

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA**

**Escuela de Posgrado**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y  
DESARROLLO SOSTENIBLE**

**DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS  
SÓLIDOS DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL CENTRO  
POBLADO MENOR AUGUSTO B. LEGUÍA  
DE LA PROVINCIA TACNA**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**YURI HERNÁN ORIHUELA SOTOMAYOR**

**Para optar el Grado Académico de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS (MAGISTER SCIENTIAE) EN  
GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**TACNA – PERÚ**


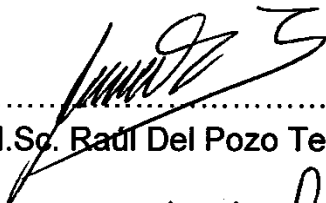
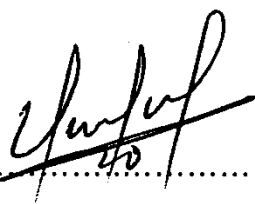
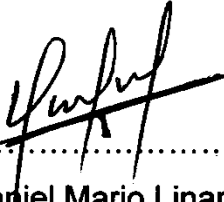
**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA  
ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE  
LA CONSTRUCCIÓN EN EL CENTRO POBLADO MENOR AUGUSTO B.  
LEGUÍA DE LA PROVINCIA TACNA**

Tesis sustentada y aprobada el 11 de diciembre de 2018; estando el Jurado calificador integrado por:

<b>PRESIDENTE</b>	:	 ..... Dr. Tólopeo Raúl Soto Pérez
<b>SECRETARIO</b>	:	 ..... M.Sc. Raúl Del Pozo Tello
<b>MIEMBRO</b>	:	 ..... Dr. Nataniel Mario Linares Gutiérrez
<b>ASESOR</b>	:	 ..... Dr. Nataniel Mario Linares Gutiérrez

## **Dedicatoria**

A Norma, mi amada esposa, porque su amor e inmenso cariño son la fuerza y la luz para seguir en el camino de mi vida.

A mis hijos: Renato, Fernanda, Alejandra y Nathalia, por ser una hermosa bendición de Dios y la razón de mi vida.

A mi padre José Luis, que desde el cielo está siempre a mi lado y tengo presente su valioso ejemplo de superación.

A mi madre Delia, por su incondicional e infinito amor y porque de ella aprendí a luchar y esforzarme para lograr mis metas.

A los horizontes que aún tengo que alcanzar.

## **Agradecimiento**

A todos los docentes de la Maestría de Gestión Ambiental de la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Al Dr. Nataniel Mario Linares Gutiérrez, asesor de esta Tesis, por sus consejos y profesionales observaciones que permitieron cumplir con los objetivos académicos y científicos del presente trabajo.

## CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
CONTENIDO.....	v
RESUMEN.....	xxx
ABSTRAC.....	xxxí
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN ...	2
1.1.1. Identificación del problema.....	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.1. Pregunta general.....	4
1.2.2. Preguntas específicas.....	5
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.3.1. En el aspecto económico.....	5
1.3.2. En el aspecto social.....	6
1.3.3. En el aspecto medio ambiental.....	7
1.4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.4.1. El Tiempo.....	8
1.4.2. Área geográfica.....	9
1.4.3. Variedad de ámbitos de estudios en la zona de intervención	9
1.4.4. Factor normativo.....	9
1.5. OBJETIVOS.....	10
1.5.1. Objetivo general.....	10
1.5.2. Objetivos específicos.....	10
1.6. HIPÓTESIS.....	10
1.6.1. Hipótesis específicas.....	11
1.6.1.1. El modelo de gestión como planificación Lean Construction	11
1.6.1.2. El modelo de gestión - transformación y tratamiento.....	11

1.6.1.3.	El modelo de gestión consecuencia y beneficio económico ambiental.....	11
1.6.2.	Variables.....	11
1.6.2.1.	Identificación de las variables.....	11
1.6.2.1.1.	Variable independiente.....	11
1.6.2.1.2.	Variable dependiente: .....	11
1.6.2.2.	Caracterización de las variables.....	12
1.6.2.2.1.	Indicadores .....	12
1.6.2.2.1.1.	Indicadores .....	12
1.6.2.2.1.2.	Indicadores Variable independiente.....,.....	12
1.6.2.2.1.3.	Variable dependiente.....	12
1.7.	DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN .....	12
1.7.1.	Tipo de estudio.....	12
1.7.2.	Nivel de Investigación.....	12
1.8.	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	13
	<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
2.1.	ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	14
2.1.1.	Bases Teóricas.....	17
2.1.1.1.	Desarrollo Sostenible de Residuos Sólidos Urbanos .....	17
2.1.1.1.1.	Definición de Sostenibilidad Aplicada a la Gestión de Residuos .....	17
2.1.1.1.2.	Principios del Desarrollo Sostenible.....	18
2.1.1.1.3.	Las Tres Erres .....	18
2.1.1.2.	Políticas de Gestión de los Residuos al Desarrollo Sostenible.....	19
2.1.1.2.1.	Políticas Ambientales.....	21
2.1.1.2.2.	Políticas Sociales.....	21
2.1.1.2.3.	Políticas Económicas.....	22
2.1.2.	Gestión Integral Residuos Sólidos Urbanos.....	22

2.1.2.1	Importancia del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos.....	22
2.1.3.	Los Residuos Sólidos Urbanos.....	24
2.1.3.1.	Generación y/o Producción de los Residuos Sólidos Urbanos.....	25
2.1.3.2.	Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos.....	26
2.1.3.2.1.	Criterios Operativos.....	26
2.1.3.2.1.1.	Aspecto Interno de la Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos.....	26
2.1.3.2.1.1.1.	Por su Origen .....	26
2.1.3.2.1.1.2.	Por Su Característica Físico Químicas.....	30
2.1.3.2.1.1.2.1.	RSU por Su Relación: Propiedad. Características. Manejo. ....	30
2.1.3.2.1.1.2.2.	Cambios en la Densidad de los Residuos: .....	31
2.1.3.2.1.2.	Aspecto Externo de la Clasificación de los RSU.....	32
2.1.3.2.1.2.1.	Impacto Ambiental y Socioeconómico de los RSU.....	32
2.1.3.2.1.2.2.	Aspecto Externo de la Composición de los RSU.....	33
2.1.3.2.1.2.3.	Los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPS) .....	34
2.1.3.2.1.2.3.1.	Tóxicos.....	34
2.1.3.2.1.2.3.2.	Persistentes.....	34
2.1.3.2.1.2.3.3.	Semi volátiles .....	34
2.1.3.2.1.2.3.4.	Bio acumulables.....	34
2.1.3.2.1.3	Aspecto Potencial de la Clasificación de los RSU.....	35
2.1.3.2.1.3.1.	Recursos renovables. ....	36
2.1.3.2.1.3.2.	Recursos no renovables. ....	36
2.1.3.2.1.3.3.	Recursos potencialmente renovables. ....	37
2.1.3.2.2.	Ciclo o Disposición Final de los Residuos Sólidos Urbanos.....	38
2.1.3.2.2.1.	Generación: .....	40
2.1.3.2.2.2.	Transporte y Recolección: .....	41

2.1.3.2.2.3.	Clasificación: .....	41
2.1.3.2.2.4.	Reutilización: .....	42
2.1.3.2.2.5.	Almacenamiento.....	42
2.1.3.2.2.6.	Tratamiento.....	42
2.1.3.2.2.7.	Reciclaje.....	43
2.1.3.2.2.8.	Disposición Final.....	43
2.2.	PRINCIPIOS BÁSICOS PARA UNA ADECUADA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	43
2.2.1.	Reaprovechamiento de los Residuos Sólidos Urbanos.....	44
2.2.2.	Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Urbanos .....	45
2.2.2.1.	Reciclaje.....	45
2.2.2.2	Compostaje.....	47
2.2.2.3.	Recuperación energética.....	47
2.2.3.	Re aprovechamiento del material reciclable.....	49
2.2.4	Residuos de la Construcción y/o Demolición.....	51
2.2.4.1.	Reciclaje en la Construcción y Demolición.....	51
2.2.4.2.	Caracterización de los Residuos de Construcción y Demolición.....	53
2.2.4.2.1.	Origen.....	53
2.2.4.2.1.1	Sector de la edificación - vivienda y edificios utilitarios .....	53
2.2.4.2.1.2.	Sector de infraestructuras.....	54
2.2.4.2.2.	Composición de los Residuos de la Construcción.....	54
2.2.4.2.3.	Aspectos de Riesgo y Peligrosidad de los RDC.....	55
2.2.4.2.4.	Atendiendo a su Origen.....	56
2.2.4.2.4.1.	Residuos de demolición: .....	56
2.2.4.2.4.2.	Residuos de construcción .....	56
2.2.4.2.4.3.	Residuos de excavación: .....	56
2.2.4.2.5.	En Función de sus Características de Peligrosidad .....	56
2.2.4.2.5.1.	Residuos inertes: .....	56
2.2.4.2.5.2.	Residuos especiales.....	56
2.2.4.2.5.3.	Residuos banales: .....	56

2.2.4.3.	Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición.....	56
2.2.4.3.1.	Reutilización .....	56
2.2.4.3.2.	Reciclaje .....	57
2.2.4.3.3	Concepto de Desperdicio de Materiales.....	57
2.2.4.3.3.1.	Otras definiciones:	59
.....		
2.2.4.3.4.	Estimación Desperdicio en Obra en m <sup>3</sup> por m <sup>2</sup> de Construcción.....	60
2.2.4.4.	Clasificación del Desperdicio de Materiales.....	61
2.2.4.4.1.	Los Desperdicios según el Sistema de Producción.....	61
2.2.4.4.2.	Los Desperdicios según la Etapa del Proceso.....	62
2.2.4.5.	Residuos en la Actividad de la Construcción .....	64
2.2.4.5.1.	Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición .....	64
2.2.4.5.2.	Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición.....	64
2.2.4.5.3.	Manejo de Residuos Sólidos .....	64
2.2.4.5.4.	Instrumentos de Gestión Ambiental .....	65
2.2.4.6.	Aspectos a Considerar para el Reaprovechamiento de los Residuos de la Construcción y Demolición .....	65
2.2.4.7.	Acciones del Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición.....	66
2.2.4.7.1.	Segregación de Residuos .....	66
2.2.4.7.2.	Comercialización de Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición .....	66
2.2.4.7.3.	Reciclaje de Residuos .....	66
2.2.4.7.4.	Reciclaje de concreto de demolición .....	67
2.2.4.7.5.	Reciclaje de materiales de demolición no clasificados .....	68
2.2.4.7.6.	Transporte de residuos sólidos de la construcción y demolición.....	68
2.2.4.7.7.	Residuos sólidos no peligrosos de la construcción y demolición.....	69

2.2.4.7.8.	Residuos sólidos peligrosos de la construcción y demolición.....	70
2.2.4.7.8.1.	Manejo de residuos peligrosos en la construcción.....	71
2.2.4.7.8.2.	Autorización para transportar residuos peligrosos .....	71
2.2.4.7.8.3.	Acondicionamiento y almacenamiento de residuos peligrosos.....	72
2.2.5.	Impactos Ambientales .....	72
2.2.5.1.	Consecuencias en el Medio Ambiente .....	73
2.2.5.2.	Planta de tratamiento y procesamiento de residuos sólidos.	<b>73</b>
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	76
2.3.1.	Acopio:.....	76
2.3.2.	Aprovechamiento: .....	76
2.3.3.	Botadero.....	76
2.3.4.	Centro de acopio: .....	76
2.3.5.	Centro de transferencia: .....	76
2.3.6.	Centros de tratamiento y/o aprovechamiento.....	77
2.3.7.	Código LER: .....	77
2.3.8.	Código CER: .....	77
2.3.9.	Concreto: .....	77
2.3.10.	Conminución .....	78
2.3.11.	Desarrollo sostenible.....	79
2.3.12.	Ecosistema.....	79
2.3.13.	Escombros .....	79
2.3.14.	Generador.....	79
2.3.15.	Gestión integral de residuos sólidos .....	79
2.3.16.	Gestión sostenible.....	80
2.3.17.	Gestor integral.....	80
2.3.18.	Gestión integral de residuos domiciliarios.....	81
2.3.19.	Modelo:.....	81
2.3.20.	Pequeños generadores o generadores domiciliarios .....	81
2.3.21.	Plan de gestión de RCD en la obra.....	81

2.3.22.	PIN.....	81
2.3.23.	Poseedor.....	82
2.3.24.	Reciclaje .....	82
2.3.25.	Reciclaje industrializado.....	82
2.3.26.	Reciclar.....	82
2.3.27.	Recolección.....	82
2.3.28.	Reducir.....	83
2.3.29.	Residuo.....	83
2.3.30.	Residuos agrícolas.....	83
2.3.31.	Residuos biodegradables.....	83
2.3.32.	Residuos de construcción o demolición.....	83
2.3.33.	Residuos biomédicos.....	84
2.3.34.	Residuo sólido comercial.....	84
2.3.35.	Residuo sólido domiciliario.....	84
2.3.36.	Residuo sólido especial.....	84
2.3.37.	Residuo sólido municipal.....	84
2.3.38.	Residuos sólidos urbanos.....	84
2.3.39.	Reusar.....	85
2.3.40.	Reutilización.....	85
2.3.41.	Transportador.....	85
2.3.42.	Tratamiento: .....	85
2.3.43.	Trazabilidad.....	85
2.3.44.	Trituración .....	85
2.3.45.	Sitio de disposición final.....	85
2.3.46.	Sensibilización ambiental .....	86
	<b>CAPÍTULO III: MARCO FILOSÓFICO .....</b>	<b>87</b>
	<b>CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>89</b>
4.1.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	90
4.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO.....	90

4.2.1.	Determinación de la Muestra. ....	90
4.3.	ACCIONES Y ACTIVIDADES PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	91
4.4.	TÉCNICAS Y MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	91
4.4.1.	Entrevistas .....	92
4.4.2.	Encuestas .....	92
4.4.3.	La observación.....	92
4.4.4.	Diccionario de datos.....	93
4.4.5.	Diagrama de flujo.....	93
4.4.6.	Procesamiento y análisis de datos.....	94
4.5.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	95
	<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS</b> .....	97
5.1.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	97
5.1.1.	Región de Tacna.....	97
5.1.2.	Valor agregado bruto de Tacna.....	97
5.1.3.	Estructura productiva de Tacna .....	98
5.1.4.	Economía .....	98
5.1.4.1.	Producción departamental.....	98
5.1.4.2.	Índice del sector construcción .....	99
5.1.5.	Población de la región de Tacna .....	101
5.1.5.1.	Distribución Poblacional Cuantitativa – Región de Tacna ...	101
5.1.5.2.	Estimaciones y proyecciones de población por sexo Región y Provincia de Tacna, 2012.....	104
5.1.5.	El Centro Poblado Menor Augusto B. Leguía.....	106
5.1.6.1.	Ubicación.....	107
5.1.6.2.	Delimitación.....	108
5.1.6.3.	Población del Centro Poblado Menor Augusto B. Leguía	110
5.1.6.4.	Estimación de número de familias en el C.P.M. A. B. Leguía Provincia de Tacna.....	110
5.1.6.5.	Tasa porcentual .....	112
5.1.6.5.1.	Densidad Poblacional del C.P.M. Augusto B. Leguía. ....	112

5.1.6.6.	Usos de Suelo del C.P.M. Augusto B. Leguía .....	113
5.1.6.7.	Estado Legal de la propiedad en el CPM Leguía.....	114
5.1.6.8.	Características físicas de la edificación.....	115
5.1.6.8.1.	Altura de la edificación.....	115
5.1.6.8.2.	Materiales que predominan en la edificación.....	116
5.1.6.9.	Características de la edificación dentro del lote o predio.....	117
5.1.6.9.1.	Estado de la edificación según el grado de conclusión. ....	117
5.1.6.9.2.	Estado físico de la edificación .....	118
5.1.6.10.	Acceso a servicios.....	119
5.1.6.10.1.	Servicios de agua y desagüe .....	119
5.1.6.10.2.	Servicios de electricidad y telefonía.....	120
5.2.	<b>ANÁLISIS ACTIVIDAD DE EMPRESAS</b>	
	<b>CONSTRUCTORAS EN TACNA.....</b>	<b>121</b>
5.2.1.	Resultados de la entrevista .....	122
5.2.1.1.	Tiempo de operación en la ciudad de Tacna.....	122
5.2.1.2.	De las obras que ejecuta .....	123
5.2.1.3.	Frecuencia de la ejecución dela obras .....	124
5.2.1.4.	Residuos que genera.....	125
5.2.1.5.	Gestión de los residuos .....	125
	<b>CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN.....</b>	<b>126</b>
6.1.	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE – INDICADORES.....</b>	<b>126</b>
6.1.1.	Planificación adecuada de los recursos. ....	126
6.1.1.1.	Liderazgo: .....	126
6.1.1.2.	Planificación estratégica: .....	127
6.1.1.3.	Enfoque del estudio de potencialidad .....	127
6.1.1.4.	Información y análisis.....	128
6.1.1.5.	Enfoque de la comunidad – usuario.....	128
6.1.1.6.	Proceso administrativo: .....	129
6.1.1.6.1.	El Antes: .....	129
6.1.1.6.2.	El Durante: .....	129
6.1.1.6.3.	El Después: .....	129

