>18%</b>	<b>12.059600</b>
<b>DIESEL B5-S50 UV</b>	<b>7.94</b>		<b>1.49</b>	<b>9.4300</b>	<b>18%</b>	<b>11.127400</b>
GASOHOL 84 PLUS	6.98	8%	1.22	8.7584	18%	10.334912
GASOHOL 90 PLUS	7.27	8%	1.16	9.0116	18%	10.633688
GASOHOL 95 PLUS	7.84	8%	1.13	9.5972	18%	11.324696
GASOHOL 97 PLUS	8.13	8%	1.13	9.9104	18%	11.694272
GASOHOL 98 PLUS	8.44	8%	1.13	10.2452	18%	12.089336
GASOLINA 84	6.91	8%	1.27	8.7328	18%	10.304704
PETROLEO INDUSTRIAL 500	5.43		1.00	6.4300	18%	7.587400
PETROLEO INDUSTRIAL 6	5.58		0.92	6.5000	18%	7.670000

Figura 76: Precios de los combustibles por galón en Nuevos Soles Peruanos

Fuente: [https://portalperu.repsol.com/WebRelapa/Reporte\\_Precios\\_Lima.aspx](https://portalperu.repsol.com/WebRelapa/Reporte_Precios_Lima.aspx)

Tabla 38: Comparación de Km y Combustible consumido

Distancia de Carguío (km)	Combustible Consumido (L)	Nombre del Conductor	Consumo de Combustible por Hora (L/H)	Volumen Cargado por Hora (Ton/H)	Consumo de Combustible por Ton (L/Ton)
40	130	Z	16.2	455	0.036
32	102	Z	12.7	354	0.035

Fuente: Factores que incrementan el consumo de combustible en la maquinaria minera de la empresa ROBOCON SERVICIOS S.A.C. Chungar – Cerro De Pasco

### 5.5.2 Recursos de operación

Según la (Muñoz Sanchez, 2019) en su tesis “Planificación minera a corto plazo para la sostenibilidad de la explotación en cantera 7 de noviembre - Nueva Arica” nos describe el costo de alquiler de maquinaria por hora, para ellos presenta la siguiente tabla con precios aproximados

Tabla 39: Costo de alquiler de maquinaria por hora

MAQUINARIA	COSTO
RETROEXCAVADORA	S/. 120.00
VOLQUETE	S/. 120.00
CARGADOR FRONTAL	S/. 120.00

Fuente: Según la (Muñoz Sanchez, 2019) en su tesis “Planificación minera a corto plazo para la sostenibilidad de la explotación en cantera 7 de noviembre - Nueva Arica”. Pg 76

#### ✓ Gastos de combustible según maquinaria

Según (Mamani Quispe, 2018) en su tesis “Costos de extracción y su incidencia en la rentabilidad de la cooperativa minera metalúrgica san francisco de ananea limitada, Periodo 2016” nos describe el consumo de combustible por hora para las diferentes maquinarias retroexcavadora, volquete, cargador frontal

Tabla 40: Consumo De Combustible Para una Retroexcavadora

MES	PRECIO POR GALON	CONSUMO POR HORA	COSTO DEL COMBUSTBLE /HORA
ENERO	S/. 10.10	7.5	S/. 75.75
FEBRERO	S/. 10.10	7.5	S/. 75.75
MARZO	S/. 9.10	7.5	S/. 68.25
ABRIL	S/. 9.10	7.5	S/. 68.25
MAYO	S/. 9.10	7.5	S/. 68.25
JUNIO	S/. 9.30	7.5	S/. 69.75
JULIO	S/. 9.40	7.5	S/. 70.50
AGOSTO	S/. 10.20	7.5	S/. 76.50
SEPTIEMBRE	S/. 10.20	7.5	S/. 76.50
OCTUBRE	S/. 10.20	7.5	S/. 76.50
NOVIEMBRE	S/. 10.20	7.5	S/. 76.50
DICIEMBRE	S/. 10.00	7.5	S/. 75.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 877.50</b>

Fuente: Según (Mamani Quispe, 2018) en su tesis “Costos de extracción y su incidencia en la rentabilidad de la cooperativa minera metalúrgica san francisco de ananea limitada, Periodo 2016” Pg. 65

Tabla 41: Consumo de combustible para volquetes

MES	PRECIO POR GALON	CONSUMO POR HORA	COSTO DEL COMBUSTIBLE/ HORA
ENERO	S/. 10.10	2.1	S/. 21.21
FEBRERO	S/. 10.10	2.1	S/. 21.21
MARZO	S/. 9.10	2.1	S/. 19.11
ABRIL	S/. 9.10	2.1	S/. 19.11
MAYO	S/. 9.10	2.1	S/. 19.11
JUNIO	S/. 9.30	2.1	S/. 19.53
JULIO	S/. 9.40	2.1	S/. 19.74
AGOSTO	S/. 10.20	2.1	S/. 21.42
SEPTIEMBRE	S/. 10.20	2.1	S/. 21.42
OCTUBRE	S/. 10.20	2.1	S/. 21.42
NOVIEMBRE	S/. 10.20	2.1	S/. 21.42
DICIEMBRE	S/. 10.00	2.1	S/. 21.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 245.70</b>

Fuente: Según (Mamani Quispe, 2018) en su tesis “Costos de extracción y su incidencia en la rentabilidad de la cooperativa minera metalúrgica san francisco de ananea limitada, Periodo 2016” Pg. 65

Tabla 42: Consumo De Combustible Para Cargador Frontal

MES	PRECIO POR GALON	CONSUMO POR HORA	COSTO DEL COMBUSTIBLE/ HORA
ENERO	S/. 10.10	6	S/. 60.60
FEBRERO	S/. 10.10	6	S/. 60.60
MARZO	S/. 9.10	6	S/. 54.60
ABRIL	S/. 9.10	6	S/. 54.60
MAYO	S/. 9.10	6	S/. 54.60
JUNIO	S/. 9.30	6	S/. 55.80
JULIO	S/. 9.40	6	S/. 56.40
AGOSTO	S/. 10.20	6	S/. 61.20
SEPTIEMBRE	S/. 10.20	6	S/. 61.20
OCTUBRE	S/. 10.20	6	S/. 61.20
NOVIEMBRE	S/. 10.20	6	S/. 61.20
DICIEMBRE	S/. 10.00	6	S/. 60.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 702.00</b>

Fuente: Según (Mamani Quispe, 2018) en su tesis “Costos de extracción y su incidencia en la rentabilidad de la cooperativa minera metalúrgica san francisco de ananea limitada, Periodo 2016” Pg. 73

## CAPÍTULO VI: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 6.1. Presentación de Resultados:

#### 6.1.1 Ahorro de Materias Primas:

En la Figura N° 77 (Potencial de áridos en el Perú por regiones), se muestra el porcentaje de producción de áridos en el Perú (repartidas en 296 canteras en todo el territorio nacional), que producen un total de 1,134,240 toneladas de áridos naturales en la ciudad de Arequipa que le corresponde un 10.47% del total de áridos producidos en Perú, a la ciudad de Lima le corresponde un 32.77% siendo su producción de áridos calculados con el porcentaje respectivo, haciendo una proyección con la tasa de crecimiento de los áridos se obtiene la Tabla N°43, esta nos muestra la cantidad de áridos que necesitara la ciudad de Lima hasta el año 2025.