6.1.1.7.	Resultados del negocio:.....	129
6.1.2.	Programación de metas y etapa de ejecución .....	130
6.1.2.1.	Etapas de implementación de un plan de gestión.....	131
6.1.2.1.1.	Corto plazo: .....	131
6.1.2.1.2.	Mediano plazo.....	132
6.1.2.1.3.	Largo plazo.....	132
6.1.2.2.	Relación entre el volumen directo de los residuos con los tipos de tratamiento .....	133
6.1.2.2.1.	Alternativas de tratamiento según el residuo.....	133
6.1.2.2.2.	Tipos de tratamiento.....	134
6.1.2.2.2.1.	Tratamiento de los residuos orgánicos.....	134
6.1.2.2.2.2.	Tratamiento de los plásticos: .....	135
6.1.2.2.2.3.	Tratamiento del vidrio. ....	136
6.1.2.2.2.4.	Tratamiento de metales.....	136
6.1.2.1.1.4.	Tratamiento del papel y cartón.....	137
6.1.2.1.1.5.	Tratamiento de los tetrabrikos.....	137
6.1.2.1.1.6.	Tratamiento de los escombros.....	137
6.1.2.1.2.	Depósito en vertedero.....	138
6.1.3.	Acciones normativas de gestión para el desarrollo.....	139
6.1.3.1.	Normatividades y responsabilidades administrativas .....	139
6.1.3.1.1.	Normatividades .....	139
6.1.3.1.2.	Articulación con los lineamientos de política local.....	140
6.1.3.1.2.1.	Plan de Desarrollo Regional Concertado Tacna hacia 2021.	140
6.1.3.1.2.2.	Plan de desarrollo regional concertado Tacna 2013 al 2023.	141
6.1.3.1.2.2.1.	Eje estratégico 6: Fomento del Desarrollo Sostenible y Ambiental .....	141
6.1.3.1.2.2.2.	Objetivo estratégico: Conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y biodiversidad.....	141
6.1.3.2.	Prohibición de abandono de residuos en lugares no autorizados.....	141
6.1.3.2.1	Responsabilidades administrativas.....	142

6.1.3.1.1.	Los ministerios. ....	142
6.1.3.2.2.1.	Programación de Metas.....	143
6.1.3.2.2.2.	“Plan de incentivos a la mejora de la gestión y modernización municipal del año 2013”. ....	143
6.1.3.1.2.	Gobiernos locales:.....	144
6.1.4.	Diagnóstico ambiental.....	145
6.1.4.1.	Elaboración de un diagnóstico, características y tipos de residuo.....	145
6.1.4.1.1.	Etapa A Planeamiento y organización: .....	145
6.1.4.1.2.	Etapa B Recolección inicial de datos:.....	145
6.1.4.1.2.1.	Identificar ampliamente el ámbito físico y social: .....	146
6.1.4.1.2.2.	Nivel de consumo o demanda de recursos. ....	146
6.1.4.1.2.3.	Análisis del o los procesos de generación de los residuos... ..	146
6.1.4.1.3.	Etapa C Identificación de oportunidades consecuentes del proceso de gestión de los residuos:.....	147
6.1.4.1.3.1.	Organización del diagnóstico .....	147
6.1.4.1.	Definir zonas críticas y consecuencias ambientales. ....	147
6.1.4.2.1.	Juntas vecinales.....	148
6.1.4.1.1.	Puntos críticos: .....	148
6.1.4.2.	Alternativas de tratamiento .....	148
6.1.4.3.1.	El Antes: etapa previa. ....	149
6.1.4.2.1.	El durante: etapa de ejecución.....	149
6.1.4.2.2.	El después: etapa posterior. ....	150
6.1.4.3.	Sistemas de acopio .....	150
6.1.4.4.	Sistemas de transporte.....	151
6.1.4.5.1.	Empresas de transporte de agregados .....	151
6.1.4.5.	Sistemas de selección.....	152
6.1.4.6.	Sistemas de tratamiento.....	153
6.1.4.7.	Sistemas comercialización o reciclaje de los productos.....	154
6.1.5.	Estimación de los volúmenes de residuos de construcción y Demolición, producidos en obra.....	154

6.1.5.1.	Estimación de cantidad de RCD de nivel I.....	157
6.1.5.2.	Estimación de cantidad de RCDS de nivel II.....	157
6.1.6.	Gestión de una planta de tratamiento de residuos de la construcción.....	162
6.1.6.1.	Criterios de diseño de plantas y selección de equipos para el reciclaje de RCD.....	162
6.1.6.1.1.	Tipos de plantas de tratamiento.....	163
6.1.6.1.1.1.	Plantas móviles y semi móviles.....	163
6.1.6.1.1.2.	Plantas fijas.....	164
6.1.6.2.	Niveles tecnológicos.....	165
6.1.6.2.1.	Separación y liberación de elementos .....	165
6.1.6.2.1.1.	Plantas de Tratamiento nivel 1 .....	165
6.1.6.2.1.2.	Plantas de Tratamiento nivel 2.....	165
6.1.6.2.1.3.	Plantas de Tratamiento nivel 3.....	166
6.1.6.2.1.4.	Plantas de nivel tecnológico 4.....	166
6.1.6.2.2.	Calidad de proceso.....	166
6.1.6.2.3.	Operaciones unitarias.....	167
6.1.6.2.4.	Selección previa.....	167
6.1.6.2.5.	Clasificación manual con la utilización de un estrío:.....	167
6.1.6.2.6.	Clasificación por tamaños o granulométrica:.....	167
6.1.6.2.7.	Separación magnética.....	169
6.1.6.2.8.	Operaciones de trituración o machaqueo:.....	170
6.1.6.2.8.1.	Machacadoras de mandíbulas.....	170
6.1.6.2.8.2.	Triturador de rodillo .....	170
6.1.6.2.8.3.	Trituradores de impacto .....	170
6.1.6.2.9.	Clasificación neumática.....	170
6.1.6.2.9.1.	De aspiración vertical.....	171
6.1.6.2.9.2.	Criba neumática.....	171
6.1.6.2.9.3.	Túnel de viento de doble efecto.....	171
6.1.6.3.	Descripción de instalaciones.....	171
6.1.6.3.1.	Plantas de nivel 1.....	171

6.1.6.3.2.	Plantas de nivel 2.....	172
6.1.6.3.3.	Plantas de nivel 3.....	173
6.1.6.4.	Criterios económicos.....	173
6.1.6.4.1.	Inversiones, ingresos y gastos.....	174
6.1.6.4.1.1.	Terrenos: .....	174
6.1.6.4.1.2.	Equipos fijos: .....	174
6.1.6.4.1.3.	Otras inversiones:.....	174
6.1.6.4.2.	Los ingresos de la planta de tratamiento.....	175
6.1.6.4.2.1.	Tasa de admisión de residuo.....	175
6.1.6.4.2.2.	Precio de venta de agregado árido reciclado.....	175
6.1.6.4.3.	Costos operativos.....	175
6.1.6.4.3.1.	Los costos fijos de la planta:.....	176
6.1.6.4.4.	Análisis de sensibilidad.....	177
6.1.7.	Evaluación y mejora.....	178
6.1.7.1.	Evaluación según el modelo de planificación del “Lean Construction” .....	178
6.1.7.1.1.	Resultados negativos de la construcción.....	178
6.1.7.1.2.	Uso de recursos.....	178
6.1.7.1.3.	Cumplimiento de los plazos de ejecución de obra.....	178
6.1.7.1.4.	Niveles de contaminación ambiental .....	179
6.1.7.1.5.	Control de calidad.....	179
6.1.7.1.6.	Seguridad laboral.....	179
6.1.7.1.	Lean Construction (construcción sin pérdidas) .....	180
6.1.7.2.	¿Qué tipo de producción es la construcción? .....	181
6.1.7.3.	Reducción de RSC por el proceso “Lean Construction”.....	181
6.1.7.4.	El “Lean Manufacturing” aplicado a la construcción.....	183
6.1.7.5.	Mejora de la productividad con “Lean Construction”.....	184
6.2.	VARIABLE DEPENDIENTE: CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CONSTRUCCIÓN.....	185

6.2.1.	Volúmenes de recepción y tratamiento de los residuos sólidos de concreto. ....	185
6.2.1.1.	Característica de procedencia de los RCD.....	185
6.2.1.2.	Zona de muestreo.....	186
6.2.2.	Metodología para la determinación de la cantidad de RCD	187
6.2.2.1.	Método de cálculo convencional .....	188
6.2.2.2.	Simplificación formal de los perfiles del cúmulo de escombros.....	189
6.2.2.3.	Caracterización de residuos de construcción en términos de porcentaje.....	192
6.2.3.	Control de calidad de los productos resultantes del tratamiento.....	193
6.2.3.1.	El residuo de la construcción como materia prima.....	193
6.2.3.1.1.	Metales.....	194
6.2.3.1.1.1.	El hierro .....	194
6.2.3.1.1.2.	El acero .....	195
6.2.3.2.	Residuos de concreto:.....	195
6.2.3.2.1.	Datos importantes de la recuperación de concreto:.....	196
6.2.3.3.	Principales generadores de desechos de concreto .....	197
6.2.3.3.1.	Escombros de construcción.....	197
6.2.3.3.2.	Plantas pre mezcladoras .....	197
6.2.3.4.	Solución ambiental: Reciclaje del concreto.....	197
6.2.3.4.1.	Aspectos de valoración conceptual .....	198
6.2.3.4.1.1	Aspectos favorables.....	198
6.2.3.4.1.2.	Aspectos desfavorables .....	198
6.2.3.5.	Aspectos consecuentes de reciclaje de los RCD.....	198
6.2.3.5.1.	Cumplimiento de condicionantes y determinantes de diseño	198
6.2.3.5.2.	Beneficios por la reducción del impacto ambiental .....	199
6.2.3.6.	Concretos reciclados.....	200
6.2.3.6.1.	¿Qué es el concreto reciclado? .....	200
6.2.3.6.2.	Etapas del proceso de producción de agregados reciclados.	200

6.2.3.6.3.	Proceso de producción de RCD.....	201
6.2.3.6.3.1.	Demolición selectiva.....	201
6.2.3.6.3.2.	Plantas de producción de agregados reciclados.....	201
6.2.3.6.3.3.	Producción de agregados o áridos reciclados.....	202
6.2.3.6.3.4.	Mortero adherido.....	202
6.2.3.6.3.5.	Granulometría.....	202
6.2.3.6.4.	Características importantes en reciclaje de concreto .....	203
6.2.3.6.4.1.	Recolección selectiva .....	203
6.2.3.6.4.2.	Caracterización de los agregados reciclados .....	203
6.2.3.6.4.3.	Limpieza preliminar y reducción de tamaño. ....	204
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>205</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>208</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>209</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>216</b>
	<b>ANEXOS, PLANOS Y REGISTRO FOTOGRÁFICO.....</b>	<b>217</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación de los residuos sólidos según su origen.	28
Tabla 2	Propiedad- características-manejo de los residuos sólidos.	30
Tabla 3.	Alteración de densidad de los residuos sólidos.	32
Tabla 4.	Residuos sólidos urbanos según su tratamiento.	38
Tabla 5.	Ciclo de los residuos sólidos urbanos.	38
Tabla 6.	Reaprovechamiento de los residuos sólidos urbanos.	44
Tabla 7.	Composición de los residuos de la construcción.	54
Tabla 8	Estimación desperdicio en obra - m <sup>3</sup> por m <sup>2</sup> de construcción.	60
Tabla 9	Variación de la Producción estimada 2015.	97
Tabla 10	Estimaciones y proyecciones poblacionales 2012-2015	104
Tabla 11	Departamento de Tacna: Población proyectada	105
Tabla 12	Provincia y Municipalidades de Centros Poblados Menores	106
Tabla 13	Empresas constructoras en la provincia de Tacna	121
Tabla 14	Tierras y pétreos de la excavación residuos I nivel	155
Tabla 15	RCD: Naturaleza No pétreo.	155
Tabla 16	Estimación de cantidad de RCDS de nivel II Resultados	157
Tabla 17	Evaluación teórica del peso por tipología de RCD	158
Tabla 18	Tierras y pétreos de la excavación Nivel I y II	159
Tabla 19	RCD Naturaleza pétreo	161
Tabla 20	Características de funcionamiento planta de tratamiento	175

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Esquema del desarrollo sostenible aplicado a la gestión de residuos sólidos.	17
Figura 2	Las tres erres de la gestión integral de residuos sólidos.	18
Figura 3	Esquema explicativo de políticas de gestión de residuos al desarrollo sostenible.	20
Figura 4	Esquema del desarrollo sostenible.	21
Figura 5	Generación y/o Producción de los Residuos sólidos urbanos.	25
Figura 6	Clasificación de los residuos sólidos urbanos	27
Figura 7	Aspectos internos de la clasificación de los RSU	28
Figura 8	Aspecto externo de la clasificación de los RSU	35
Figura 9	Aspecto potencial de la clasificación de los RSU	36
Figura 10	Etapas del manejo de los residuos sólidos.	40
Figura 11	Proceso del reaprovechamiento de los residuos sólidos.	48
Figura 12	Diagrama del reaprovechamiento del material reciclable.	49
Figura 13	Modelo de gestión ambiental para el manejo de RSD La Habana Cuba.	50
Figura 14	Esquema del reciclaje y su destino final.	50
Figura 15	Definición de los desperdicios en la construcción.	59
Figura 16	Los desperdicios según las etapas del proceso.	63
Figura 17	Desperdicios de materiales.	63
Figura 18	Diagrama de una planta de tratamiento de residuos de la construcción y demolición	74
Figura 19	Diagrama de flujo del proceso de tratamiento de residuos sólidos.	75
Figura 20	Marco Metodológico	89
Figura 21	Estructura Productiva de Tacna, 2012.	98
Figura 22	Producción departamental, 2017	99
Figura 23	Índice del sector construcción	99
Figura 24	Población de la Región Tacna	101

Figura 25	Población de la Región Tacna en los años 2000, 2005, 2010 y 2015	102
Figura 26	Mapa Político del sur del Perú. Ubicación de la región de Tacna.	107
Figura 27	Mapa Político del Sur del Perú, ubicación de la Provincia de Tacna	108
Figura 28	Mapa Político de la Provincia de Tacna, ubicación del C.P.M. Augusto B. Leguía - Tacna.	109
Figura 29	Mapa Del Centro Poblado Menor Augusto B. Leguía.	110
Figura 30	Número de familias por vivienda	111
Figura 31	Población estimada con una Tasa Porcentual al 1.43 %	
Figura 32	Estructura Porcentual Densidad Poblacional C.P.M. Augusto B. Leguía	112
Figura 33	Estructura Porcentual Uso del suelo C.P.M. Augusto B. Leguía	112
Figura 34	Estado Legal de la Propiedad Viviendas	113
Figura 35	Altura de la edificación	114
Figura 36	Materiales predominantes en la construcción	115
Figura 37	Estado de la edificación según el grado de conclusión.	117
Figura 38	Estado de la estructura física del edificio	118
Figura 39	Acceso a servicios básicos, agua y desagüe	119
Figura 40	Acceso a servicios básicos, Energía Eléctrica y Telefonía	120
Figura 41	Tiempo de operación en la ciudad de Tacna de Empresas Constructoras	122
Figura 42	Tipo de obras que se ejecuta	123
Figura 43	Frecuencia y tipo de obras en C.P.M. Augusto B. Leguía	124
Figura 44	Material de Residuo que Genera	125
Figura 45	Qué hace con el residuo que genera	125
Figura 46	Residuos de la construcción y demolición C.P.M. Leguía	134
Figura 47	Planta de reciclaje de residuos de construcción de demolición	162

Figura 48	Planta fija de tratamiento de residuos de construcción - Esquema general.	164
Figura 49	Clasificación por tamaños o granulométrica	167
Figura 50	Trómel	168
Figura 51	Criba vibrante	169
Figura 52	Costos fijos de la planta	176
Figura 53	Proceso “LEAN CONSTRUCTION” Como objetivo para la reducción de residuos en la Construcción	181
Figura 54	Porcentaje del tiempo desperdiciado en la fabricación y construcción	183
Figura 55	Distribución del Pueblo Joven Leguía	187
Figura 56	Distribución espacial de los desmontes	188
Figura 57	Simplificación formal de los perfiles del cumulo de escombros	189
Figura 58	Distribución espacial del perfil del terreno	190
Figura 59	Resultados en volúmenes aproximados obtenidos en campo	191
Figura 60	Residuos de construcción en términos de peso aproximado y porcentajes.	192
Figura 61	Residuos de la construcción y demolición en términos de porcentaje	193

## ÍNDICE DE PLANOS

Plano P01.	Plano de usos de suelo.	225
Plano P02.	Plano de Puntos críticos de contaminación.	226
Plano P03.	Plano de estructura porcentual de equipamientos urbanos.	227
Plano P04.	Plano de Ubicación de Equipamientos urbanos.	228
Plano P05.	Plano de Densidad Demográfica.	229

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal, formular las alternativas de Gestión de los Residuos Sólidos generados por la actividad de la construcción, durante la ejecución de las partidas parciales hasta la culminación de la obra final. Se propone, la identificación de los factores de Tratamiento o Gestión de los Residuos en general dentro de un ambiente urbano; se desarrolla un diagnóstico de los Residuos de la Construcción y Demolición, por su naturaleza, origen, los agentes generadores, el estado actual del proceso de disposición final, y las alternativas de tratamiento. Se ha considerado para el análisis un ámbito urbano definido: El Centro Poblado Menor Augusto B. Leguía, de la Provincia y Distrito de Tacna; a fin de que sea posible su aplicación en ámbitos similares de la ciudad. La propuesta de gestión implica por ende la formulación de un Modelo de Gestión de los Residuos, a fin de concretar los criterios a considerar para la gestión de los mismos, dentro de un ámbito urbano similar. Primero: La propuesta de una planificación previa asumiendo los conceptos del “Lean Construction” y el Modelo Malcolm Baldrige de Gestión de la Calidad desde las etapas iniciales, luego durante la ejecución de la obra y al finalizar la misma; Segundo: la propuesta de una Planta de Tratamiento de Residuos, para el reciclaje de materiales de la construcción. Finalmente, la Normatividad de beneficios tributarios para los usuarios y empresas que ejecuten las obras dentro de los criterios de sostenibilidad con el medio ambiente y contribuyan con la reducción de los volúmenes de residuos de la Construcción.