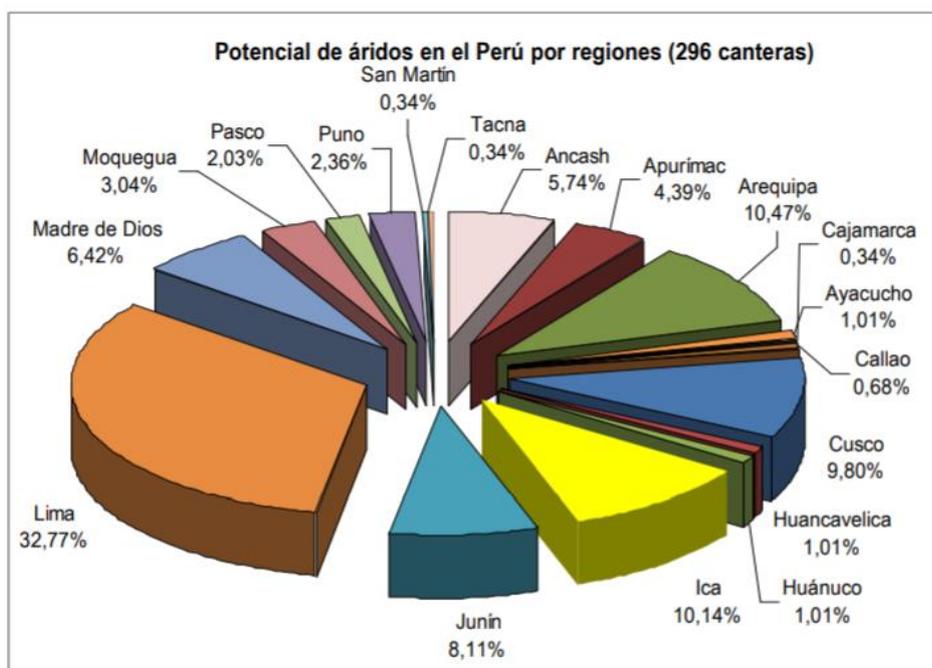


Figura 77: Potencial de áridos en el Perú por regiones

Fuente: Estudio Geológico – Económico de Rocas y minerales industriales de Arequipa y alrededores

Según (Díaz Valdiviezo & Ramírez Carrión , 2010) en su estudio “Estudio Geológico-Económico de Rocas y Minerales Industriales de Arequipa y Alrededores” Pg. 26

Tabla 43: Producción de áridos por toneladas

<b>PRODUCCIÓN DE ÁRIDOS EN TONELADAS</b>			
<b>Año</b>	<b>Arequipa</b> <b>10.47%</b>	<b>P. Anual</b> <b>100%</b>	<b>Lima</b> <b>32.77%</b>
<b>2005</b>	1,134,240	10,833,238	3,550,052
<b>2006</b>	1,200,000	11,461,318	3,755,874
<b>2007</b>	1,265,760	12,089,398	3,961,696
<b>2008</b>	1,331,520	12,717,479	4,167,518
<b>2009</b>	1,397,280	13,345,559	4,373,340
<b>2010</b>	1,463,040	13,973,639	4,579,161
<b>2011</b>	1,528,800	14,601,719	4,784,983
<b>2012</b>	1,594,560	15,229,799	4,990,805
<b>2013</b>	1,660,320	15,857,880	5,196,627
<b>2014</b>	1,726,080	16,485,960	5,402,449
<b>2015</b>	1,791,840	17,114,040	5,608,271
<b>2016</b>	1,857,600	17,742,120	5,814,093
<b>2017</b>	1,923,360	18,370,201	6,019,915
<b>2018</b>	1,989,120	18,998,281	6,225,737
<b>2019</b>	2,054,880	19,626,361	6,431,559
<b>2020</b>	<b>2,120,640</b>	<b>20,254,441</b>	<b>6,637,380</b>
<b>2021</b>	<b>2,186,400</b>	<b>20,882,521</b>	<b>6,843,202</b>
<b>2022</b>	2,252,160	21,510,602	7,049,024
<b>2023</b>	2,317,920	22,138,682	7,254,846
<b>2024</b>	2,383,680	22,766,762	7,460,668
<b>2025</b>	2,449,440	23,394,842	7,666,490

Fuente: Elaboración propia basado en (Díaz Valdiviezo & Ramírez Carrión , 2010) en su estudio “Estudio Geológico-Económico de Rocas y Minerales Industriales de Arequipa y Alrededores” Pg. 27

#### 6.1.1.1. Producción de RCD por año:

De acuerdo al “El Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y el Callao 2014”, estudio elaborado por el Instituto de la Construcción y Desarrollo – ICD (2014) las construcciones iniciadas desde agosto del 2013 hasta julio de 2014 tuvieron un área construida total de 5 327 560 m<sup>2</sup>.

Tabla 44: Producción de RCD por año

<i>Año</i>	<i>(%) Crecimiento</i>	<i>m2 construido</i>	<i>Coficiente</i>	<i>RCD m3</i>	<i>Densidad</i>	<i>RCD a Tm</i>
<b>2014</b>	-2.20	5,327,560.00	0.144	767,168.64	2.60	295,064.86
<b>2015</b>	-4.20	2,790,626.67	0.144	401,850.24	2.60	154,557.78
<b>2016</b>	-5.40	2,170,487.41	0.144	312,550.19	2.60	120,211.61
<b>2017</b>	0.20	5,811,883.64	0.144	836,911.24	2.60	321,888.94
<b>2018</b>	4.20	15,498,356.36	0.144	2,231,763.32	2.60	858,370.51
<b>2019</b>	4.30	15,740,518.18	0.144	2,266,634.62	2.60	871,782.55
<b>2020</b>	<b>3.80</b>	<b>14,529,709.09</b>	<b>0.144</b>	<b>2,092,278.11</b>	<b>2.60</b>	<b>804,722.35</b>
<b>2021</b>	<b>4.00</b>	<b>15,014,032.73</b>	<b>0.144</b>	<b>2,162,020.71</b>	<b>2.60</b>	<b>831,546.43</b>

Fuente: Elaboración propia basada en los autores (Carbajal Silva, 2018) y datos estadísticos del INEI.

La Tabla N° 44 es obtenida a partir de la información brindada por la tesista (Carbajal Silva, 2018) en el cual ella nos indica que el coeficiente de producción de RCD por año es 0.144 m<sup>3</sup> de RCD/m<sup>2</sup> construido. El dato de m<sup>2</sup> construido es una información obtenida a partir de “El Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y el Callao 2014”, estudio elaborado por el Instituto de la Construcción y Desarrollo – ICD (2014). A partir de esta información podemos proponer que la generación de RCD de las edificaciones que iniciaron su construcción durante el periodo agosto 2013 – julio 2014 (un año) en Lima y Callao pudo variar entre 767 169 m<sup>3</sup>, con el PBI brindado por el INEI en la Figura N° 66 (Inversión Privada 2011-2021) y Figura N° 67 (Coeficientes de generación de RCD por m<sup>2</sup> construido) multiplicándolo con el coeficiente de 0.144 m<sup>3</sup> de RCD por m<sup>2</sup> proporcionado en la tesis de (Carbajal Silva, 2018) , y pasando a toneladas con el coeficiente de 2.60 considerando densidad de arenisca, se obtiene el RCD producido anualmente hasta el 2021.

6.1.1.2. Porcentaje de Reaprovechamiento de RCD y Material para productos reciclados:

En la Tabla N° 45 se tiene que el porcentaje de Reaprovechamiento de los RCD es un 73%, Siendo la proyección de recuperación de residuos para el año 2020 es de 587,447.32 Ton, y para el 2021 de 607,028.89 Ton.

Tabla 45: Cantidad de RCD ton por año recuperado a materia prima

AÑO	(%) CRECIMIENTO	M2 CONSTRUIDO	COEFICI ENTE	RCD M3	RCD A TM	% DE RECUPERA CIÓN	MATERIA PRIMA RCD (Ton)
2020	3.80	14,529,709	0.144	<b>2,092,278.11</b>	804,722.35	<b>73 %</b>	<b>587,447.32</b>
2021	4.00	15,014,032	0.144	<b>2,162,020.71</b>	831,546.43	<b>73 %</b>	<b>607,028.89</b>

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla N° 45 nos muestra la cantidad de RCD recuperado para ser utilizado como materia prima en productos de construcción reciclados y transformados a tejas, adoquines y bloques, nos indica que en el 2020 con la tasa de crecimiento y el m2 construido multiplicado al factor de coeficiente de 0.144 se tiene el RCD en m<sup>3</sup> y este dividido entre la densidad de RCD considerado como arenisca 2.60 nos da un total de 804,722.35 toneladas con el porcentaje de recuperación a 73% se obtiene un 587,447.32 toneladas de RCD que puede ser usado como materia prima para productos de construcción reciclados. El mismo procedimiento se realiza para la proyección del año 2021 en el cual nos da un total de 607,028.89 toneladas anuales de RCD como materia prima que puede estar dividida entre agregado grueso, agregado fino y confitillo.

#### 6.1.2 Calidad del aire:

##### 6.1.2.1. Estimación y comparación de emisión de CO2 en función a su velocidad:

Con la finalidad de obtener la estimación de CO2, de acuerdo a la tabla N° 37 y con ayuda de la figura N°73 (Velocidades de camiones), se seleccionó la emisión en función de las velocidades de 12 Km/h y 54 Km/h, considerando los trayectos de Surco a Portillo grade y Suco a Villa el salvador.

Tabla 46: Emisión de dióxido de carbono en función a la velocidad (12 Km/h)

Emisión en función a la velocidad (12 Km/h)	DISTANCIA EN Km	TRAYECTO	TOTAL DE CO2	TOTAL DE CO2
1629.90 (g CO2/ Km)	40 Km	<b>SURCO</b> - PORTILLO GRANDE	<b>65,196.00 (g CO2)</b>	<b>65 (Kg CO2)</b>
1629.90 (g CO2/ Km)	11.5 Km	<b>SURCO</b> - VILLA SALVADOR	<b>18,743.85 (g CO2)</b>	<b>18 (Kg CO2)</b>

Fuente: elaboración Propia

Tabla 47: Emisión de dióxido de carbono en función al velocidad (54 Km/h)

Emisión en función a la velocidad (54 Km/h)	DISTANCIA EN Km	TRAYECTO	TOTAL DE CO2	TOTAL DE CO2
487.52 (g CO2/Km)	40 Km	SURCO - PORTILLO GRANDE	19500.8 (g CO2)	19 (Kg CO2)
487.52 (g CO2/Km)	11.5 Km	SURCO - VILLA SALVADOR	5606.4 (g CO2)	5,6 (Kg CO2)

Fuente: elaboración Propia

#### 6.1.2.2. Estimación y comparación de Reducción de CO2 por proyección anual:

Como podemos observar en la tabla N° 36, la estimación de camiones desde el año 2016 hasta el 2025, en función a ello y a lasta tablas N° 46 y 47 Podemos obtener las Toneladas de CO2

Tabla 48: Reducción de dióxido de carbono en función al velocidad (54 Km/h)

Año	N° de camiones	40 km (Kg / CO2)	11 km (Kg / CO2)	Dif. De CO2	Kg CO2	Ton CO2
2020	134788	19	5.6	13.4	1806153	1,806
2021	139761	19	5.6	13.4	1872800	1,873
2022	144918	19	5.6	13.4	1941907	1,942
2023	150266	19	5.6	13.4	2013563	2,014
2024	155811	19	5.6	13.4	2087863	2,088
2025	161560	19	5.6	13.4	2164904	2,165

Fuente: elaboración Propia

Tabla 49: Reducción de dióxido de carbono en función al velocidad (12 Km/h)

Año	N° de camiones	40 km (Kg / CO2)	11 km (Kg / CO2)	Dif. De CO2	Kg CO2	Ton CO2
2020	134788	65	18	47	6,335,015	6,335
2021	139761	65	18	47	6,568,777	6,569
2022	144918	65	18	47	6,811,165	6,811
2023	150266	65	18	47	7,062,497	7,062
2024	155811	65	18	47	7,323,103	7,323
2025	161560	65	18	47	7,593,320	7,593

Fuente: elaboración Propia

### 6.1.2.3. Comparación de Reducción de CO2:

Con la finalidad de obtener la reducción de CO2 en la tabla N°50 y de acuerdo a la Tabla N° 32, se logra obtener la comparación de emisión de CO2 en función a la producción de áridos reciclados y naturales. Y de acuerdo ello y con la ayuda de la tabla N°43, podemos obtener la estimación en tonelaje de emisión de CO2 para los años 2020 al 2025.

Tabla 50: Reducción de dióxido de carbono

<b>Año</b>	<b>Ton. De áridos en lima</b>	<b>Árido reciclado por 1 tonelada</b>	<b>Emisión de CO2 Ton</b>	<b>Árido natural 1 tonelada</b>	<b>Emisión de CO2 Ton</b>	<b>Reducción de CO2 Ton</b>
2020	6,637,380	3 Kg CO2	19,912	7.3 Kg CO2	48,453	28,541
2021	6,843,202	3 Kg CO2	20,530	7.3 Kg CO2	49,955	29,426
2022	7,049,024	3 Kg CO2	21,147	7.3 Kg CO2	51,458	30,311
2023	7,254,846	3 Kg CO2	21,765	7.3 Kg CO2	52,960	31,196
2024	7,460,668	3 Kg CO2	22,382	7.3 Kg CO2	54,463	32,081
2025	7,666,490	3 Kg CO2	22,999	7.3 Kg CO2	55,965	32,966

Fuente: elaboración Propia

- Comparación de gastos de combustible de un volquete

Con la Tabla N° 42 se compara el km con el combustible consumido, en la Figura N° 76 (Precios de los combustibles por galón en Nuevos Soles Peruanos) nos dan los precios en lista del Diésel con esto obtenemos la tabla N° 51 (Gasto de combustible de un volquete que traslada RCD).