**Palabras clave:** Gestión de los residuos sólidos, construcción y demolición.

## **ABSTRACT**

The main objective of this research work is to formulate the solid waste management alternatives generated by the construction activity, during the execution of the partial items until the completion of the final work. It is proposed, the identification of the factors of treatment or waste management in general within an urban environment. A diagnosis of construction and demolition residues is developed, by its nature, origin, the generating agents, the current state of the final disposal process, and the treatment alternatives. a defined urban area has been considered for the analysis: The Less Town Center Augusto B. Leguía, of the Province and District of Tacna; so that its application in similar areas of the city is possible. The management proposal therefore implies the formulation of a waste management model, in order to specify the criteria to be considered for the management of the same, within a similar urban environment. first: the proposal of a previous planning assuming the concepts of "Lean Construction" and the Malcolm Baldrige Model of quality management from the initial stages, then during the execution of the work and at the end of it; second: the proposal of a waste treatment plant for the recycling of construction materials. Finally, the regulation of tax benefits for users and companies that execute the works within the criteria of sustainability with the environment and contribute to the reduction of the volumes of construction waste.

**Keywords:** Solid waste management, construction and demolition.

## INTRODUCCIÓN

La construcción es una de las actividades más importantes de la dinámica de crecimiento de cualquier ciudad, contribuye a dinamizar la economía, incrementa las posibilidades de inversión en los demás sectores productivos, consolida proyectos directamente relacionados a la base productiva del lugar o región, es decir, es un indicador de desarrollo, ya que posibilita que los espacios de cada una de las actividades, cuenten con las características y dimensiones para que se desarrollen en el ámbito de una ciudad.

Es muy frecuente en nuestro medio, encontrar lugares dentro de la ciudad o en su periferia, donde se acumulan los residuos de toda índole, lugares que son llamados como basurales o botaderos. Estas acumulaciones informales o no planificadas, de desechos se convierten en zonas de contaminación y deterioro del ambiente. Llegando a niveles alarmantes.

Pero en la mayoría de casos, la población reacciona ante ello, de distintas maneras, en algunos con su natural indiferencia, en otros casos realizando gestiones ante las municipalidades para que se realicen trabajo de limpieza para que estos desechos sean llevados a los lugares destinados para ello, el Relleno Sanitario y otros.

Sabemos que la ciudad tendrá siempre la expectativa de una renovación constante de su soporte físico, por lo cual es importante la investigación de la alternativa de solución a un problema tan latente como es la acumulación de los desechos de la construcción en nuestra ciudad.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La problemática en lo que respecta al manejo de los residuos sólidos – urbanos en el Perú, las alternativas ante el mismo y su impacto en el medio ambiente, se convierte en un factor determinante y condicionante en las principales ciudades.

Esta problemática está relacionada al aumento poblacional y por ende al aumento del volumen de dichos residuos, así mismo al desarrollo y expansión de las zonas urbanas, que conllevan obligadamente a planificar la ocupación de las zonas aledañas o periféricas de las ciudades, planificaciones que por lo general sus proyecciones son ampliamente sobrepasadas, por lo cual se originan conflictos de ocupación de suelo y deficiencias en la implementación de los servicios básicos que permitan una apropiada calidad de vida para la población ocupante.

La escasez de recursos públicos para financiar los sistemas o servicios que se realicen para el manejo de los residuos originados en las ciudades, así como los aspectos administrativos de conllevan, originan consecuentemente a la improvisación y deficiencia.

La actividad empresarial que se encuentra concentrada en las ciudades, considera únicamente aspectos relacionados a la productividad y la rentabilidad, de las mismas, sin la planificación de los residuos excedentes que originan sus actividades, que, sin importar su índole, generan un significativo volumen, del total de residuos que se generan en las urbes.

En el año de 1998, se da inicio a la actualización de la legislación ambiental y los procesos de ordenamiento en el Perú, y como consecuencia se viabilizó la formulación y posterior aprobación de normas legales necesarias para la

solución de los problemas ocasionados por el crecimiento y la errada disposición de los residuos urbanos.

Se aprueba: El 20 julio de 2000 primera ley general de residuos sólidos, la ley 27314, después el 24 de julio de 2004 se aprueba su reglamento según D.S. 057-2004/PCM; finalmente, el 28 de junio de 2008 se publicó el D.L. 1065, que modifica la ley 27314.

A nivel local, en Tacna, se aprobó la Política Ambiental Local mediante Ordenanza Municipal OM. N° 038-06, que, entre sus lineamientos, acuerda y aprueba: ejecutar, implementar y monitorear el cumplimiento del Plan Integral de Gestión Integral Ambiental de los Residuos Sólidos.

### **1.1.1 Identificación del problema**

Se puede identificar también que dentro de la gran variedad de los desechos que produce la ciudad, existe uno en particular que increíblemente no es considerado como un problema latente, son los desechos originados por las actividades de la construcción.

Una realidad tangible se podrá apreciar que, desde el inicio de los trabajos, así como en el desarrollo de las mismas, y al mismo tiempo como la construcción avanza, va creciendo en algún lugar dentro o cercano a la construcción una pila de desechos y materiales sobrantes generados por el propio proceso.

Sobrantes de distintos materiales descartados y / o utilizados, Pedazos de maderas, fierros, ladrillos rotos, retazos de pisos cerámicos, latas de pinturas, vidrios cables, trozos de concreto, y materiales agregados del concreto, por mencionar alguno de ellos.

En forma parcial o en algún momento cercano a la finalización de las obras, todos estos desechos y desperdicios se convierten en grandes acumulaciones, que dificultan la realización de las obras y en circunstancias apremiantes de tiempo.

Por ello dentro de los presupuestos de obra (tanto de las que tienen Expediente Técnico, como en las obras menores), se incluye un monto y/o partida presupuestal para “Limpieza y Eliminación de Desechos”. Pero esto no se convierte en una medida parcial y que no resuelve el problema, es más, lo agrava ya que considera la disposición final de estos desechos únicamente como un traslado a lugares, por lo general, inadecuados.

Uno de los desechos más importantes es, aquellos que se originan del desmontaje y demoliciones en las obras, la mayoría de estos desechos en general son recogidos por los recicladores, trozos de tuberías, pedazos de fierro de construcción, maderas, alambres cables y otros, por dar ejemplos para retornar al mercado como un nuevo elemento a utilizarse.

Pero los desechos originados por las demoliciones, no son objeto de ningún tratamiento y son dejados de lado.

Las soluciones que se da a este problema no son las más apropiadas, la quema de los que puedan incinerar, con las consecuencias obvias de la contaminación del aire, así mismo los desechos de concreto simple o ciclópeo, que erradamente se les considera como material de relleno, son enterrados; y los que no, quedan expuestos generando una evidente agresión al medio ambiente, así como un llamado a que otras construcciones arrojen sus desechos en ese mismo lugar.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema general**

¿Un modelo de gestión de los residuos sólidos de concreto contribuirá a la disminución de la contaminación ambiental por residuos sólidos urbanos en el Centro Poblado Menor Augusto B. Leguía en la ciudad de Tacna?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿La realización de un inventario y clasificación de todos los desechos o residuos de la construcción ayudará a definir un diagnóstico y alternativas de solución sobre el problema?

¿El diseño de un sistema de reutilización reciclaje y disposición final de los residuos de la construcción contribuirá a prevenir los impactos ambientales que en la actualidad se generan?

¿El diseño de un modelo de gestión de los residuos de la construcción, ayudará a minimizar y/o eliminar los impactos ambientales que se generan?

¿El diseño de una planta de tratamiento industrial de los residuos de la construcción, como propuesta del modelo de gestión, ayudará a minimizar y/o eliminar los impactos ambientales que la actividad de la construcción genera?

### **1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

El proyecto se desarrolló tomando en cuenta un diagnóstico preliminar donde se puede evidenciar la situación – problema que ocasiona, una actividad tan dinámica como la construcción, el mal manejo de los residuos que ocasiona y las deficientes alternativas frente a una situación de contaminación y deterioro del medio ambiente.

La importancia de la presente investigación se puede definir en varios aspectos, que engloban el análisis y la propuesta ante la problemática que se desarrolla.

#### **1.3.1. En el aspecto económico**

Teóricamente existe un porcentaje del presupuesto de una obra que está destinado a la eliminación de los desechos de obra, pero este porcentaje del presupuesto queda insuficiente para realizar un correcto manejo de los residuos.

Se debe considerar que dicho manejo no pasa de ser un conjunto de acciones improvisadas, y no previstas dentro del desarrollo de la obra.

Las demoliciones constituyen de inicio una pérdida para el presupuesto. Más aun cuando son realizadas obligatoriamente por el propio planteamiento de proyecto.

A esto se suma que, en términos reales, las demoliciones se realizan en obra, con el dirigido fin de habilitar o acondicionar alguna parte de la infraestructura existente o en su defecto son la consecuencia de una deficiente planificación, la cual ocasiona un gran volumen de residuos, los cuales son removidos o desechados, fuera de los límites de la misma o en los conocidos botaderos de la ciudad.

La ejecución de un proyecto considera el requerimiento de grandes volúmenes de concreto, con ello también, la demanda de materiales áridos conocidos como agregados. La propuesta de una planta de tratamiento de estos residuos puede significar la apertura de un gran proceso de producción de áridos reciclados, cuyo origen es el reciclaje de los residuos de concreto de las demoliciones, por lo cual iniciaría un importante mercado de material agregado para la construcción.

El factor económico se refleja en la necesidad que el presente trabajo propone, sobre una alternativa para la gestión de dichos residuos, que conlleve a promover un efectivo reciclaje, generando productos seleccionados y de calidad que regresa nuevamente al mercado esta vez como un árido o agregado seleccionado, en caso de residuos de concreto, idóneo para las mezclas de concretos a utilizarse, así también los demás materiales a fin de que no sean desechados sin tratamiento.

### **1.3.2. En el aspecto social**

El incremento de botaderos informales en la ciudad en los últimos años se ha visto incrementado, esto en gran medida por el incremento de la actividad de la construcción así como el incremento de costos para la eliminación de los

desechos originados por dicha actividad, el crecimiento de la ciudad ha originado que los lugares en donde anteriormente se arrojaba este residuo, se encontraba cerca de la ciudad, pero en la actualidad se tiene que recorrer grandes distancias para la disposición final de este desecho, esto con lleva a que la solución más inmediata y por consiguiente más “barata” es arrojlarla en lugares no apropiados, o en áreas próximas de las edificaciones, como por ejemplo en el lote vecino, trayendo consigo el consiguiente proceso de contaminación y afectando el medio ambiente, creando condiciones de habitabilidad, rodeadas de desmontes y grandes cúmulos de desechos de demolición y más.

La importancia del trabajo de investigación en este un aspecto asume que la relevancia del problema tiene en el inicio del proceso de contaminación del medio ambiente, la falta de conocimiento de las personas y la comunidad en general sobre la contaminación ambiental, así como una actitud preservación y cuidado del medio ambiente.

La población provoca impactos negativos, cuando sus actividades se desarrollan, y produce efectos adversos en el medio ambiente, como, por ejemplo, la generación de residuos.

La necesidad de sensibilizar a la población dentro de un plan de gestión e integrarlas en un conjunto de acciones preventivas y directas para al menos minimizar y mitigar los impactos negativos en el medio ambiente que sus actividades ocasionan y en especial las actividades de la construcción.

La educación ambiental es un elemento clave para que una sociedad pueda mejorar continuamente su comportamiento ambiental.

### **1.3.3. En el aspecto medio ambiental**

La investigación se lleva a cabo por la problemática medio ambiental de los residuos sólidos urbanos y en especial en los generados por la construcción, según la OEFA la ciudad de Tacna, es una de las cinco ciudades que más

volumen de basura arrojan al día, 280 toneladas por día es una cifra alarmante y necesita una intervención urgente.

La sociedad humana siempre ha establecido una relación una estrecha con el medio ambiente, obtiene los recursos necesarios para su desarrollo y subsistencia. Sin embargo, el crecimiento de la población y por consecuencia el aumento de necesidades de alimentación y espacio para ocupar, demanda la explotación de los recursos del medio ambiente, en muchos casos a niveles desmedidos y sin una racionalización de los mismos, generando el agotamiento de los recursos que no renovables, contaminación, efecto invernadero entre otros, ocasionando daños en algunos casos irreversibles.

El cuidar y preservar del medio ambiente se entiende porqué la vida se da en él, por lo tanto, es importante su cuidado y preservación, acciones que son responsabilidad de los individuos de la sociedad humana, así como de gobiernos e instituciones

Efectos negativos como el cambio climático o la emisión de gases de efecto invernadero, afecta a toda la sociedad y directamente en la sostenibilidad de la misma

#### **1.4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Durante el proceso de recopilación de información para la presente investigación, surgieron las siguientes limitaciones:

##### **1.4.1. El Tiempo**

El tiempo destinado para la presente tesis, se estima que se culminará en un plazo de cuatro meses, pero por los elementos a evaluarse y la información a recogerse, probablemente se requiera más tiempo.

#### **1.4.2. Área geográfica**

Considerando que la demarcación del área estudio está limitada físicamente por los límites del Centro Poblado Menor Leguía, Provincia de Tacna, y Región de Tacna.

#### **1.4.3. Variedad de ámbitos de estudios en la zona de intervención**

La expansión urbana en el área de estudio, se caracteriza por áreas urbanas, rústicas, eriazas y áreas de cultivo, cuya accesibilidad es restringida o con dificultad en ciertos sectores, lo que limita para el desarrollo de la investigación y la futura propuesta.

Así mismo, la localización física del área de estudio, determina zonas internas, que están definidas por las características de ocupación, usos de suelo, estado de las edificaciones, alturas, materiales, estado legal de la propiedad y otros, así como la propia dinámica de la actividad de la construcción.

#### **1.4.4. Factor normativo**

El incumplimiento frecuente y periódico de las Leyes y Normativas establecidas, de las instancias correspondientes de autoridad y administración pública como el gobierno local o municipalidad del centro poblado menor, así también la Municipalidad Provincial de Tacna y el Gobierno Regional, en lo referente al control ambiental, evidencian una deficiente fiscalización, control y promoción respecto de la gestión integral y sostenible de los residuos sólidos urbanos.

No existe un plan de ordenamiento en donde ya se tenga definida la ubicación de una zona o área de tratamiento para este tipo de residuos, en el PDU de la ciudad , establece zonificaciones generales o áreas de otros usos, los cuales en un futuro serán las que se designen para la implementación de estas instalaciones, pero esta zonificación, por lo general solo considera la disponibilidad legal de los terrenos, mas no los aspectos técnicos, como transporte de los residuos (distancias), centros de acopio y las consecuencias

ambientales por la ubicación de este equipamiento en su relación con el entorno urbano.

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. Objetivo general**

Diseñar un modelo de gestión ambiental para los residuos sólidos de la construcción, en el C.P.M. Augusto B. Leguía.

### **1.5.2. Objetivos específicos:**

- a) Realizar un inventario de los tipos y volúmenes de residuos de la construcción en el ámbito de estudio.
- b) Detectar las zonas más críticas dentro del ámbito de estudio y determinar la magnitud del impacto y deterioro del medio ambiente y establecer los parámetros de control necesarios que puedan contribuir a un mejor destino de los residuos ocasionados por la actividad constructiva.
- c) Definir responsabilidades del control y ejecución de plan de gestión, tanto en cuanto a las construcciones nuevas como con las ya realizadas y proponer las etapas para la ejecución del plan de gestión, en un cronograma.

## **1.6. HIPÓTESIS**

El diseño de un modelo de gestión de los residuos sólidos de la construcción en el Centro Poblado Menor Augusto B. Leguía, contribuye a disminuir el problema de contaminación ambiental que ocasiona dicha actividad en el sector.

## **1.6.1. Hipótesis específicas**

### **1.6.1.1. El modelo de gestión como planificación LEAN CONSTRUCTION**

El diseño de un modelo de gestión con el enfoque del Lean Construction, contribuye a la planificación de las acciones a realizarse, para la disminución de los volúmenes de residuos de la construcción y demolición en los procesos de ejecución de obra.

### **1.6.1.2. El modelo de gestión - alternativa de transformación y tratamiento**

El diseño de un modelo de gestión que considere la implementación de una Planta de Tratamiento de los Residuos de la Construcción y Demolición, generará la reutilización y reciclaje de los mismos, disminuyendo la contaminación ambiental.

### **1.6.1.3. El modelo de gestión - consecuencia y beneficio económico - ambiental.**

El diseño de un modelo de gestión promueve las acciones para el idóneo tratamiento de los residuos, que conllevan a un beneficio ambiental para los pobladores del sector y a un beneficio económico para las empresas constructoras que desarrollen sus actividades con sostenibilidad y respeto al medio ambiente.

## **1.6.2. Variables**

### **1.6.2.1. Identificación de las variables**

#### **1.6.2.1.1. Variable independiente**

Modelo de gestión de los residuos sólidos de la construcción

#### **1.6.2.1.2. Variable dependiente:**

Contaminación ambiental por residuos sólidos de la construcción.

## **1.6.2.2. Caracterización de las variables**

### **1.6.2.2.1. Indicadores**

#### **1.6.2.2.1.1 Indicadores Variable independiente**

- A. Planificación adecuada de los recursos.
- B. Programación de metas y etapas de ejecución.
- C. Acciones normativas de gestión para el desarrollo.
- D. Diagnóstico ambiental.
- E. Estimación de los volúmenes de residuos de Construcción y Demolición (RCD), producidos en obra.
- F. Gestión de una Planta de Tratamiento de Residuos de la Construcción.
- G. Evaluación y mejora.

#### **1.6.2.2.1.2 Indicadores Variable dependiente**

- A. Volúmenes de recepción y tratamiento de los residuos sólidos de concreto.
- B. Control de calidad del o los productos resultantes del tratamiento.

## **1.7. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.7.1. Tipo de estudio**

El tipo de Estudio a realizarse será exploratorio o formulatorio, pues se busca evaluar los aspectos de la realidad con conceptos teóricos a aplicarse, es decir confrontar la teoría con la realidad, apoyándose en los avances y técnicas de la investigación pura, para su utilización práctica.

### **1.7.2. Nivel de investigación**

La investigación a realizarse por su tipo aplicativo busca conocer, indagar y diagnosticar para planificar qué hacer, cómo actuar, construir, o modificar. El nivel de investigación utilizado es el descriptivo correlacional no experimental, puesto que, la incidencia de cada una de las variables será determinada según el nivel de investigación o análisis. Así, con tal descripción, permite generar una imagen de la situación actual de la realidad existente y poder formular teóricamente una alternativa.

## 1.8. MATRIZ DE CONSISTENCIA

	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	TECNICAS	INTRUMENTOS	UNIDADES
VAR. INDEPENDIENTE: <b>Modelo de Gestión de los Residuos Sólidos de la Construcción</b>	Se define como el conjunto de procedimientos, políticas, directivas y planes que promueven ejecutar acciones a implementar, con el fin de lograr un objetivo.  El modelo de gestión orienta los criterios racionales de como ejecutar medidas para desarrollar el tratamiento más óptimo e idóneo de los Residuos Sólidos de la Construcción. Las responsabilidades administrativas de la gestión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planificación adecuada de los recursos.</li> </ul>	Análisis documental y bibliográfico	Inventarios y/ o reportes de recursos Modelo "Malcolm Baldrige"	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Programación de metas y etapas de ejecución.</li> </ul>	Análisis documental y bibliográfico	Plan de acciones y Etapabilidad	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Acciones Normativas de Gestión para el Desarrollo</li> </ul>	Resumen documental y bibliográfico	Normatividad y reglamentación necesaria	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagnóstico Ambiental</li> </ul>	Análisis documental	Diagnóstico del lugar Diagnóstico de los Residuos	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Estimación de volúmenes de residuos de Construcción y Demolición, producidos en obra.</li> </ul>	Análisis documental	Calculo de volúmenes aproximados Métodos de calculo	Metros Cúbicos m3
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión de una Planta de Tratamiento de Residuos de la Construcción y Demolición</li> </ul>	Propuesta sistémica del proceso de tratamiento de los residuos.	Planes Esquemas Organigramas Secuencias de producción	Metros Cúbicos m3
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación y Mejora</li> </ul>	Análisis documental	Criterios del Modelo "Lean Costrucction"	
VAR. DEPENDIENTE: <b>Contaminación Ambiental por Residuos Sólidos de la Construcción.</b>	Definen un diagnóstico situacional del residuo de la construcción y demolición en el ámbito de estudio.  Identificar los agentes intervinientes en la generación del residuo. Las consecuencias ambientales que trae el estado actual del residuo en el ámbito de estudio, Formular alternativas válidas para ámbitos de mayor magnitud.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Volúmenes de recepción y tratamiento de los residuos sólidos de concreto</li> </ul>	Identificación de puntos críticos de acopio informal del residuo	Fichas de campo  Mediciones en campo  Muestreo de campo Calculo de volúmenes de residuos	Metros Cúbicos m3
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Control de calidad de los productos o materiales resultantes del tratamiento.</li> </ul>	Pruebas de Laboratorio Estudio de mercado Oferta y demanda	Selección de materiales a ser reutilizados Materiales inertes a disposición final en vertederos. Oferta en el mercado de materiales reciclados.	Metros Cúbicos m3

Fuente: elaboración propia.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO**

Autor: Equipo Técnico de la Municipalidad Provincial de Tacna

Título: "Plan director año 2001-2010".

Fecha: año 2001

Síntesis de la investigación:

Se realizó una investigación sobre el tema Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Tacna, concluyendo al diagnóstico y elaboración de un proyecto integral, donde se considere Planes Sociales, a implementarse según normatividades y la propuesta física de la construcción del Relleno Sanitario.

Autor: Equipo Técnico de la Unidad Formuladora de la Municipalidad Provincial de Tacna.

Título: Estudios de Pre Inversión a Nivel de Perfil "Mejoramiento de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales en el Distrito de Tacna y la Disposición Final de los Residuos Municipales en la Ciudad de Tacna, Provincia de Tacna, Departamento de Tacna."

Fecha: octubre 2007

Síntesis de la investigación:

Se hizo un análisis de investigación detallado de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos llegando a la conclusión de que debería ejecutarse un proyecto que contemple desde sensibilización a población en relación del manejo de los residuos hasta la ejecución del proyecto del relleno sanitario.

Autor: Equipo Técnico de Municipalidad Provincial de Tacna

Título: Aprobación de proyecto “Mejora del sistema integral del manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Tacna”.

Fecha: aprobación año 2010

Síntesis de la investigación:

El área de intervención del proyecto, se encuentra dentro de un cerco perimétrico, que establece los límites del mismo, “Mejora del Sistema Integral del Manejo de los Residuos Sólidos en la Ciudad de Tacna”, PIP con código SNIP 27105 en estado de factibilidad. Aprobada y un presupuesto de S/. 21 901 292,00. Fuente PDU-2014-2023

Autor: Asistencia Técnica PAT-PDU/MPT

Título: “Proyecto mejoramiento del servicio de ordenamiento territorial en la provincia de Tacna. Convenio de asistencia técnica para la formulación del plan de acondicionamiento territorial y del plan de desarrollo urbano.”

“Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Tacna 2015-2025”.

Fecha: año 2015

Síntesis de la investigación:

Se hace breve análisis situacional del actual manejo de los residuos sólidos urbanos diagnosticando la recuperación de la zona destinada como relleno sanitario.

Autor: Ramos Ortega Litman

Título: “Propuesta de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos para el Distrito de Locumba, Provincia Jorge Basadre - Tacna”

Fecha: Año 2013.

Síntesis de la investigación:

Tesis desarrollada en la Maestría en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible, de la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Donde propone un Plan de Gestión de los Residuos sólidos urbanos, pero en general, establece dentro del análisis los principios de relación con la comunidad, que se interpreta, no solo en un sistema eficiente de recojo de los

residuos urbanos, sino con la formulación de proyectos de infraestructura y soporte ambiental, como el relleno sanitario y planta de reciclaje de la Provincia Jorge Basadre.

Autor: Nieves Esmeralda Limache Quispe

Título: tesis “Planta de Reciclaje y Procesamiento para Residuos Sólidos Urbanos en la Provincia de Tacna – 2016”.

Fecha: 2016.

Síntesis de la investigación:

Tesis desarrollada en la universidad privada de Tacna UPT facultad de arquitectura y urbanismo, donde propone una planta de tratamiento selección del material orgánico e inorgánico ubicado en el sector norte de la ciudad de Tacna, aledaña con la carretera panamericana sur, con un retiro de 500 m emplazado en la zona desértica del nor-este de la ciudad de Tacna.

Autor: Huaricallo Yanapa Guellin y Gordillo Mamani Juan José

Titulo Tesis: “Centro Sostenible de Gestión Integral y de Reciclaje Industrializado de los Residuos Sólidos Urbanos en la provincia de Tacna”

Fecha 2016

Síntesis de la Investigación:

Tesis desarrollada en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann UNJBG, Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia FIAG, Escuela Profesional de Arquitectura ESAQ, donde proyecta, el diseño urbano-arquitectónico de un “Centro sostenible de gestión integral y de reciclaje industrializado de los residuos sólidos urbanos en la provincia de Tacna”, como una alternativa a la problemática de la gestión integral de residuos sólidos urbanos de la ciudad Tacna. El Proyecto, considera la construcción de una infraestructura, donde se van realizará la gestión integral en sus diferentes etapas: recolección, tratamiento, procesamiento, investigación, educación, cultura ambiental y disposición final.

## 2.1.1 Bases Teóricas

Se abarcará en esta investigación toda la información referida y conveniente que esté relacionada a la gestión y manejo de los residuos sólidos urbanos, incluyendo en especial los residuos sólidos de la construcción, desde su recolección y/o vertido, hasta su disposición final, indicando los procesos y diferentes opciones que sean útiles para la investigación, es decir para el entendimiento del problema y el planteamiento posterior de una propuesta coherente.

### 2.1.1.1. Desarrollo Sostenible de Residuos Sólidos Urbanos

#### 2.1.1.1.1 Definición de Sostenibilidad Aplicada a la Gestión de Residuos

Como se indica en la Figura 1; es la capacidad de satisfacer las necesidades actuales de la generación presente, sin disminuir el potencial de los recursos de las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias.

**Figura 1.**

*Esquema del desarrollo sostenible aplicado a la gestión de residuos sólidos*



Fuente: Gestión de Residuos en un Desarrollo Sostenible <https://www.unv.org/es/noticias/gesti%C3%B3n-integral-de-residuos-s%C3%B3lidos-para-el-desarrollo-sostenible-inclusivo>

### 2.1.1.1.2 Principios del Desarrollo Sostenible

- a) Disminuir en el consumo de recursos naturales.
- b) Criterios positivos y racionales en la selección de materiales, respetuosos con el medio ambiente, considerando analíticamente los ciclos de vida y su rol en el equilibrio ecológico, promoviendo la sostenibilidad.
- c) Gestión sostenible de los residuos teniendo en cuenta su reducción, segregación, reutilización, reciclaje y valorización.
- d) Investigación de materiales y nuevas tecnologías que reutilicen y reciclen los residuos materiales que se originen por otras actividades
- e) Valorización de los nuevos productos, que se originen por los procesos de reciclaje
- f) La mejora continua, como un objetivo principal en los centros de tratamiento de residuos que se gestionen.

(Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016)

### 2.1.1.1.3 Las Tres Erres

Se entiende esto como un proceso o acciones interrelacionadas entre aspectos comprometidos a la gestión integral como que se indica en la Figura 2; Se recicla, se reduce, y se reutiliza. (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016)

#### Figura 2.

Las tres erres de la gestión integral de residuos sólidos



Fuente: [www.pinterest.com/pin/143341200620639246/](http://www.pinterest.com/pin/143341200620639246/)

### **a) Reducir**

La definición de este principio sustenta

“El manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, no obstante, no se puede ver la reducción solamente como el diseño de procesos y productos, la actitud, los esquemas o las formas de vida y comportamiento, inciden grandemente en la reducción en la emisión de residuos y obliga a los productores a realizar producciones más limpias”. (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016, pág. 137)

### **b) Re-Usar**

“Reutilización de todo producto o envase que lo admita, como, por ejemplo, el vidrio. Además, se requiere que estos resistan un mínimo de diez años. Por su parte, el papel y el cartón, también son materiales reciclables, es decir, se emplean como sustitutos, de las materias primas”. (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016, pág. 138)

### **c) Reciclar**

“Tiene como objeto la recuperación de forma directa o indirecta de determinados componentes de los RSU. Permite por una parte el ahorro de recursos naturales y por otra, la disminución del volumen total de los residuos sólidos urbanos a eliminar con el consiguiente ahorro energético y beneficio ambiental. Es el proceso de recuperación y valorización de recursos y materias primas producidas y desechadas que se pueden volver a utilizar, representando una fuente importante de ahorro, de recursos, de energía y de materiales.” (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016, pág. 139)

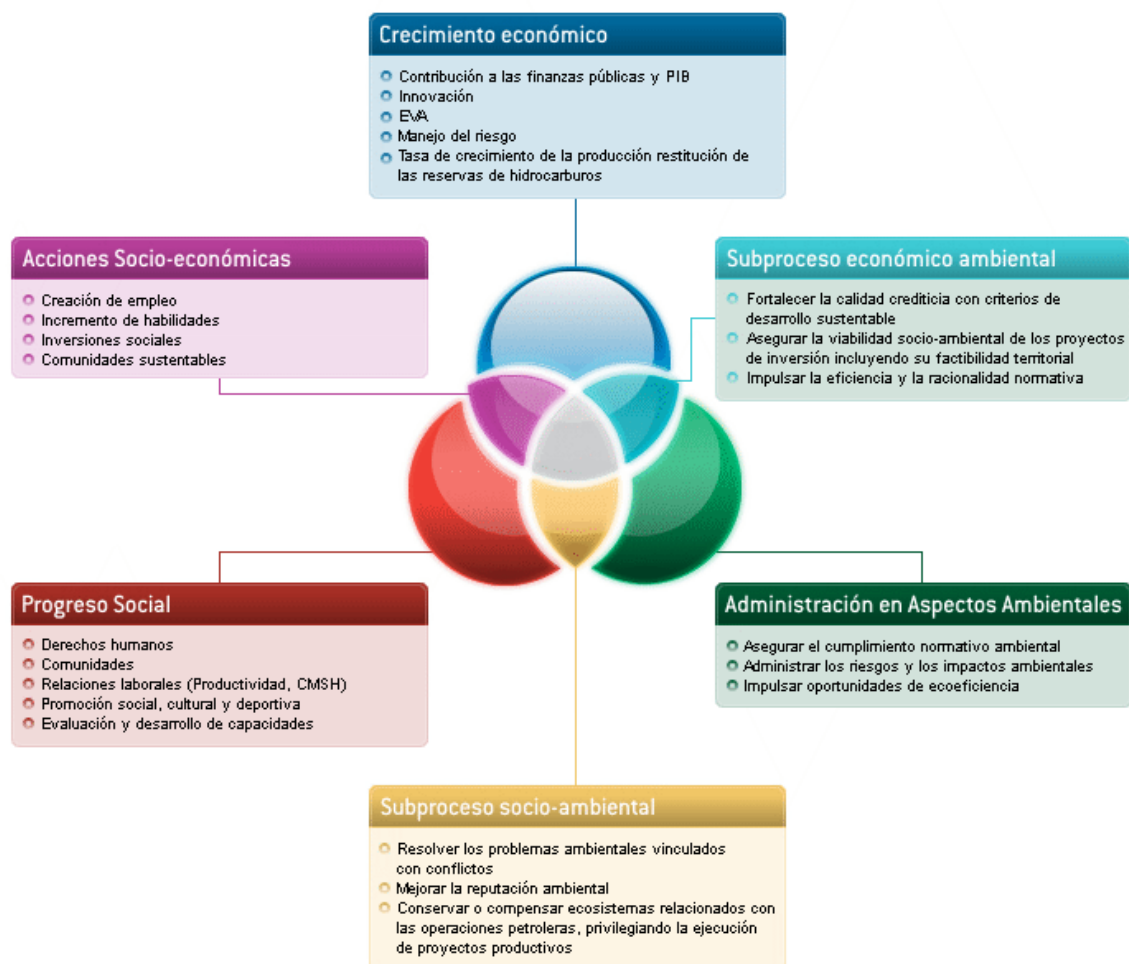
#### **2.1.1.2. Políticas de Gestión de los Residuos al Desarrollo Sostenible**

Todos estos aspectos deben entenderse como un proceso integral, donde las políticas orientan las acciones para el logro de los objetivos pretendidos por la investigación, figura 3; que el crecimiento económico depende de las acciones

socio económicas y el subproceso económico ambiental, así también, el progreso social de la acciones socio económicas y del subproceso socio ambiental y finalmente la Administración de los aspectos ambientales de la comunidad dependen de los subprocesos económicos ambiental y del aspecto socio Ambiental. (Guzmán ,2014)

**Figura 3.**

*Esquema explicativo de políticas de gestión de residuos al desarrollo sostenible*



Fuente: <https://slideplayer.es/slide/4391479/> (Guzmán ,2014)

## Figura 4.

### *Esquema del Desarrollo Sostenible*



Fuente: Definicion.mx: <https://definicion.mx/sustentabilidad/> Autor: Editorial Definición MX  
19/06/2013

Las Políticas indicadas en la Figura 4, definen las acciones correspondientes.

#### **2.1.1.2.1. Políticas Ambientales**

- Implementar políticas y normativas cuyo objetivo sea el reducir o eliminar los impactos negativos sobre el medio ambiente local o global.
- Planificación urbana en las ciudades, que implique la delimitación de las áreas de ocupación y expansión.
- Planificación del desarrollo de cada actividad productiva, de servicios y/o residencia sobre áreas disponibles, que conserven la compatibilidad con el hábitat, a fin de evitar que dichas actividades, no modifiquen o afecten las características del medio ambiente. (Guzmán ,2014)

#### **2.1.1.2.2. Políticas Sociales**

- Mejorando los servicios públicos.
- Reduciendo los impactos negativos sobre la salud en general.