De acuerdo a la tabla N° 51, se puede observar que la diferencia en costo para un recorrido de 40 km de Santiago de Surco a Portillo Grande es de S/. 149.54 y de Santiago de Surco a nuestra planta de tratamiento con un recorrido de 11 km es S/. 41.12 siendo una diferencia de S/. 108.42 en un solo viaje.

Tabla 51: Gasto de combustible de un volquete que traslada RCD

KM	RUTA	MÁQUINA	CANTIDAD DE GALONES	PRECIO DE PETRÓLEO		IMPORTE	
				Diésel B5	Diésel B6 UV	Diésel B5	Diésel B6 UV
40	PORTILLO GRANDE - SURCO	VOLQUETE	12.40	12.06	11.13	S/ 149.54	S/ 138.01
11	VILLA SALVADOR- SURCO	VOLQUETE	3.41	12.06	11.13	S/ 41.12	S/ 137.95

Fuente: elaboración Propia

Tabla 52: Costos de consumo de combustible y costos de operación de una cantera tradicional

COSTOS DE OPERACIÓN				GASTOS DE COMBUSTIBLE			
MAQUINARIA	Alquiler	Hrs operación	Alquiler Mensual	Precio galón	Consumo 1 hora	Hrs operación	Gasto Mensual
	(S/.)	(Hrs)	(S/.)	(S/.)	(Galones)	(Hrs)	(S/.)
Retroexcavadora	S/120.00	8	S/ 24,960.00	S/ 10.10	7.50	8	S/15,756.00
Volquete	S/120.00	8	S/ 24,960.00	S/ 10.10	2.1	8	S/4,411.68
Cargador frontal	S/120.00	8	S/ 24,960.00	S/ 10.10	6.00	8	S/12,604.80
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 74,880.00</b>	<b>TOTAL</b>			<b>S/32,772.48</b>

Fuente: Elaboración propia. Basada en la tesis “Costos de extracción y su incidencia en la rentabilidad de la cooperativa minera metalúrgica san francisco de Ananea limitada, periodo 2016” de Mayumi Flavia Mamani Quispe

Tabla 53: Costos de operación de una planta de tratamiento de RCD

MAQUINARIA	COSTOS DE OPERACIÓN			
	POTENCIA	CONSUMO		COSTOS
	KiloWatts (KW)	Consumo (Hrs)	Días de uso	Tarifa Mensual (S/./KWh)
Tolva metálica de alimentación	2.2	8	26	S/ 0.34 S/ 155.58
Criba vibrante	5.0	8	26	S/ 0.34 S/ 3,250.00
Cintas transportadoras	7.5	8	26	S/ 0.34 S/ 4,875.00
Tromel de clasificación	3.5	8	26	S/ 0.34 S/ 2,275.00
Una cinta transportadora serie C3/100	3.0	8	26	S/ 0.34 S/ 1,950.00
Machacadora gravilladora	50.0	8	26	S/ 0.34 S/ 32,500.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 45,005.58</b>

Fuente: Elaboración propia. La potencia de las maquinarias es basada en la descripción técnica según la cotización de (TECYMACAN S.L, 2020), mientras que la tarifa S/ KWh de S/ 0.34

Se aprecia que tener en operación la planta de RCD es más rentable que producir áridos de una cantera, por lo tanto, en el futuro las empresas tendrán en cuenta dejar sus residuos en la planta de tratamiento, y optarán por comprar los productos reciclados de la planta a usar las de la cantera tradicional. Por último hacemos un análisis de la calidad del aire en la ciudad de Lima.

## 6.2 Análisis e interpretación de los Resultados:

Los resultados que obtuvimos son proyecciones estadísticas que estiman el crecimiento de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Lima, por lo tanto, estos resultados pueden ser considerados para futuros estudios en ciudades, de similar tasa de crecimiento del sector construcción ya que es la actividad que generara gran porcentaje de residuos.

- Interpretación de Resultado N° 1: Ahorro de Materias Primas

En la Tabla N° 44 “Producción de RCD por año” nos describe que, la proyección para el año 2020 y 2021, los residuos de construcción oscilaran entre los 2 millones de metros cúbicos, convirtiendo a Toneladas es alrededor de 804,722.35 Ton

Así mismo, de acuerdo a la Tabla N° 45 “Cantidad de RCD ton por año recuperado a materia prima” Los residuos de construcción en Lima podrían ser reutilizados hasta en un 73%, Siendo la proyección de recuperación de residuos para el año 2021 de 607,028.89 Ton. y de acuerdo a la Tabla N° 43 “Producción de áridos por toneladas” la producción de áridos naturales para el departamento de Lima y para el año 2021, se requiere de 6,843,202 Ton de áridos, y en comparación con la proyección de recuperación vendría hacer el 8.87 % de la demanda de abastecimiento de áridos en Lima, lo cual permitiría un desarrollo más sostenible de nuestro país.

En el ámbito de ahorro de materias primas también tenemos los materiales para la construcción que son provenientes de los RCD, estos materiales son elaborados a partir de un proceso de transformación con dosificaciones para que cumplan los requisitos de calidad que exigen las normas de construcción, estos elementos transformados pueden ser adoquines, tejas, bloques de concreto.

Tabla 54: Cantidad de RCD ton por año

AÑO	(%) CRECIMIENTO	M2 CONSTRUIDO	COEFICIENTE	RCD M3	DENSIDAD	RCD A TM
2020	3.80	14,529,709.09	0.144	<b>2,092,278.11</b>	2.60	<b>804,722.35</b>
2021	4.00	15,014,032.73	0.144	<b>2,162,020.71</b>	2.60	<b>831,546.43</b>

Fuente: Elaboración Propia, En la Tabla N° 58 nos describe que, la proyección para el año 2020 y 2021 los residuos de construcción oscilaran entre los 2 millones de metros cúbicos, convirtiendo a Toneladas es alrededor de 804,722.35 Ton

Así mismo, de acuerdo a la Tabla N° 29, Los residuos de construcción en Lima podrían ser reutilizados hasta en un 73%, Siendo la proyección de recuperación de residuos para el año 2021 de 607,028.89 Ton. y de acuerdo a la Tabla N° 43 producción de áridos naturales para el departamento de Lima y para el año 2021, se requiere de 6,843,202 Ton de áridos, y en comparación con la proyección de recuperación vendría hacer el 8.87 % de la demanda de abastecimiento de áridos en Lima, lo cual permitiría desarrollo más sostenible de nuestro país.

Tabla 55: Cantidad de RCD ton por año recuperado a materia prima

AÑO	(%) CRECIMIENTO	M2 CONSTRUIDO	COEFICIENTE	RCD M3	RCD A TM	% DE RECUPERACIÓN	MATERIA PRIMA RCD (Ton)
2020	3.80	14,529,709	0.144	<b>2,092,278.11</b>	804,722.35	<b>73 %</b>	<b>587,447.32</b>
2021	4.00	15,014,032	0.144	<b>2,162,020.71</b>	831,546.43	<b>73 %</b>	<b>607,028.89</b>

Fuente: Elaboración Propia. Con la recuperación de residuos podemos obtener áridos provenientes del reciclaje

- Interpretación de Resultados N° 2: Calidad del Aire:

Con la ayuda de la Tabla N° 56 podemos describir la Proyección parque automotor de camiones o vehículos pesados en la ciudad de Lima. Encontrándose para el año 2025, la cantidad de 161,560 vehículos, esto nos da una aproximación a la emisión de CO2 que se propagara en nuestro medio ambiente.