- Viabilizar asentamientos humanos en condiciones de óptima salubridad, confortabilidad y armonía con su entorno.
- Generar nuevas fuentes de empleo y trabajo, dirigidas a los miembros de la comunidad.
- Educación cívica y formación ciudadana, para la aplicación de políticas de gestión de los residuos. (Guzmán ,2014)

#### **2.1.1.2.3. Políticas Económicas**

- Mejorar la eficiencia económica en la extracción de los recursos naturales
- Reducción de los presupuestos públicos para la recolección de los residuos, tratamiento, reciclaje y /o disposición final.
- Apertura de mercados para los productos resultantes de los procesos de reciclaje, tanto como materia prima, como para los que retornan al ciclo como un nuevo producto. (Guzmán ,2014)

#### **2.1.2 Gestión Integral Residuos Sólidos Urbanos**

Por gestión integral de residuos urbanos se entiende, al conjunto articulado e interrelacionado de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación, para el manejo de los residuos originados en las ciudades o concentraciones humanas, desde su generación hasta la disposición final. La gestión integral de residuos demanda el estudio integral de los aspectos relacionados con la generación, separación y tratamiento de los residuos urbanos en la fuente de origen, así también la aplicación de los sistemas idóneos para su recolección, transferencia, transporte, tratamiento, reciclaje y disposición final, a fin de que no se genere o incremente los niveles de contaminación ambiental. (Abarca-Guerrero 2015)

##### **2.1.2.1 Importancia del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos**

El determinar o definir la problemática del manejo integral, de todos los residuos sólidos urbanos, exige incluir las oportunidades para el desarrollo sostenible; no sólo por la optimización de los recursos, por el ahorro de los

pasivos ambientales, y también la reducción de los gastos en salud ambiental en general, sino por las ventajas económicas y sociales, producidas por la recuperación de materiales comerciales en los procesos de reciclaje y / o reutilización, que se logran mediante sistemas innovadores de crear empresas, así también la generación de nuevas fuentes de trabajo directas e indirectas y finalmente la consolidación efectiva de la gobernabilidad. (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016)

Se debe modificar el concepto de Calidad de Vida; asociándolo por lo general al consumismo (“... tanto consumes tantos vales.”) y al poder adquisitivo. Sin embargo, los miembros de la sociedad que más consumen no necesariamente disfrutan de una mayor calidad de vida, ya que, en muchos casos para otorgar un nivel de vida regularmente confortable, a la población de sectores de la ciudad, se invierte gran cantidad de recursos materiales y financieros, así también la implementación de grandes infraestructuras, que origina que los gastos de habitabilidad se eleven significativamente. Esta es una actitud irresponsable, que promueve un desarrollo insostenible, y que a largo plazo origina problemas económicos y sociales gravísimos, por el desgaste de recursos o los problemas de deterioro ambiental que resultan de la aplicación de estas políticas. (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016)

Se tiene una errada concepción de que significa el desarrollo, una distorsionada visión de una idónea calidad de vida. La transformación de urbes que originalmente tuvieron su base productiva relacionada a la explotación regulada y controlada de sus recursos, cambian e incluyen procesos de producción y explotación aparentemente innovadores, terminan siendo grandes concentraciones de población y actividades industriales de gran magnitud, así mismo en fábricas de residuos de toda índole. Esto directamente afecta la salud de las personas y del medio ambiente, y consecuentemente el consumo insostenible de los recursos naturales con que cuenta. Cuando este fenómeno sucede, es motivo de envidia o se asume como ejemplo, para los países en vías de desarrollo con una economía en crecimiento, sin tomar en cuenta el aplastante volumen de desperdicios y residuos que generan todas las

actividades desarrolladas, llegando a niveles superiores a 3.0 kg por habitante en un día, y si asumimos que, de toda la población mundial, el 75% reside en urbes desarrollando actividades productivas que consumen recursos que no cuentan en sus territorios, y generan un evidente incremento de los residuos urbanos. La actividad de la construcción tiene un papel protagónico en este “Proceso de Crecimiento y Desarrollo”, ya que el crecimiento poblacional va de la mano con la mayor demanda de áreas de residencia y la construcción de instalaciones comerciales, de servicios y otros, que son vitales para las actividades industriales o actividades productivas, esto origina un silencioso proceso de renovación urbana del casco físico de las ciudades, las cuales se adaptan a las nuevas funciones o los nuevos requerimientos de espacio habitable; los edificios antiguos son demolidos total o parcialmente, o mínimamente modificados, de acuerdo a los nuevas programaciones arquitectónicas, generando un desecho o residuo muy particular, que es el desecho de concreto.” (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016)

Esta es una alarmante sumatoria de acciones negativas contra el medio ambiente. Como detallan los autores “A modo de resumen se puede plantear que las opciones identificadas para el establecimiento de prioridades en la gestión de los RSU se concretan en la:

- Prevención y minimización;
- Reutilización (especialmente para envases);
- Reciclado (papel, vidrio, plásticos, madera, metales, concreto, etc.);
- Valorización de la materia orgánica;
- Valorización energética;
- Eliminación de vertederos, que no cumplan los requisitos técnicos establecidos.” (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016)

### **2.1.3. Los Residuos Sólidos Urbanos**

Se refiere al término de “Residuo”: a todo elemento excedente, de lo que es generado, producto de una actividad. Residuo es un elemento que carece de

calidades que ocasionen un interés, ya sea por la acción o necesidad directa del usuario, o por la actividad de otros; formándose un material mixto y heterogéneo. Los residuos se han generado y han existido siempre sobre la Tierra, desde el mismo momento en que comienza el desarrollo de las actividades más básicas y como consecuencia la acumulación y disposición en lugares no; siempre una cantidad o volumen de material o insumos terminaba siendo haciendo desperdicio, que se dificulta su incorporación a los ciclos naturales, por su largo proceso de descomposición y entonces comienzan a ser un problema ambiental. (OEFA - 2014)

### 2.1.3.1. Generación y/o Producción de los Residuos Sólidos Urbanos

Se entiende la definición de los residuos como una relación entre el agente causante y la característica del residuo se indican en la Figura 5

**Figura 5.**

Generación y/o Producción de los Residuos Sólidos Urbanos



Fuente: Estudio del Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de La Habana / Informe Final / Marzo, 2007/Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente de la Ciudad de La Habana / Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) República De Cuba

### **2.1.3.2. Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos**

Los residuos sólidos urbanos tienen una clasificación de maneras muy diversas según su importancia, peligro, origen, exigencias de tratamiento, su utilidad, materialidad, etc. Estas clasificaciones por consiguiente demandan distintos procesos de tratamiento; que van desde la selección en sí, hasta los diferentes resultantes o productos finales de dichos procesos. Es importante señalar que no solo se encuentran residuos homogéneos o compuestos de un solo material, por lo general se encuentran mezclados o dentro de una amalgama, que adicionaba al material original alguna característica idónea para la cual fue diseñada, por consiguiente, se requiere previamente definir procesos de separación de los elementos conformantes del residuo, a fin de lograr un efectivo proceso de tratamiento. Se indica correspondientemente que: “En el esquema siguiente, se resumen las distintas terminologías que se les aplican a los RSU, según el criterio de clasificación que se tome como referencia y la interconexión que existe entre ellos, pues para una mejor comprensión de su importancia en el manejo, se hace necesario integrar los distintos criterios de clasificación. (M.Sc. Alejandro Fernández Colomina 2007)

#### **2.1.3.2.1. Criterios Operativos**

Estos criterios orientan las acciones tanto de análisis como de ejecución para el logro de los objetivos del estudio. Se definen tres aspectos: Aspecto externo, Aspecto interno y Aspecto potencial, los cuales son resumidos en la Figura 6.

##### **2.1.3.2.1.1. Aspecto Interno de la Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos**

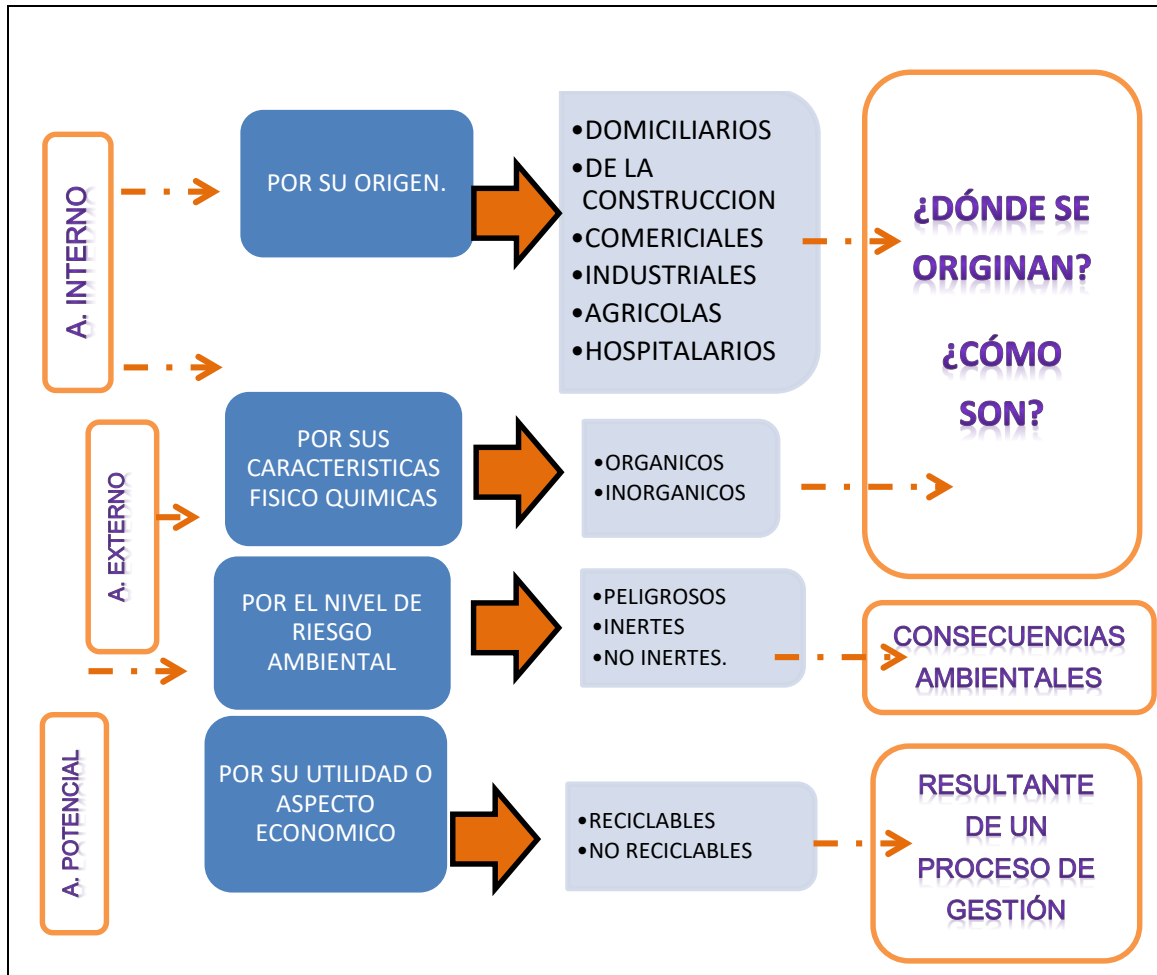
Ante la pregunta: ¿Dónde se originan?, ¿Cómo son? Se desarrolla la explicación de este aspecto interno en la Figura 7.

###### **2.1.3.2.1.1.1. Por su Origen**

Es un aspecto interno de cómo se clasifican los residuos, únicamente considerando el ámbito de procedencia, según la Tabla 1

**Figura 6.**

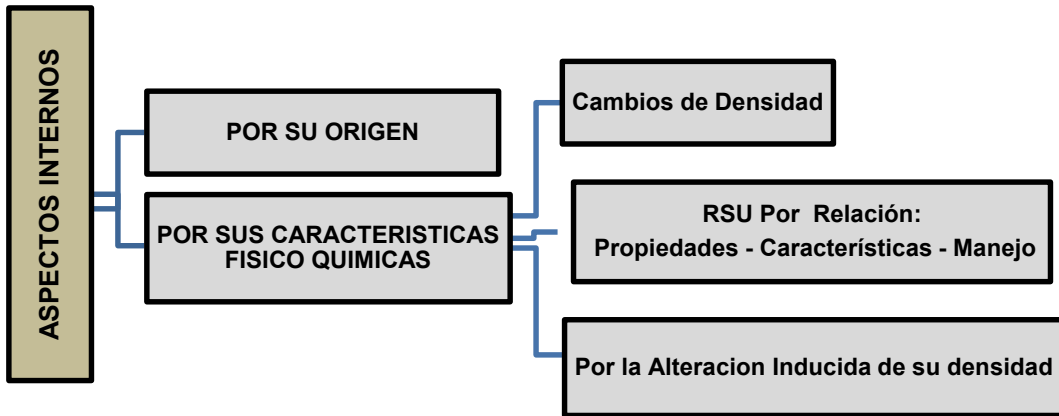
*Clasificación de los residuos sólidos urbanos*



Fuente: Estudio del Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de La Habana / Informe Final / Marzo, 2007/Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente de la Ciudad de La Habana / Dirección Provincial De Servicios Comunes / Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) República De Cuba

**Figura 7**

*Aspectos Internos de la Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos.*



Fuente: Adoptado de la: Guía para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, Dirección Provincial de Servicios Comunes de la Ciudad De La Habana- Cuba, Laboratorio de Análisis de Residuos, 2007.

**Tabla 1.**

*Clasificación de los residuos sólidos según su origen*

<b>DOMICILIARIOS</b>	<p>Son los originados principalmente por la actividad doméstica, se generan en el ámbito residencial y de la vivienda. Se incluyen en este grupo, los procedentes de las residencias colectivas o individuales, como alberges u hospedajes. Se incluyen tanto os de composición orgánica como cascara, hojas, restos de comidas, carnes y vegetales de toda índole y los de composición inorgánica y por lo general heterogénea, como plásticos papeles, telas, embalajes metales lozas vidrio etc.</p> <p>En este grupo también están los de gran volumen, como muebles domésticos, electrodomésticos y otros, que debido a su dimensión y volumen no pueden ser recogidos por los sistemas de recojo municipal.</p>
<b>COMERCIALES</b>	<p>El Comercio en todas sus modalidades, así también en cualquiera de sus etapas, abastecimiento, comercialización almacenaje y otros</p>

<b>HOSPITALARIOS</b>	Son aquellos desechos producidos por los centros de salud, generalmente estos residuos están contaminados con agentes patógenos de difícil control. El manejo de estos residuos debe cumplir procedimientos especiales que, Continuación... su clasificación o recolección, la incineración y su disposición final, tomando muy en consideración el traslado y la ubicación de las cenizas resultantes de dicho tratamiento.
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	Son los residuos originados por las actividades de la construcción, no solamente los directamente relacionados a los procesos constructivos sino también a los originados por las demoliciones. En este grupo se encuentran los grandes volúmenes de escombros, y restos de materiales de cada obra, que en muchos casos son depositados incorrectamente en lugares periféricos de la ciudad, como en cauces de ríos o quebradas, causando daños al medio ambiente y a ecosistemas existentes.
<b>INDUSTRIALES</b>	Estos residuos son de una gran variedad, dependiendo de del tipo de industria, pueden ser metalúrgicos, químicos, entre otros. De la misma manera se pueden presentar en diversas formas y estados, como cenizas, lodos, plásticos, ciscos, óxidos, virutas, etc. El control de los depósitos de estos residuos es muy importante ya que en ocasiones los procesos de tratamiento intervienen minerales como el plomo, cadmio o el mercurio, minerales que son altamente nocivos para los seres vivos del medio ambiente.
<b>AGRICOLAS</b>	<p>Mayormente son de origen animal y vegetal, aunque en muchos casos se presentan como orgánicos e inorgánicos.</p> <p>Son el resultado de la actividad agrícola y en este grupo también se aglutinan los residuos de fertilizantes y pesticidas.</p>

Fuente: Estudio del Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de La Habana / Informe Final / Marzo, 2007/Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente de la Ciudad de La Habana / Dirección Provincial De Servicios Comunes / Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) República De Cuba

## 2.1.3.2.1.1.2. Por Su Característica Físico Químicas

### 2.1.3.2.1.1.2.1. Los Residuos Sólidos Urbanos Por Su Relación: Propiedad.

#### Características. Manejo.

Las alternativas de gestión de los residuos, así como el uso posterior determina la importancia del conocimiento de las características químicas de sus componentes

Según la Tabla 2. Tomando en cuenta dichas características, se pueden definir las acciones pertinentes relacionadas con el sistema de gestión más adecuado, incluso según cada componente.

**Tabla 2**

*Propiedad- características-manejo de los residuos sólidos*

<b>DENSIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Condiciona los métodos y sistemas de recojo</li><li>❖ Técnicas especiales para el tratamiento de los componentes en relación a su Peso específico.</li><li>❖ .El transporte más idóneo para cada caso, según sus dimensiones y volumen.</li></ul>
<b>SOLUBILIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Se debe tomar en cuenta esta característica porque esta es la vía más fácil para los agentes contaminantes al suelo y acuíferos. Ya que esta es la dependencia de la solubilidad en agua de los RSU.</li></ul>
<b>HUMEDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Depende además de las características propias del residuo, del clima, de las estaciones del año.</li><li>❖ Los residuos orgánicos son más húmedos y se descomponen con mayor rapidez.</li><li>❖ Los residuos inorgánicos por lo general son secos, aunque muchos de sus componentes pueden tener propiedades higroscópicas, que es la propiedad de absorber humedad favoreciendo al proceso de descomposición de otros elementos que estén a su alrededor, provocando reacciones químicas y originando agentes contaminantes. Debido a esta propiedad se determina el tiempo de recojo del RSU.</li></ul>

<b>PODER CALÓRICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Es un parámetro que permite determinar si el residuo puede ser incinerado, con la consecuente liberación de gases a la atmósfera.</li> <li>❖ Define el tipo y la cantidad de la sustancia consecuente como producto de la descomposición y la generación de calor</li> <li>❖ Define los componentes inestables térmicamente, que ocasionan liberación de sustancias a la atmosfera</li> <li>❖ La generación de energía eléctrica depende de alor del poder calórico que tenga el RSU.</li> </ul>
<b>RELACIÓN CARBONO / NITRÓGENO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Esta característica define la calidad del compost a producirse, esto solo referido a los Residuos orgánicos,</li> <li>❖ Es su gran mayoría estos residuos están compuestos por carbono e hidrogeno, además de en otros casos de oxigeno e nitrógeno, esto define las propiedades acidas o básicas de tiene.</li> <li>❖ Define El valor óptimo para la generación de compost en la relación Carbono / Nitrógeno, y que resulte ser benéfico como aporte nutritivo para los cultivos.</li> </ul>

**Fuente:** Estudio del Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de La Habana / Informe Final / Marzo, 2007/Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente de la Ciudad de La Habana / Dirección Provincial de Servicios Comunes / Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) República de Cuba

#### **2.1.3.2.1.1.2.2. Cambios en la Densidad de los Residuos:**

También es importante indicar los índices definidos en la Tabla 3 sobre, la cantidad, la composición, y la densidad de los residuos sólidos vertidos a un relleno sanitario son diferentes a los residuos generados a partir del tratamiento y recuperación de sus componentes.

La densidad de los residuos cambia a medida que avanza las etapas de su manejo.

**Tabla 3**

*Alteración de densidad de los residuos sólidos*

<b>ALTERACION DE DENSIDAD EN LOS RESIDUOS SOLIDOS</b>	
ETAPA	DENSIDAD
basura suelta en recipientes	200 kg/m <sup>3</sup>
basura compactada en camiones compactadores	500 kg/m <sup>3</sup>
basura suelta descargada en relleno sanitario	400 kg/m <sup>3</sup>
basura recién rellenada	600 kg/m <sup>3</sup>
basura estabilizada en los rellenos (dos años después)	900 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Kunitoshi Sakurai 2000 Método Sencillo del Análisis de Residuos Sólidos

### **2.1.3.2.1.2. Aspecto Externo de la Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos**

¿Cuáles son las consecuencias?

Se define como la consecuencia ambiental e impacto en el medio ambiente, riesgo peligrosidad, que ocasiona el residuo en el ámbito urbano. Así también la responsabilidad de su gestión, que puede ser de una entidad pública o privada. (UNED, 2009).

#### **2.1.3.2.1.2.1. Impacto Ambiental y Socioeconómico de los Residuos Sólidos Urbanos.**

Se ha desarrollado el proceso de recojo y traslado de los residuos a los lugares destinados para su vertido, ha sido las únicas acciones de gestión de los residuos, alejarlos y disponerlos lejos de las ciudades o concentraciones urbanas, y esperar que la propia acción de microorganismos y factores ambientales, se encarguen de su degradación.

Los volúmenes de componentes que su degradación era mucho más prolongada no significaban gran problemática, e razón a que su porcentaje en el volumen total era mínimo.

Posteriormente, el desarrollo nuevas actividades económicas, la industrialización y de nuevos modelos económicos, que sustentan su crecimiento en el hábito de consumo de la sociedad, y por ende en una mayor producción de residuos o desechos, a esta situación se agrega la inclusión de nuevos materiales de origen artificial.

En tal sentido como se afirma que “ha surgido así una nueva problemática medioambiental derivada de su vertido incontrolado que es causa de graves afecciones ambientales: Contaminación de suelos.

- 1) Contaminación de acuíferos por lixiviados.
- 2) Contaminación de las aguas superficiales.
- 3) Emisión de gases de efecto invernadero fruto de la combustión incontrolada de los materiales allí vertidos.
- 4) Ocupación incontrolada del territorio generando la destrucción del paisaje y de los espacios naturales.
- 5) Creación de focos infecciosos. Proliferación de plagas de roedores e insectos.
- 6) Producción de malos olores.”

<https://www2.uned.es/biblioteca/rsu/pagina1.htm>

En consecuencia, se puede afirmar que, en cuanto al aspecto externo, debemos clasificar, en los residuos que afecten directa o indirectamente a la salud de la comunidad humana y al entorno natural o hábitat natural. Los que no afectan o pueden ser tolerados a cierto nivel y finalmente los residuos inertes o inocuos. Cuando la contaminación genera alteraciones en las características del medio, ocasiona modificaciones en los comportamientos de los seres vivos, que pueden expresarse en condiciones de incomodidad, conflicto social, descenso de la población de individuos de una especie (animal o vegetal), etc. y variar según el nivel de daño, las condiciones de desarrollo del hábitat. (UNED, 2018)

#### **2.1.3.2.1.2.2. Aspecto Externo de la Composición de los Residuos Sólidos Urbanos**

Definir los aspectos externos de la composición de los residuos sólidos urbanos, podemos indicar que estos son variables, y están en relación con las actividades humanas que generan residuos, y directamente relacionadas consecuentemente, con la población conformante. Los aspectos climatológicos o del medio ambiente, condicionados por la época del año, principalmente en actividades como la agricultura y otros.

### **2.1.3.2.1.2.3. Los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPS)**

Según se asume la definición “Son productos contaminantes, químicamente estables que se liberan al medio y se caracterizan por su alta peligrosidad debido al carácter tóxico, persistente, semivolátil y bioacumulable de estos productos”. (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016)

**2.1.3.2.1.2.3.1. Tóxicos:** Por la cantidad de efectos perjudiciales que producen en los seres vivos, lo cual impone un alto índice de riesgo.

**2.1.3.2.1.2.3.2. Persistentes:** Porque al no ser biodegradables, soportan por largos períodos condiciones severas de temperatura, humedad y presión.

**2.1.3.2.1.2.3.3. Semivolátiles:** Porque presentan un elevado potencial de transporte al ser capaces de trasladarse a largas distancias por aire y por agua, prueba de ello es que se han encontrado COPs en los cascos polares.

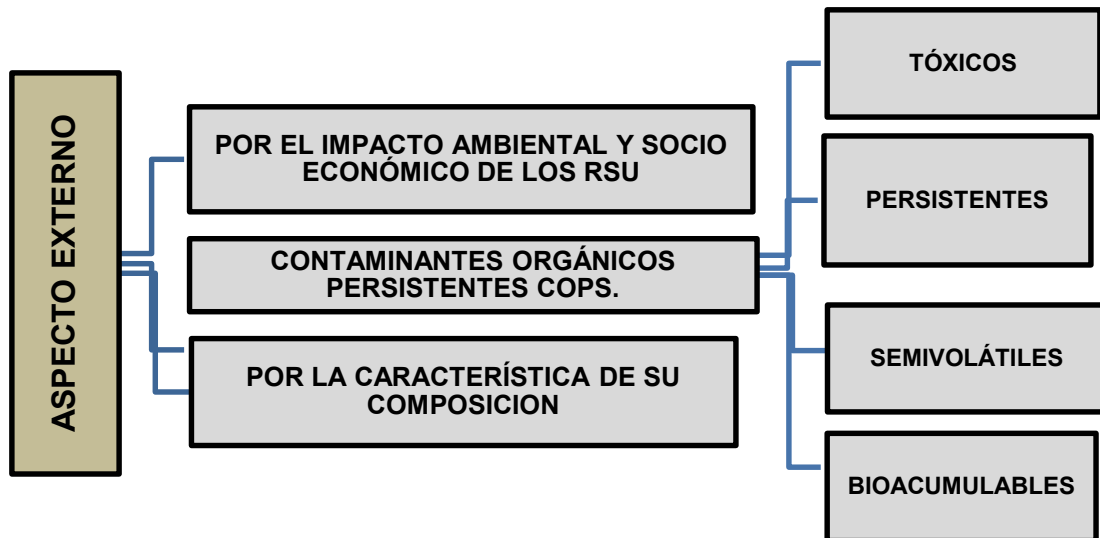
**2.1.3.2.1.2.3.4. Bioacumulable:** Por su poca solubilidad en agua y alta solubilidad en la ‘grasa’ del tejido adiposo de muchos animales incluido el hombre. Por tal motivo es frecuente encontrar estas sustancias en la cadena alimenticia de los humanos. Los efectos principales de los COPs para la salud humana y el medio ambiente son:

- La elevada lipofilia determina su acumulación y persistencia en el medio.
- El derrame o combustión de estos productos, además de afectar al medio ambiente, provocan la formación de nuevas sustancias aún más tóxicas.
- Altas dosis de COPs en el organismo, ocasionan varios tipos de cáncer y en bajas dosis, afectan el sistema inmunológico.
- Se transmiten de madre a feto y de madre a lactante,

Provocan desequilibrios hormonales al imitar, sustituir o inhibir la acción de alguna hormona, ocasionando reacciones no controladas en el organismo como, malformaciones congénitas, problemas de esterilidad; daños en los sistemas urinario y respiratorio; disfunciones de los sistemas inmunológico, nervioso y reproductivo. (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016)

**Figura 8.**

*Aspecto externo de la Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos*



Fuente: Fuente: Adoptado de la: Guía para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, Dirección Provincial de Servicios Comunes de la Ciudad De La Habana- Cuba, Laboratorio de Análisis de Residuos, 2007

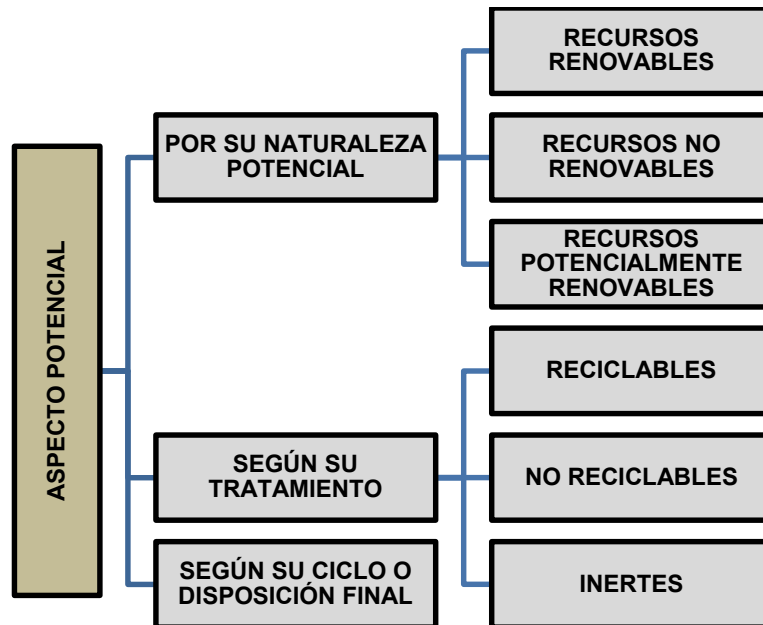
### **2.1.3.2.1.3. Aspecto Potencial de la Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos**

¿Qué podemos hacer?, ¿Qué beneficio se obtiene con un plan de gestión?

La importancia de implementar un plan de gestión coherente con las características y magnitudes de los residuos, está relacionado directamente a la identificación de las actividades productivas y ciudadanas, que generan los residuos. determinar su naturaleza y modos de tratamiento, por tanto, las alternativas más beneficiosas para el medio ambiente.

**Figura 9.**

Aspecto Potencial de la Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos



Fuente: Elaboración propia actualización del original. Dirección Provincial de Servicios Comunes de la Ciudad de la Habana. Laboratorio de análisis de residuos guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos.

Se clasifican en:

#### **2.1.3.2.1.3.1. Recursos renovables.**

Aquellos que su duración es continua y puede considerarse de un período de tiempo muy prolongado, como la energía solar, el viento, etc.

#### **2.1.3.2.1.3.2. Recursos no renovables.**

Aquellos cuya duración no puede ser considerada, se puede estimar sus cantidades y establecer por consecuencia un periodo corto para su término. Poseen una sola oportunidad para su renovación, mediante los procesos naturales los mismos que abarcan gran cantidad de tiempo. Un ejemplo, de ellos son, los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural).

### **2.1.3.2.1.3.3. Recursos potencialmente renovables.**

Aquellos que se caracterizan por producir su degradación medioambiental en ocasiones irreversible, por lo cual sus medidas de tratamiento deben considerar no sobrepasar los parámetros de renovación de los mismos. Ejemplos de ello: el aire, el agua, el suelo, etc.

La crisis ha empezado a manifestarse en nuestros días, por el modelo de explotación insostenible de los recursos naturales, modelo que se aplica y caracteriza a las primeras etapas de las actividades productivas y del desarrollo industrial. El medio ambiente es afectado por problemas ambientales a escala de todo el planeta. El agotamiento de los ecosistemas y las consecuencias de su afectación o cambios radicales, son situaciones que van a afectar consecuentemente a la humanidad.

El desarrollo sostenible surge como una respuesta y alternativa de solución a esta problemática. Este concepto nació en la Conferencia de Medio Ambiente y Desarrollo de Río de 1992. Proclamó que "el derecho al desarrollo debe cumplir de forma equitativa con las necesidades de desarrollo y de carácter medioambiental de las generaciones presentes y futuras".

Se pretende con esta concepción la satisfacción de las necesidades humanas, mediante una estrategia de conservación, respeto y racional explotación de los recursos, evitando la degradación del medio ambiente, su contaminación, y garantice su continuidad para beneficio de las generaciones futuras.

Muchos de los residuos mencionados, mediante un correcto tratamiento de los materiales originales, pueden ser reutilizables en otras actividades económicas, así mismo se podrían obtener sustancias que pueden reincorporarse a los ciclos naturales, por lo cual, según la Tabla 4, considerando su utilidad los residuos urbanos pueden clasificarse en:

**Tabla 4.***Residuos sólidos urbanos según su tratamiento*













RECICLABLES	Pueden ser utilizados como materia prima, para incorporarlos a nuevos procesos productivos
NO RECICLABLES	Por su propia característica, o por no tener a disponibilidad las tecnologías apropiadas para realizar un correcto reciclaje, no pueden ser re utilizadas.
INERTES.	Es aquel residuo no peligroso, no es un material biodegradable, es decir: Por su característica físico química, no sufre procesos de degradación a otro compuesto biológico, por lo tanto, no afecta negativamente a otras materias, con las cuales, en su proceso de disposición final, entra en contacto, de forma que pueda ocasionar la contaminación del medio ambiente o afectar perjudicialmente a la salud humana. No experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas de significancia y consideración. No son solubles, ni combustibles, No presentan una reacción física ni química, ni de ninguna otra manera.
El proceso de tratamiento en ambos casos es distinto, cuanto más recuperable pueda hacerse el procesamiento de los Residuos Sólidos Urbanos, tanto será su disposición sanitaria y cuanto más rentables sean o menos gastos implique el proceso, mayor habrá de ser el uso que podamos dar a los materiales resultantes del tratamiento.	

Fuente: Dirección Provincial de Servicios Comunes de la Ciudad de la Habana. Laboratorio de análisis de residuos guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos.

**2.1.3.2.2. Ciclo o Disposición Final de los Residuos Sólidos Urbanos.****Tabla 5.***Ciclo de los residuos sólidos urbanos*

<b>GENERACIÓN</b>	❖ Domiciliarios
	❖ Comerciales
	❖ Industriales
	❖ Hospitalarios
	❖ De construcción
	❖ Agrícolas
	❖ Otros.

Continuación...