Tabla 56: Proyección de vehículos

AÑO	TASA DE CRECIMIENTO	N° DE CAMIONES
<b>2020</b>	<b>3.69%</b>	<b>134788</b>
2021	3.69%	139761
2022	3.69%	144918
2023	3.69%	120904
2024	3.69%	120904
<b>2025</b>	<b>3.69%</b>	<b>161560</b>

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, realizando el análisis de la tabla N°57, “Emisión de dióxido de carbono en función a la velocidad (12 Km/h)”, podemos observar la emisión total de CO<sub>2</sub> al realizar Un solo viaje desde santiguo de Surco hasta Portillo Grande es equivalente a 65 (Kg CO<sub>2</sub>) y realizando la comparación entre el mismo punto de origen hasta la planta de tratamiento ubicad en Villa el salvador se obtiene un total de 18 Kg CO<sub>2</sub>, obteniendo un ahorro 47 kg de CO<sub>2</sub> por cada viaje realizado, el cual tomando en consideración la Tabla N°49 “Reducción de dióxido de carbono en función al velocidad (12 Km/h)” podemos decir para que año 2025 dejaremos de emitir 7,593 Ton de CO<sub>2</sub>

Tabla 57: Emisión de dióxido de carbono en función a la velocidad (12 Km/h)

DISTANCIA EN Km	TRAYECTO	TOTAL DE CO2 Emisión en función a la velocidad (12 Km/h)
40 Km	<b>SURCO</b> - PORTILLO GRANDE	<b>65 (Kg CO2)</b>
11.5 Km	<b>SURCO</b> - VILLA SALVADOR	<b>18 (Kg CO2)</b>

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, realizando el análisis de la tabla N°58, “Emisión de dióxido de carbono en función a la velocidad (54 Km/h)”, podemos observar la emisión total de CO<sub>2</sub> al realizar Un solo viaje desde santiguo de Surco hasta Portillo Grande es equivalente a 19 (Kg CO<sub>2</sub>) y realizando la comparación entre el mismo punto de origen hasta la planta de tratamiento ubicad en Villa el salvador se obtiene un total de 5.6 Kg CO<sub>2</sub>, obteniendo un ahorro 13.4 kg de CO<sub>2</sub> por cada viaje realizado, el cual tomando en consideración la Tabla N°48 “Reducción de dióxido de carbono en función al velocidad (54 Km/h)” podemos decir para que año 2025 dejaremos de emitir 2,165Ton de CO<sub>2</sub>

Tabla 58: Emisión de dióxido de carbono en función al velocidad (54 Km/h)

DISTANCIA EN Km	TRAYECTO	TOTAL DE CO2 Emisión en función a la velocidad (54 Km/h)
40 Km	SURCO - PORTILLO GRANDE	19 (Kg CO2)
11.5 Km	SURCO - VILLA SALVADOR	5,6 (Kg CO2)

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, con la ayuda de la tabla N° 43, el cual nos describe el crecimiento de los áridos en Lima encontrándose un aumento anual 65,760 toneladas por año, así mismo Lima representa el 32.77% de la producción de áridos del Perú. El cual, nos permite obtener con la ayuda de la tabla N°32, 3 Kg CO2 y 7.3 Kg CO2 por tonelada de áridos reciclados y áridos naturales. Lo que conlleva a reducción de CO2 en función a la producción de áridos

Tabla 59: Reducción de CO2 en Toneladas

Año	Ton. De áridos en lima	Reducción de CO2 Ton
2020	6,637,380	28,541
2021	6,843,202	29,426
2022	7,049,024	30,311
2023	7,254,846	31,196
2024	7,460,668	32,081
2025	7,666,490	32,966

Fuente: Elaboración propia

### Costos operativos

Con la ayuda de la Tabla N° 51 “Gasto de combustible de un volquete que traslada RCD” podemos observar la comparación de galones de combustible para realizar el trayecto desde Santiago de Surco hasta Portillo grade resultando como consumo 12.40 Galones, una inversión de S/ 149.54 soles. En comparación desde el mismo punto de origen hasta la instalación de la planta de tratamiento se obtiene 3.41 Galones equivalente a S/ 41.12 soles. Encontrándose un ahorro de S/ 108.42 soles.

Tabla 60: Ahorro en soles por cantidad de camiones

<b>Año</b>	<b>N° de camiones</b>	<b>Portillo Grande</b>	<b>Planta RCD</b>	<b>Dif. De Km</b>	<b>Precio diésel</b>	<b>Ahorro en soles</b>
<b>2020</b>	134788	40 km	11 km	29	12.06	47,140,755.12
<b>2021</b>	139761	40 km	11 km	29	12.06	48,880,012.14
<b>2022</b>	144918	40 km	11 km	29	12.06	50,683,621.32
<b>2023</b>	150266	40 km	11 km	29	12.06	52,554,030.84
<b>2024</b>	155811	40 km	11 km	29	12.06	54,493,339.14
<b>2025</b>	161560	40 km	11 km	29	12.06	56,503,994.40

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, con la ayuda de las tablas N°52 y N° 53. Podemos comparar los costos de operaciones de una cantera tradicional y una planta de tratamiento de residuos de RCD, encontrando como inversión mensual en suministros eléctricos S/. 45,005.58 soles para una planta de tratamiento de RCD y para la cantera tradicional una de inversión de combustible S/. 72,687.68 encontrándose un beneficio económico de S/ 27,682.1 soles.

### 6.3. Contrastación de las Hipótesis

#### 6.3.1. Hipótesis General:

Si implementamos una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, esta incidirá significativamente en el impacto ambiental de la ciudad de Lima.

Al finalizar el análisis de los resultados logramos comprobar que la instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición incidirán significativamente en la ciudad de Lima debido a la producción de áridos reciclados lo que conllevando al ahorro de materias primas y la disminución de CO<sub>2</sub>, así mismo la instalación en de la planta en el distrito de villa el salvador reducirá la emisión de CO<sub>2</sub> debido a la reducción de tiempo y recorrido de los camiones, en tanto la tabla N° 48 y Tabla N°49 muestra que para el año 2025 un aproximado de 2,165Ton a 7,593 Ton de CO<sub>2</sub>

#### 6.3.2. Hipótesis Específicas:

a) Si implementamos una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, esta ayudara en el ahorro de materias primas en el sector construcción en la ciudad de Lima.

En la tabla N° 29 “Porcentaje de Recuperación de los RCD” y la tabla N° 28 “Residuo reciclable y no reciclable según su componente” se aprecia que el porcentaje de recuperación de RCD es de 73% tomando en cuenta los materiales de las demoliciones los cuales son restos de columnas, vigas y también los elementos de tabiquería, techos y tejas, todos estos materiales reciclados pasan a la planta de tratamiento son triturados y luego se clasifican de acuerdo a su granulometría en agregado fino y agregado grueso, en la misma tabla se aprecia que se obtiene para el año 2020 un total de 587,447.32 ton de RCD que puede ser utilizado y en la proyección para el año 2021 607,028.89 ton, toda esa cantidad de RCD puede ser reutilizado en materiales reciclados, estos pueden ser adoquines, tejas, bloques de concreto, estos materiales permiten un desarrollo sostenible en la ciudad, continuando con el ahorro de materias primas para construir los edificios con sótanos y en el proceso de construcción para armar los cimientos de las viviendas unifamiliares o multifamiliares, existe una extracción de tierra, esta tierra muchas veces es de cantidades considerables para lo cual ya no se puede usar para rellenar en la

obra, y pasa a los EPRS para que la lleven a un lugar de disposición final, esta saturaría los rellenos sanitarios, en la planta pretendemos darle un uso a esa tierra para la elaboración de ladrillos de adobe.

b) Si implementamos una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, esta mejorara la calidad del aire en la ciudad de lima.

Si implementamos la planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición en el distrito de villa el salvador podremos reducir la emisión de CO<sub>2</sub>, en función a la tabla N° 36, nos indica la proyección de número de camiones; el cual trae como resultado la emisión total de CO<sub>2</sub> según Tabla N°49 “Reducción de dióxido de carbono en función al velocidad (12 Km/h)” al realizar Un solo viaje desde santiguo de Surco hasta Portillo Grande centro autorizado más cercano es equivalente a 65 (Kg CO<sub>2</sub>) y realizando la comparación entre el mismo punto de origen hasta la planta de tratamiento ubicad en Villa el salvador se obtiene un total de 18 Kg CO<sub>2</sub>, obteniendo un ahorro 47 kg de CO<sub>2</sub> por cada viaje realizado, el cual tomando en consideración podemos decir para que año 2025 dejaremos de emitir 7,593 Ton de CO<sub>2</sub>

Así mimo, realizando el análisis de la tabla N°48, “Emisión de dióxido de carbono en función a la velocidad (54 Km/h)”, podemos observar la emisión total de CO<sub>2</sub> al realizar Un solo viaje desde santiguo de Surco hasta Portillo Grande centro autorizado más cercano es equivalente a 19 (Kg CO<sub>2</sub>) y realizando la comparación entre el mismo punto de origen hasta la planta de tratamiento ubicad en Villa el salvador se obtiene un total de 5.6 Kg CO<sub>2</sub>, obteniendo un ahorro 13.4 kg de CO<sub>2</sub> por cada viaje realizado, el cual tomando en consideración la Tabla N°45 “Reducción de dióxido de carbono en función al velocidad (54 Km/h)” podemos decir para que año 2025 dejaremos de emitir 2,165Ton de CO<sub>2</sub>

Finalmente, con la producción de áridos reciclados y con la ayuda de la tabla N° 43, el cual nos describe el crecimiento de los áridos en Lima encontrando un aumento anual 65,760 toneladas por año, así mismo Lima representa el 32.77% de la producción de áridos del Perú. Y con el análisis de Tabla N° 32 podemos describir que para la producción de 1 Tonelada de árido reciclado y natural se emiten 3 Kg CO<sub>2</sub> y 7.3 Kg CO<sub>2</sub>.

Y con la ayuda de la Tabla N° 50, se describe que, si lográramos producir áridos reciclados, dejaríamos de emitir para el año 2025 un total de 32,966 Ton CO2

## CONCLUSIONES:

1. 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, este impacto posiblemente será positivo debido a que existirá una reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub>. El cual dejara de emitir para el año 2025 un aproximado de 2,165Ton a 7,593 Ton de CO<sub>2</sub>.
2. De acuerdo al Resultado de ahorro de materias primas, se concluye que podemos reutilizar hasta el 73% de los residuos de construcción y demolición, el cual parece ser insuficiente para lograr alcanzar la producción anual de los áridos naturales. Sin embargo, este porcentaje contribuye al ahorro de materias primas en un 8.87% del total de áridos necesarios para la construcción de nuevas edificaciones, no es un porcentaje muy significativo pero, este aporte ayudaría a las empresas a que opten en dejar sus residuos en la planta de tratamiento de RCD que a la larga traería beneficios económicos y ambientales a las mismas empresas y el entorno paisajístico de la ciudad de Lima
3. De acuerdo al resultado de calidad del aire, Se concluye que al instalar una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición en una zona adecuada siguiendo los lineamientos Decreto supremo N° 019 – 2016 - VIVIENDA, se podría dejar de emitir para el año 2025 de 2,165Ton a 7,593 Ton de CO<sub>2</sub>, este es un ahorro de CO<sub>2</sub> muy significativo y ayudaría a que la ciudad de Lima pueda tener una calidad del aire adecuada para la población.
4. 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

## **RECOMENDACIONES:**

- Se recomienda que para que exista un mayor ahorro en materias primas generar un protocolo en las obras para clasificar los residuos y que estos vayan a la planta ya seleccionados, de esta manera exista homogeneidad en el material y se pueda tener mejor calidad de los agregados.
- Se recomienda que para tener una mejor calidad del aire en la ciudad de Lima, instalar más plantas de tratamiento de RCD, para cubrir la demanda de las empresas constructoras y sus residuos, e instalar estas plantas en lugares céntricos de esta manera se reduce los viajes y la contaminación de los residuos, también en las demoliciones se recomienda usar plantas de tratamientos móviles y se exhorta a los especialistas en la materia intervenir con el estado en políticas que promuevan el reciclaje de los RCD, y que se de incentivos a las empresas que usan productos transformados y reciclados, que realizan una construcción verde y economía circular.
- Se recomienda si se va a poner en práctica este proyecto, considerar instalar paneles solares en los alrededores de la planta, para que exista un mayor ahorro en energía y un desarrollo más sostenible, esto ayudara no solo a bajar la emisión de CO<sub>2</sub> (principal contaminante del efecto invernadero), sino que también generara un ahorro considerable en los gastos operativos de la planta.
- Se recomienda no utilizar residuos de desmonte para los agregados que van a ser utilizados como materiales transformados ya sean adoquines o ladrillos de tabiquería.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arriola Silva. (2017). *Estudio de Pre Factibilidad para la instalación de una planta de tratamiento y Transformación de residuos de construcción en agregado de concreto .*
- Bellido, L.,Huincho J. (2017). *Diseño de pavimento flexible,bajo influencia de parametros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa - Sachapite,Huancavelica - 2017.* Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica - Peru.
- Blácido Rivera, R. E., & Mallqui Chavez, M. G. (2019). *Propuesta de un bloque de concreto con áridos reciclados procedentes del hormigón para la albañilería confinada en Lima Metropolitana.*
- Botamino Garcia, I. (2001). *Residuos de construcción y demolicion.*
- By Grupo Carman. (2017). *By Grupo Carman.* Obtenido de <https://grupocarman.com/blog/2017/09/11/motores-de-camiones-y-sus-caracteristicas/#:~:text=Para%20empezar%2C%20muchos%20coches%20utiliza n,de%20camiones%20es%20el%20diesel.>
- C., R. B. (2015). *Estudio de pesos y dimensiones de los vehiculos de carga que circula sobre las carreteras de la red vial estatal ecuatoriana.* Pontificia Universidad Catolica de Ecuador, Quito,Ecuador.
- Cabildo, M. M. (2012). *Reciclado y tratamiento de residuos.*
- Carbajal Silva, 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 .*