		
<b>RECOLECCIÓN O ACOPIO</b>	❖ Empresas publicas	Sin selección previa 
	❖ Empresas privadas	
	❖ Personas particulares	
		
<b>TRANSPORTE Y TRASLADO</b>	❖ Empresas publicas	Sin selección previa 
	❖ Empresas privadas	
	❖ Personas particulares	
		
<b>VERTIDO</b>	❖ Botaderos municipales	Sin selección previa 
	❖ Botaderos informales	
		
<b>CLASIFICACIÓN MANUAL PRIMARIA</b>	❖ Asociaciones de recicladores	
	❖ Personas particulares	
		
<b>REUTILIZACIÓN SIN TRATAMIENTO</b>	❖ Maderas	Continuación....
	❖ Papel y plásticos	
	❖ Residuos orgánicos para alimento de animales	
	❖ Residuos varios	
		
<b>REUTILIZACIÓN CON TRATAMIENTO PRIMARIO.</b>	❖ Maderas	
	❖ Papel y plásticos	
	❖ Residuos orgánicos compostaje y fertilizantes	
	❖ Alimento de animales de granja	
	❖ Residuos varios	
		
		
		

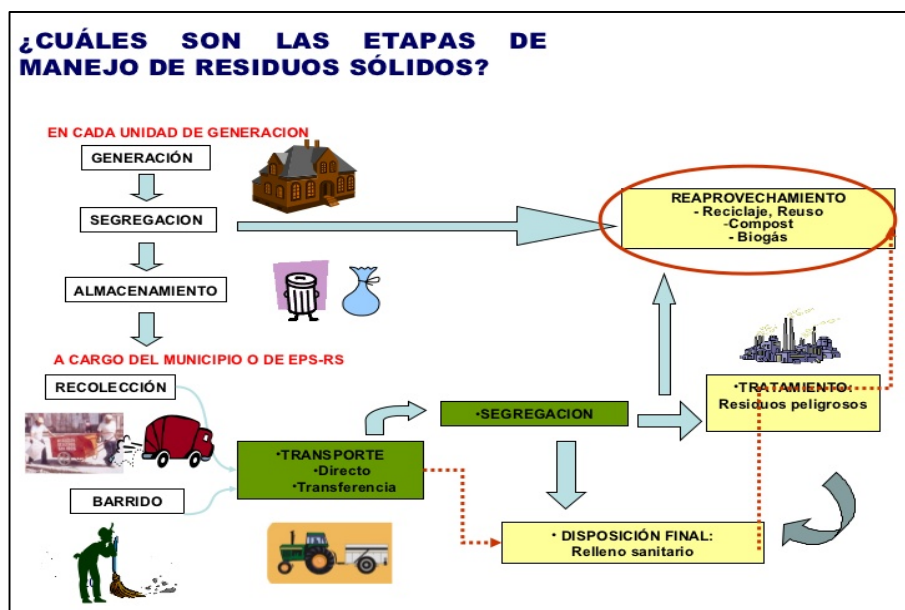
Continuación...

ALMACENAJE	RECICLAJE	DISPOSICIÓN FINAL Vertido Mixto Y Sin Tratamiento
Residuos que son utilizados directamente y su tratamiento no es muy complejo ej. Madera metales y otros.	Residuos son acopiados para ser utilizados previo tratamiento ej. Papel, plástico, orgánicos y otros.	Residuos arrojados sin tratamiento ej. Residuos de concreto, asfalto, desmonte, demoliciones, yeso aceites, residuos industriales, hospitalarios y otros.

Fuente: Elaboración propia actualización del original. Dirección Provincial de Servicios Comunes de la Ciudad de la Habana. Laboratorio de análisis de residuos guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos.

**Figura 10**

*Etapas del manejo de los Residuos Sólidos*



Fuente: SNIP. "Curso general preparación y evaluación social de proyectos de inversión pública" abril 30, 2016.

### 2.1.3.2.2.1. Generación:

"Es la primera etapa y está estrechamente relacionada con el grado de conciencia de los ciudadanos y la población en general, la generación de los residuos es también una actitud cotidiana de la persona, una acción individual, donde se desvaloriza un objeto y se le atribuye una categoría temporal de

excedente o inutilidad ante una demanda inmediata, esta actitud es motivada en grado por la indiferencia ante una situación de daño y deterioro, una actitud de irresponsabilidad de las consecuencias nocivas que tiene sobre el medio ambiente estas acciones. La generación de los residuos está ligada al nivel de educación ciudadana que la sociedad implementa, como un aspecto a desarrollar en los sistemas de formación académica y conductual de cada uno de los miembros de la ciudad. Los niveles y volúmenes están también en relación a las características socioeconómicas de la población. La actitud consumista de la sociedad es en esencia la motivación directa para la generación y el desorden originado por los desechos o residuos urbanos, sin importar su naturaleza y sus características físico químicas”. (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016, pag.123)

#### **2.1.3.2.2. Transporte y Recolección:**

La movilización de los residuos desde su lugar de generación a los lugares de tratamiento define una etapa importante, como lo indican, “En esta etapa los residuos son retirados de la vía mediante la recogida manual o mecanizada y transportados hacia las plantas de clasificación o hacia los vertederos de disposición final. Consiste en el proceso de recolección separativa por unidades vehiculares motorizadas o no. Las ventajas de esta forma de trabajo, son la optimización del personal y el vehículo de transporte. La experiencia indica un aumento considerable de la velocidad de recolección de hasta 80 kg/min y permite que el personal operativo aprenda trabajando. En las áreas de difícil acceso o en pendientes pronunciadas, los residuos deben ser transportados en contenedores asignados a tal propósito.” (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016, pág. 123 y 124)

#### **2.1.3.2.3. Clasificación:**

La identificación de los residuos según su naturaleza y origen, así mismo tomando en cuenta las alternativas que tenga en su tratamiento, como se define “Los residuos útiles como fuente de materia prima son clasificados según su composición e incluye además la separación selectiva de los residuos según su naturaleza y/o su destino final.” (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016, pag.124)

#### **2.1.3.2.2.4 Reutilización:**

La determinación de la utilidad, como se establecen la definición, “Es el uso que se le puede dar a algunos residuos antes de confinarlo a la etapa de almacenamiento, logrando alargar su ciclo de vida y el ahorro de materiales.” (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016, pág. 124)

#### **2.1.3.2.2.5. Almacenamiento**

Según las referencias, las acciones de almacenamiento están directamente orientadas por los métodos de tratamiento que el residuo tenga que ser sometido. “Es una etapa muy importante, ya que en dependencia de cómo se depositan los residuos, los mismos podrán ser usados como materia prima en la etapa de reciclaje. El almacenamiento se realiza primeramente en nuestras casas, centros de trabajo o escuelas para después ser colocados en los depósitos públicos y retirados en la etapa de recolección y transportación.” (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016, pág. 124)

#### **2.1.3.2.2.6. Tratamiento**

Los distintos métodos y alternativas de proceso del residuo en una nueva sustancia o material, como lo indican los autores de referencia, “Consiste en la transformación de los residuos orgánicos e inorgánicos en instalaciones destinadas a este fin y con la tecnología apropiada, en base al volumen de productos y a las demandas del comprador de estos una vez transformados. Por ejemplo:

- A los residuos orgánicos se les aplican distintas técnicas de separación de las impurezas para que puedan ser reciclados.
- Los residuos inorgánicos son seleccionados, triturados, lavados y embolsados según las demandas del comprador. Las latas sólo serán comprimidas y embaladas.
- Los residuos tóxicos y de alta peligrosidad como los hospitalarios se eliminan, con las debidas medidas de seguridad, en los rellenos sanitarios u otro sitio seleccionado para ello.

Las ventajas del tratamiento son: aumentar el valor agregado de las materias recuperadas, generación de empleos, prolongación de la vida útil del

relleno sanitario y posibilidades de mejoramiento continuo del proceso. “ (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016, pag.125)

#### **2.1.3.2.2.7. Reciclaje**

El proceso de transformación no está completo si no se define claramente el fin como su nombre lo indica el inicio del nuevo ciclo del residuo esta vez como un nuevo material o nueva sustancia, es definir, “Es el aprovechamiento de los RSU como materia prima y su incorporación nuevamente a los ciclos tecnológicos de la industria.

Incluye además el tratamiento que reciben algunos desechos orgánicos al ser reutilizados como alimento para animales”. (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016, pag.126)

#### **2.1.3.2.2.8. Disposición Final**

No solamente conceptualizada como un lugar de deposición, se indica “Es el confinamiento y encapsulamiento de los RSU inservibles, tóxicos y peligrosos, para evitar el contacto eventual de estos residuos con el exterior, principalmente con los organismos vivos. La disposición final de los residuos se realiza en los vertederos o rellenos sanitarios, de forma tal que los productos no presenten riesgos para la salud ni para los componentes de los ecosistemas. Para la localización de los rellenos sanitarios se deben evaluar 3 o 4 áreas alternativas aplicando un método de criterios múltiples que tenga en cuenta los aspectos económicos, los impactos ambientales, la cercanía a la ciudad, la accesibilidad, los criterios de vida útil de entre 10 y 15 años, y finalmente las condiciones climáticas. En la fase de puesta en marcha del sistema, se prevé un determinado porcentaje de residuos orgánicos e inorgánicos.” (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016, pág. 126 y 127)

## **2.2. PRINCIPIOS BÁSICOS PARA UNA ADECUADA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Más que un slogan de publicidad las TRES ERRES son resumen, en gran medida, de los principios o conceptos a implementarse, que orienten las acciones a realizarse dentro de la intención de conservar y no deteriorar el medio

en el cual vivimos. Así también se tiene las alternativas a considerar dentro de la búsqueda de lograr el beneficio de la comunidad sin que esto determine el deterioro del medio, o la degradación de la calidad de vida del hábitat, es una visión efectiva del mundo en el cual vivimos. (Huaricallo Y. y Gordillo M. 2016)

### 2.2.1. Reaprovechamiento de los Residuos Sólidos Urbanos

**Tabla 6.**

*Reaprovechamiento de los residuos sólidos urbanos*

Rellenos sanitarios	Son obras de Ingeniería, construidas generalmente sobre una superficie plana de tierra, en la que los Residuos Sólidos Urbanos son acumulados o depositados en zanjas recubiertas con capas o materiales de impermeabilización y luego cubiertos con capas de tierra; este sistema garantiza eliminar la emisión de malos olores y además con la evacuación de líquidos residuales o lixiviaciones y gases.
Incineración para el aprovechamiento energético	Proceso mediante la utilización de la oxidación térmica; los residuos son sometidos a altas temperaturas y convertidos en gases y sólidos incombustibles. Los gases que se origina producto de este proceso son emitidos a la atmosfera y los residuos sólidos son acumulados en un relleno sanitario.
Bio metanización	Proceso que lo realizan microorganismos, sin la presencia de oxígeno, como consecuencia del proceso se genera Metano (CH <sub>2</sub> ), Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) y lodos. Estos lodos al ser estabilizados pueden ser utilizados para el mejoramiento de los suelos, principalmente agrícolas pero para productos que no sean de consumo directo por las personas, sino para la floricultura, forestal y plantas ornamentales.
Compostaje	Proceso de transformación de la materia orgánica, en abono, mediante la oxidación que genera la destrucción de proteínas, carbohidratos y grasas.
	Terrenos destinados a la acumulación y/o deposición de los RSU, como son proceso que no cuentan con superficies

Vertederos	impermeabilizadas y no son cubiertas con capas de tierra, esto produce gran cantidad de malos olores y líquidos residuales, producto de la descomposición de los residuos sólidos, estos líquidos consecuentes pueden llegar por filtración a las aguas subterráneas y superficiales, ocasionando niveles de contaminación muy dañinos para la población.
------------	---

Fuente: Manual de gestión integrada de los residuos sólidos Municipales en Ciudades de América Latina y El Caribe, 1° Edición – 2006

### **2. 2. 2. Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Urbanos**

En opinión de otros estudios, se afirma lo siguiente:

“ La basura sin duda tiene un gran valor económico, ya que los materiales que se desechan fueron fabricados con materias primas (finitas), además se transportó y hubo un valor agregado de procesamiento, el cual el consumidor pagó, sin embargo al terminar su uso se desecha y la mayoría de las veces casi de forma inmediata después que se compró, y lo mismo pasa con la fracción orgánica que está compuesta de desechos de comida y desechos de jardinería principalmente, en los cuales se invirtió no sólo mano de obra y transporte, sino también agua, fertilizante y una parte del suelo.

El problema es que al momento de desecharlo todo junto termina siendo inutilizable y si no se trata de forma inmediata se convierte en un serio problema ambiental.”

Artículo publicado en (<https://gestiondersu.wordpress.com> Publicado por JC · 15 mayo, 2011)

#### **2.2.2.1. Reciclaje**

De acuerdo a autores consultados, “Consiste en un proceso de recuperación de materiales de valor para su utilización a través de un proceso industrial en la fabricación de nuevos productos.”

(<https://gestiondersu.wordpress.com> Publicado por JC · 15 MAYO, 2011)

La implementación de plantas semi industriales , donde se realicen la separación de los residuos, destacan por ser eficientes en la recuperación de los materiales sin ser contaminados, y los mismos puedan ser reciclados, sin embargo, debe considerarse un volumen muy significativo de los residuos que no pueden ser seleccionados para el reciclaje, por estar mezclados con otras sustancias o lo difícil que puede ser la separación de sus componentes, los ismos que terminan en las incineradoras o en rellenos sanitarios.

Los Residuos Sólidos Urbanos, que se consideran para su reciclaje, deben ser aquellos que presentan posibilidades de generar otro material o sustancia, por consiguiente, tener un mercado para su reinserción en el ciclo de funcionamiento o utilización, es decir tener un valor económico al término de su proceso de transformación y posterior consumo, este criterio gravita en su importancia ya que se disminuye de esa manera su impacto contaminante al ser vertido como desecho y se realiza un efectivo reciclaje.

Este aspecto lo indica en el artículo estudiado “Los materiales, que son objeto de recuperación, son aquellos para los cuales existen compradores y que son parte de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Hoy en día los materiales con mayor demanda son el PET (como botellas de agua o refrescos), el papel y el cartón, aluminio, metales ferrosos y vidrio, debido a que estos materiales son de suficiente valor económico para justificar su separación.” (Artículo publicado en <https://gestiondersu.wordpress.com> Publicado por JC · 15 mayo, 2011)

Sin embargo, este proceso de recuperación de materiales de valor para su utilización a través de un proceso industrial, demanda un importante compromiso de la sociedad y sus organismos gubernamentales, a fin de tener como una política de acción pública, la gestión de los residuos.

### **2.2.2.2 Compostaje**

Según se indica en: (<https://gestiondersu.wordpress.com> publicado por JC · 15 mayo, 2011).

“Consiste en la conversión de la materia orgánica de los RSU a través de un proceso en el que se controla la humedad, la temperatura, el PH y los niveles de oxígeno a fin de obtener un producto estable y rico en micronutrientes apto para los suelos. Existen diferentes técnicas de compostaje a gran escala, sin embargo, en todos los casos, es necesario que la presencia de materiales inorgánicos dentro de la fracción orgánica sea mínima, o mejor aún inexistente, para evitar la presencia de metales pesados en el compost. Dentro de las técnicas más utilizadas, está el proceso de aireación por volteos, aireación forzada con o sin utilización de microorganismos adicionales para acelerar el proceso, compostaje en caja o urnas, compostaje de pila estática (anaeróbico). Uno de los principales problemas, que enfrenta el compostaje de RSU, es la contaminación que sufre la materia orgánica por materiales inorgánicos, algunos de ellos tóxicos para su uso en suelos. Por lo que el éxito del compostaje de la fracción orgánica depende en gran medida del diseño y funcionamiento de la planta de separación, para asegurar una fracción orgánica con un nivel muy bajo de materiales inorgánicos. Resulta necesario mantener un control de cada producción de compost en los niveles de metales pesados, ya que la composición de los RSU es variable y por lo mismo puede existir posibilidad de que las concentraciones de metales pesados en el compost superen los niveles permitidos para su aplicación en suelos.”

### **2.2.2.3. Recuperación energética**

Los procesos de reciclaje deben tener como conclusión, que se originen una fuente de producción de energía, que refleje no solo la valoración misma sino también la potencialidad utilitaria que tiene esa alternativa.

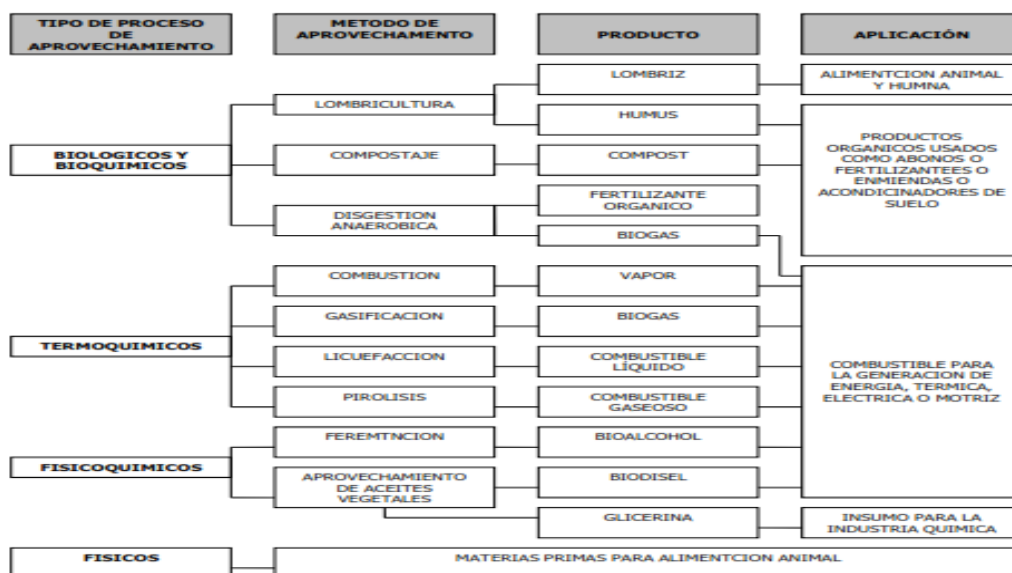
“Son soluciones conocidas como “waste-to-energy”, que consiste en obtener una fuente de energía a través de someter los RSU a diferentes procesos como:

- 1) Incineración o combustión, para producir vapor y utilizarlo para la producción de energía eléctrica.
- 2) Pirólisis y plasma, un proceso de combustión a más de 5 000 C para producir gas de síntesis, y
- 3) Bio digestión, a través de bio-reactores para producir gas metano, y utilizarlo como tal o bien quemarlo y producir energía eléctrica.