- Caso Medrano, H. & Falcón Guardia, J. (2011). *Rehabilitación de pavimentos de larga duración mediante el uso de mallas de acero y Slurry Sea*. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Catorce6. (14 de Julio de 2017). *Ciudades llenas de escombros*. Obtenido de <https://www.catorce6.com/actualidad-ambiental/habitat/12015-ciudades-llenas-de-escombros>
- Chávez Porras, A., Palacio León, O., & Guarín Cortés, N. L. (2014). *Unidad Logística de recuperación de residuos de construcción y demolición: Estudio de caso Bogotá D.C.*
- Cule Castañeda, M., & Solier Perez, R. M. (2019). *La carga vehicular que soporta la estructura del pavimento urbano de la Urb. prolongación Benavides y su relación con los parámetros de la norma CE 0.10*. Universidad Ricardo Palma.
- Decreto LegisLativo N° 1278, J. (2016). *Decreto LegisLativo N° 1278*. Lima: El Peruano.
- Decreto Supremo N.° 003-2013- VIVIENDA. (2013).
- Decreto Supremo N.° 019-2016-VIVIENDA . (2016).
- Diaz Bajo. (2015). *Proyecto para la instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición en la comunidad de Madrid*. Escuela Técnica superior de ingenieros de mina.
- Diaz Bajo, L. (2015). *Proyecto para la instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición en la comunidad de Madrid*.
- Diaz Bajo, L. (2015). *Proyecto para la instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición en la comunidad de Madrid*. Escuela Técnica superior de ingenieros de mina.

- Díaz Valdiviezo , A., & Ramírez Carrión , J. (2010). *Estudio Geológico-Económico de Rocas y Minerales Industriales de Arequipa y Alrededores*. Ministerio de Energía y Minas, Lima, Perú.
- Dr. Posada, C. (2016). *Aumento continuo del parque automotor, un problema que urge solucionar* . Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior Cámara de Comercio.
- Duarte Jiménez , A. J., Gallego León, E. E., & Fernández Espinosa, N. (2016). *Estudio de pre-factibilidad para el diseño de una planta de reciclaje en Bogotá de componentes pétreos generados en obras civiles*. Universidad distrital Francisco José de Caldas.
- Estévez, B., Aguadoa, A., & Josaa, A. (2003). *Environmental impact of concrete recycling, coming from construction and demolition waste (C&DW)*. Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Barcelona, España.
- (2016). *Factores de equivalencia de daño en pavimentos flexibles para condiciones argentinas*. Universidad Nacional de la Plata, La Plata. Argentina.
- Flores Diaz, J. y. (2015). *Impacto en el diseño de pavimentos debido a la actualización de factores camion en la region del Bio-Bio*. Universidad del Bio-Bio, Concepcion, Chile.
- Galindo Ruiz & Silva Nuñez, J. (2016). *Impactos ambientales producidos por el uso de maquinarias en el sector de la construcción* . Bogotá.
- Gaviria Torres, L. N., & Silva Ocampo, S. L. (2014). *Análisis de viabilidad técnica y económica de un centro de tratamiento de residuos de la construcción y demolición para Bogotá D.C.*
- Gonzales Quintana, J. (2016). *Proyecto de una planta de trituración para la producción de agregados de arena y grava a partir de residuos de construcción y demolición*

RCD. *Proyecto de una planta de trituración para la producción de agregados de arena y grava a partir de residuos de construcción y demolición RCD.*

Mexico D.F., Mexico, Mexico.

Guzmán Malagón, M. C., & Soler Jiménez, A. F. (2019). *Estudio de factibilidad para la creación de una planta para el aprovechamiento de los residuos de la construcción y demolición (RCD) en Bogotá.* Universidad de la Salle.

Guzman Malagon, S. J. (2019). Estudio de factibilidad para la creacion de una planta para el aprovechamiento de los residuos de la construccion y demilicion en Bogota . Bogota, Colombia, Colombia.

Hernandez, F. &. (2006). Metodología de la investigación.

Herrera, S. C. (2019). Influencia de la altura de toma de muestra y las estaciones del año en la calidad del aire de la población de Segunda Jerusalén, Rioja, San Martín. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN –TARAPOTO.*

Hilario Roman, N. (2017). EMISIONES CONTAMINANTES DE VEHICULOS DEL DISTRITO DE HUANCAYO. *UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU.*

INEI. (2018). *Indicadores de gestión municipal.*

(2008).*Informe de la situación actual de la gestión de residuos solidos no municipales.* Ministerio del ambiente .

Instituto Nacional de Desarrollo Urbano - INADUR. (1996). *Plan urbano de villa el salvador.*

J., O. C. (2018). *Diseño estructural de pavimento rigido de las vias urbana en el municipio del Espinal departamento de Tolima.* Universidad de Colombia, Bogota, Colombia.

- Jofra Sora, M. (2016). *Metodología para la gestión ambiental de RCD en ciudades de América Latina*.
- K., Q. P. (2016). *Diagnóstico y diseño vial del pavimento flexible: Avenida Alfonso Ugarte en el distrito de Huallhuas provincia de huancayo*. Universidad Nacional de Huancayo, Huancayo, Junin.
- Laura Guzman, M. (2019). *Analisis comparativo entre dos tipos de pavimentos de la UNALM*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Peru.
- Lopez Baquero, J. (2012). *Propuesta para el manejo adecuado de los escombros en Bogotá. Propuesta para el manejo adecuado de los escombros en Bogotá*. Bogotá, Bogotá, Colombia.
- Lopez Perez, M. D. (2017). *Gestión de residuos inertes*. Editorial CEP, S.L.
- Mamani Quispe, M. F. (2018). *Costos de extracción y su incidencia en la rentabilidad de la cooperativa minera metalúrgica san francisco de ananea limitada, Periodo 2016*. Perú.
- MAQUIPERU. (2020).
- Medina Meza. (2017). *Caracterización de los residuos sólidos generados en la obra de creación e implementación de laboratorios de simulación contable en la etapa de construcción*. Peru.
- Ministerio de comercio y exterior y turismo . (2015). *Guía de orientación al usuario del transporte terrestre*.
- Monteros, S. y. (2016). *Factores de equivalencia de daño en pavimentos flexibles para condiciones argentinas*. Universidad Nacional de la Plata, La Plata, Argentina.
- MTC. (2013). *Manual de Carreteras: Suelos , Geología , Geotecnia y Paviemento*. Lima , Peru.

- MTC. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos , Geología , Geotecnia y Pavimento*. Lima , Peru.
- Municipalidad de Villa Salvador. (2006). *Diagnóstico local participativo del consumo de drogas en el distrito de villa el salvador .*
- Muñoz Sanchez, J. J. (2019). *Planificación minera a corto plazo para la sostenibilidad de la explotación en cantera 7 de noviembre - Nueva Arica*. Perú.
- Navarro, V. D. (2017). Estudio de disposición de los residuos de construcción y demolicion provenientes de las edificaciones en el municipio de Ocaña, norte de Santander. Bogota, Colombia.
- NTP400.050. (24 de 05 de 2017). *MANEJO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN*. LIMA: INACAL 2017.
- Ocaña, H. (2018). *Propuesta técnica para el diseño geométrico y diseño estructural del pavimento flexible, pavimento semiflexible y pavimento rígido para la Avenida Las Amapolas, en los distritos de Veintiseís De Octubre y Piura, provincia de Piura, región Piura*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional De Piura, Piura, Perú.
- Oficina Catalana del Canvi Climatic. (2013). Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). España.
- Olaya Schreiberz, R. M. (2016). *en Estimación del impacto ambiental del parque de las leyendas mediante el cálculo de la huella de carbono .* Lima.
- Ordenanza N°341 MML, 06-12-01. (s.f.). *Plano vial de Lima Metropolitana*.
- Pacheco Busto, C. A., Fuentes Pumarejo, L. G., Sanchez Cotte, E. H., & Rondón Quintana, H. A. (2017). *Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión*.

- Pacheco Trogal, F., Yining, D., Labrincha, J., Tam, V., & De Brito, J. (2013). *Manual de hormigón reciclado y residuos de demolición*.
- Peña Alva, D. A. (2019). *Análisis para la selección y reemplazo de volquetes de 25 M3 de capacidad para la optimización del acreo y transporte en la operación minera - MINA LOS ANDES PERU GOLD - HUAMACHUCO*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Quevedo Muñoz, O. (2018). *Diseño de planta recicladora de residuos de construcción y demolición para disminuir el impacto ambiental en la ciudad de Lambayeque*. Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo.
- Rodriguez, D. S. (2015). *Impacto del Control de Pesos por Eje de Vehículos*. Tesis de Pregrado, Universidad Ricardo Palma, Lima- Perú.
- Santos - Monercillo y García Martínez, J. (2011). *“Gestión de residuos en las obras de construcción y demolición”*. Madrid: Tornapunta Ediciones,.
- SENCICO. (2010). *Norma CE.010 Pavimentos Urbanos*. Lima - Perú.
- SERNANP. (2020). *Sistema de áreas naturales protegidas del Perú*.
- Sevilla Chinchilla, I. A. (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*.
- Silva Amigo, J. (2016). *“Creación de una empresa para el reciclaje de residuos de la construcción y demolición”*. *“Creación de una empresa para el reciclaje de residuos de la construcción y demolición”*. Lima, Lima, Perú.
- Silva Arriola, J. (2017). *estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta de tratamiento y transformación de residuos de construcción en agregado de concreto*.

- Suarez Silgado, S., Andres Molina , J. D., Mahecha, L., & Calderón, L. (2018). *Diagnóstico y propuestas para la gestión de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Ibagué (Colombia)*.
- TECYMACAN S.L. (2020). Cotización. España.
- Torres González, E. (2017). *Normatividad nacional e internacional de emisiones contaminantes para vehículos nuevos en planta*. Mexico.
- Vallejos Palomino, J. (2004). *Las emulsiones asfálticas y el Slurry Seal*. Tesis de Pregrado, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Vargas Hernández, J. (2019). *Investigación sobre el manejo de residuos en construcción entre Europa, América Y Colombia*. Bogota, Colombia.
- Vasquez Monteros, C. (2016). *Factores de equivalencia de daño de pavimentos flexibles, analisis para condiciones tipicas de Argentina*. Universidad Nacional de La Plata, La Plata,Argentina.
- Vega - Duran, J. (2017). “Estudio de disposición y reutilización de los residuos de construcción y demolición provenientes de las edificaciones en el municipio de Ocaña, norte de Santander”. “*Estudio de disposición y reutilización de los residuos de construcción y demolición provenientes de las edificaciones en el municipio de Ocaña, norte de Santander*”. Ocaña, Santander, Colombia.
- Vidal Rainho, C. (2015). *Estudio Comparativo de los Sistemas de Gestión de RCDs entre España y Brasil*.
- Villegas Olivera, M. (2017). *Factores que incrementan el consumo de combustible en la maquinaria minera de la empresa ROBOCON Servicios S.A.C Chungar - Cerro de pasco . . Cerro de Pasco*.
- Zuñiga, O. (2018). *Diseño de la estructura de pavimento flexible de las calles comprendidas dentro del perímetro de la Ca. Vrht, Ca. La paz, Ca. Pachacutec*

y av. *Gran Chimú del Distrito de la Victoria – Chiclayo – Lambayeque*. Tesis de Grado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel – Perú .

## ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia .....	163
--------------------------------------	-----

Anexo 1 Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				metodología	
			VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE		
GENERAL	GENERAL	GENERAL	Variable independiente					
¿De qué manera la instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición puede mitigar el impacto ambiental en la ciudad de lima por medio de un análisis documental?	Instalar una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición con la finalidad de mitigar el impacto ambiental en la ciudad de lima a través de un análisis documental	Si implementamos una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, esta ayudara a mitigar el impacto ambiental de la ciudad de lima	planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición	instalación de planta de residuos de construcción y demolición	Ubicación de la Planta de RCD	Decreto supremo 019-2016-VIVIENDA	APLICADA en el sentido que fundamentamos nuestros resultados en una investigación básica	Correlacional - Descriptivo busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice
					Distribución de la planta y maquinarias	línea de producción		
				gastos operativos	costos de galón de combustible	S/.	Cualitativo ya que tendremos que seguir una serie de pasos, como el planteamiento de nuestras hipótesis y problemática, a la vez que se recolectaran datos de diversos medios documentales, buscando probar la hipótesis planteada y generar conclusiones a raíz de datos concretos proporcionados por las empresas	Hipotético ya que se propusieron hipótesis a partir de la observación de un problema con relación al desperdicio de los RCD en las playas o ríos y se generó una hipótesis asumiendo que una planta de tratamiento sería la solución al problema
	costo de operación mensual	S/.	Diseño metodológico					
PROBLEMA ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICOS	Variable dependiente				Según Propósito	Según Fuente

¿De qué manera la instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición puede ayudar en el ahorro de materias en el sector construcción en la ciudad de lima?	Instalar una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición con el fin de obtener el ahorro y de materias primas en el sector construcción en la ciudad de lima	Si implementamos la una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, esto ayudara en el ahorro de materias primas en el sector construcción en la ciudad de lima	impacto ambiental	Ahorro de materias primas	reciclaje	Kg de RCD	<b>No experimental</b> ya que es un “estudio que se realiza sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos.” (Hernandez 2006)	<b>Retrospectiva</b> ya que analizamos informaciones de un tiempo pasado y las corroboramos para sacar conclusiones.
¿De qué manera la instalación de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición puede mejorar la calidad del aire en la ciudad de lima?	Instalar una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición con el fin de mejorar la calidad del aire en la ciudad de lima	Si implementamos una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, esta mejorara la calidad del aire en la ciudad de lima		Calidad del aire	dióxido de carbono	Kg de CO2	Según el número de mediciones: es <b>transeccional</b> ya que en esta investigación se “recopilan datos en un momento único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006).	

Fuente: Elaboración Propia