Aunque el tema merece una discusión más detallada, vale mencionar que todas las soluciones de recuperación energética son ampliamente cuestionadas, algunas por la peligrosa emisión de contaminantes en el aire, desperdicio energético que generan o por la inviabilidad económica en otros casos.” (<https://gestiondersu.wordpress.com> Publicado por JC · 15 mayo, 2011)

**Figura 11.**

*Proceso del reaprovechamiento de los residuos solidos*

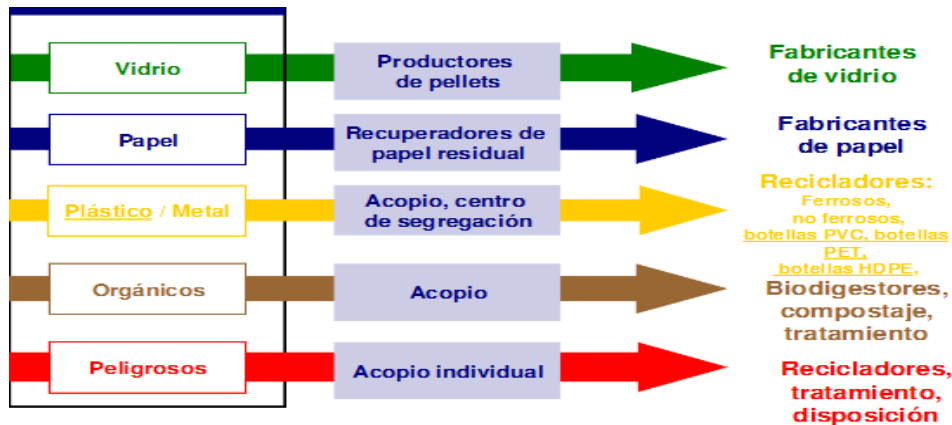


Fuente: Manual de gestión integrada de los residuos sólidos Municipales en Ciudades de América Latina y El Caribe, 1º Edición – 2006.

### 2.2.3. Re aprovechamiento del material reciclable

Figura 12.

Diagrama del reaprovechamiento del material reciclable

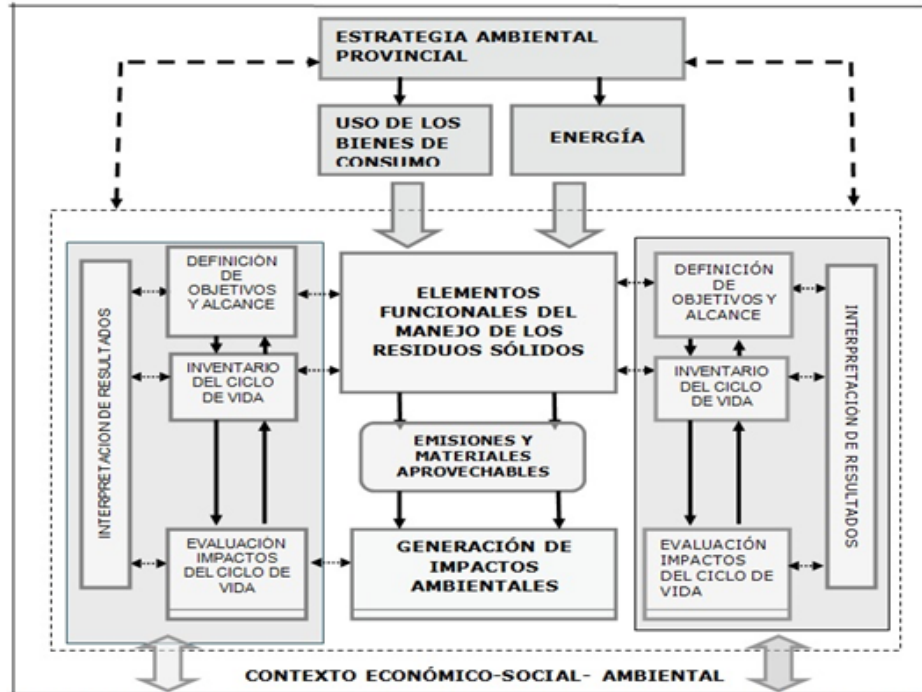


Fuente: Manual de gestión integrada de los residuos sólidos Municipales en Ciudades de América Latina y El Caribe, 1° Edición – 2006.

Se puede concluir que en este esquema no se detalla las alternativas que los residuos de la construcción y las demoliciones, en razón de la naturaleza de los mismos. Así mismo, como no tienen una composición homogénea, que permita, formular alternativas hacia procesos de tratamiento convencionales. La característica mixta de estos residuos obliga que se tenga que considerar dentro de los procesos, etapas de clasificación o selección manual y mecánica, así también un gran volumen de los mismos es de carácter inerte, como el polvo o el desmonte, producto de las demoliciones y /o excavaciones. (SALAZAR. 2010)

**Figura 13**

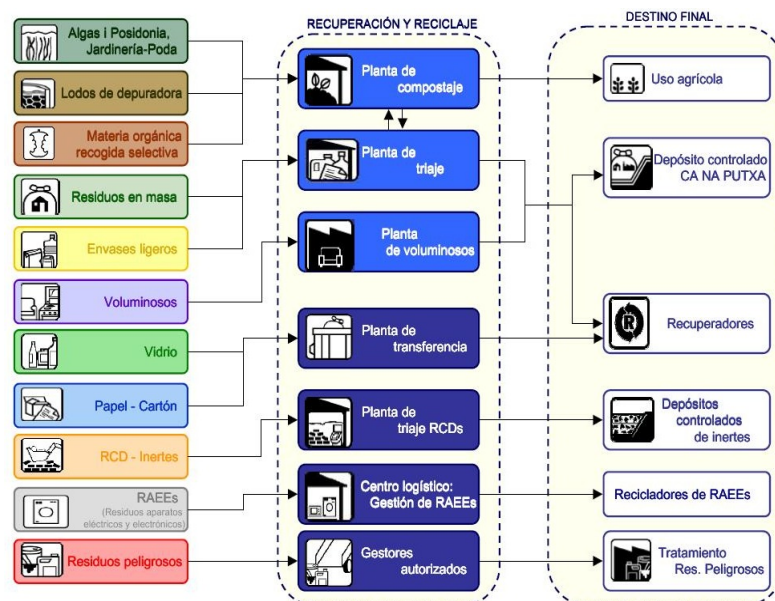
*Modelo de gestión ambiental para el manejo de RSD La Habana Cuba.*



Fuente: Manual de gestión integrada de los residuos sólidos Municipales en Ciudades de América Latina y El Caribe, 1° Edición – 2006.

**Figura 14.**

*Esquema del reciclaje y su destino final*



Fuente: Departamento de Medio ambiente del Consell d'Eivissa Islas Baleares España. Abril 2014.

## **2.2.4 Residuos de la Construcción y/o Demolición**

Los estudios sobre el tema, identifican que estos residuos a pesar de tener un volumen y un nivel de impacto en el medio ambiente, son dejados de lado y su gestión no tiene la relevancia e importancia que debería tener en un plan de gestión integral de residuos, se concluye entonces que:

“La generación de residuos de Construcción Demolición (en adelante RCD) está íntimamente ligada a la actividad del sector de la construcción, como consecuencia de la demolición de edificaciones e infraestructuras que han quedado obsoletas, así como de la construcción de otras nuevas. Se consideran residuos de construcción y demolición (en adelante RCDs) aquellos que se generan en el entorno urbano y no se encuentran dentro de los comúnmente conocidos como Residuos Sólidos Urbanos (residuos domiciliarios y comerciales, fundamentalmente), ya que su composición es cuantitativa y cualitativamente distinta. Se trata de residuos, básicamente inertes, constituidos por: tierras y áridos mezclados”, con un porcentaje muy significativo de cemento o cal, piedras, restos de hormigón, restos de pavimentos asfálticos, materiales refractarios, ladrillos, cristal, plásticos, yesos, ferrería, maderas y, en general, todos los desechos que se producen por el movimiento de tierras y construcción de edificaciones nuevas y obras de infraestructura, así como los generados por la demolición o reparación de edificaciones antiguas.

(<http://www.uhu.es/emilio.romero/docencia/Residuos%20Construccion.pdf>, 2016)

### **2.2.4.1. Reciclaje en la Construcción y Demolición**

Claramente, la alternativa de un tratamiento de los residuos de construcción, propone la reconversión de los mismos en nuevos materiales de construcción, para la utilización nuevamente en obra

Su reutilización, debe considerar las diferencias y características particulares de los productos consecuentes, ya que sus propiedades originales han sido alteradas antes del proceso de tratamiento del residuo.

“Las cantidades de RCD generadas, durante las actividades iniciales de la obra, durante la ejecución y posteriores especialmente, hacen necesario plantear una gestión tendiente hacia el reciclaje, evitando el relleno y vertido directo. “según lo indican (Chávez, & Guarín, 2014)

Originalmente se desarrollan actividades de selección o clasificado según su naturaleza, composición etc., a fin de viabilizar una secuencia óptima y productiva del proceso de reutilización, reciclaje según corresponda.

El material una vez que es recibido en a una planta de tratamiento, establece una secuencia, que le permite optimizar el proceso en sí, de la manera siguiente:

- Ubicación de basculas y oficinas de control, donde se realiza una revisión previa de manera visual y luego se procede a la recepción el material, su pesaje y admisión. En esta etapa de verifica que el material admitido no tenga contaminación importante de otros materiales.
- Deposición del material en un área acondicionada para su recepción, donde se realiza una segunda verificación del estado del material. El lugar destinado para la deposición deberá tener el área y disposición idónea para la maniobra, traslado y vertido del material, ya que por lo general llega en vehículos de transporte de desmontes.
- Se realiza una selección de los materiales a reciclar, como madera, papel, plástico, metal, y otros. Seguidamente una segunda selección materiales tóxicos o que no requieren un tratamiento especial y no pueden ser reciclados primariamente. Cada volumen de residuo seleccionado deberá contar con una clara secuencia para su gestión y tratamiento final.
- Se realiza etapas determinantes den el proceso de tratamiento del residuo, etapas como el diagnóstico del estado en el cual llega el residuo, luego el zarandeo, para la separación por volumetría, machaque o trituración y la separación magnética de materiales, finalmente el proceso de cribado, y soplado del material para su limpieza.

este proceso obtiene materiales que pueden ser considerados nocivos o peligroso y aquellos que pueden ser valorados y continuar un tratamiento más especializado.

- El material que se obtiene es un agregado árido de la granulometría apropiada para la utilización que se proyecte, y que luego de ser evaluado en ensayos de laboratorio puede este retornar al mercado al ciclo de utilización, pero como un nuevo material.
- El material que es rechazado, se dispondrá su vertido en y área de apoyo colindante o vertedero, el cual deberá tener el diseño apropiado, como drenajes, canales de líquidos de percolación, diques de fondo, y balsa de lixiviados, para que la acumulación de este material excedente no genere focos de contaminación

#### **2.2.4.2. Caracterización de los Residuos de Construcción y Demolición**

##### **2.2.4.2.1. Origen**

La industria de la construcción, genera en cada una de sus etapas o partidas de ejecución gran cantidad de residuos. La demolición de estructuras e infraestructuras, la rehabilitación y restauración, movimiento de tierras, construcción en sí, de nuevas edificaciones, así también como la producción de materiales en obra.

Como se indica, las actividades en la Industria de la construcción y edificación se dividen en:

##### **2.2.4.2.1.1 Sector de la edificación - vivienda y edificios**

El cual incluye:

- Construcción, mantenimiento y renovación de viviendas.
- Construcción, mantenimiento y renovación de edificios de oficinas, edificios industriales, hospitalarios, educativos y otros.
- Infraestructuras de servicios básicos para estas edificaciones

#### 2.2.4.2.1.2. Sector de infraestructuras que incluye:

- Construcción de carreteras.
- Otras infraestructuras especiales (puentes, túneles, canales etc.)  
(<http://biblioteca.cchc.cl/datafiles/33467-2.pdf>)

#### 2.2.4.2.2. Composición de los Residuos de la Construcción

“La composición de los RCD varía en función del tipo de infraestructuras de que se trate y refleja en sus componentes mayoritarios, el tipo y distribución porcentual de las materias primas que utiliza el sector, si bien hay que tener en cuenta que éstas pueden variar de un país a otro en función de la disponibilidad de los mismos y los hábitos constructivos.” (Jofra, 2016) art. actualizado <https://ent.cat/wp-content/uploads/2017/03/Bogota.pdf>

Es por consecuencia que los materiales de menor volumen dependen de factores, diferentes, como las variaciones climáticas de cada territorio, las funciones que tenía el edificio, el aspecto socio económico de la población usuaria, etc.,

Por otro lado, “la composición de las edificaciones varía a lo largo del tiempo y con ello también cambia la composición de los RCD, según sea la; edad del edificio o estructura que es objeto de demolición.” (Jofra, 2016) art. actualizado <https://ent.cat/wp-content/uploads/2017/03/Bogota.pdf>

La distribución de los porcentajes en volumen de distintos materiales de construcción se indica en la Tabla 7.

**Tabla 7.**

*Composición de los residuos de la construcción*

MATERIA	% EN VOLUMEN
Arena	60
Yeso natural	1
Metales	4
Grava	14
Caliza (Producción de cemento)	6

Arcilla	6
Piedra natural	4
Madera	2
Petróleo (plásticos)	3
Total	100

Fuente: residuos de construcción y demolición \_ master en ingeniería ambiental 2006-07

### 2.2.4.2.3. Aspectos de Riesgo y Peligrosidad de los RCD

“El carácter peligroso de los RCD puede deberse a causas diferentes, como son:

a) Que los materiales utilizados originalmente contuviesen proporciones altas de materiales que eran por sí peligrosos, como los fibrocementos, el plomo, los alquitranes y residuos de preservantes, adhesivos, colas y sellantes y ciertos plásticos.

b) Algunos materiales se convierten en peligrosos como consecuencia directa del medio en el cual han estado durante muchos años. Un ejemplo sería el de una industria en la que se han producido reacciones de superficie entre el material original inerte de los edificios y agentes químicos procedentes de procesos internos o próximos, arrastrados por el aire o el agua, y que han convertido en peligrosos a parte de los materiales de fábrica de la industria.

c) Algunas corrientes de RCD se convierten en peligrosas si materiales peligrosos se dejan en ellos y/o se mezclan con ellos. Este es el caso de envases de pinturas arrojados al acopio de ladrillos y hormigón, convirtiendo a todo el apilamiento en peligro.

d) El tipo de edificación/estructura y la época en que fue construida son los factores que más influyen en la presencia de residuos peligrosos, tanto en cantidad como en su tipología.” (Burguera, 2015)

“Una vez se han generado este tipo de RCD peligroso, la gestión a realizar sobre los mismos, debe ajustarse a lo indicado en la legislación vigente. Hasta ahora se ha expuesto una posible clasificación de los RCD, atendiendo como indicó, a la composición y gestión final.” (Castaño, et. al 2013)

#### **2.2.4.2.4. Atendiendo a su Origen**

El origen de los residuos tiene variedad de clasificaciones, sin embargo, se puede definir:

##### **2.2.4.2.4.1. Residuos de demolición:**

Son los originados en las operaciones de demolición y derribo de edificios e instalaciones.

##### **2.2.4.2.4.2. Residuos de construcción**

Proviene del proceso de ejecución de los trabajos de construcción propiamente dichos.

##### **2.2.4.2.4.3. Residuos de excavación:**

Son el resultado de los trabajos de excavación previos a la construcción.

#### **2.2.4.2.5. En Función de sus Características de Peligrosidad**

##### **2.2.4.2.5.1. Residuos inertes:**

Aquellos residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

##### **2.2.4.2.5.2. Residuos especiales:**

Son aquella cuya potencial nocividad o toxicidad para la salud del ser humano y el medio ambiente, por las características que presenta.

##### **2.2.4.2.5.3. Residuos banales:**

Aquellos que presentan una naturaleza similar a los residuos domésticos. (Castaño, et al. 2013)

#### **2.2.4.3. Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición**

##### **2.2.4.3.1. Reutilización**

Mediante esta opción, se tiene como resultante que el nivel de contaminación disminuye debido a que a través de este procedimiento el residuo como tal, se transforma en un nuevo elemento o material de uso, convierte a las partidas en obra de demolición, desmontaje, recogida y disposición final en un enfoque operativo diferente, donde se destina al residuo a un nuevo fin, ser utilizados nuevamente en obra u otro destino.

De acuerdo a lo consultado se define:

La reutilización de materiales puede ser:

- Directamente en la propia obra.
- En otras obras.

La reutilización en la propia obra implicaría dos fases:

- Selección del material a reutilizar.
- Limpieza y evaluación del mismo.
- Previsión de su uso en las partidas de obra correspondientes.

Esta alternativa de tratamiento es en definitiva la opción más correcta ya que los materiales originales, no realiza modificaciones sustanciales en las propiedades físico químicas de los materiales-residuo y los productos finales presentan características similares o incluso en algunos casos de mejor calidad. Desde el punto de vista de la producción, las obras se benefician en razón a que el volumen de sus residuos consecuentemente de tener un tratamiento, pueden ser utilizados en la misma o en otra obra.

Se debe considerar, que la reutilización de materiales de construcción está ligada a la existencia de una demanda y oferta en el mercado de materiales provenientes de los procesos de reciclaje, de materiales de construcción, estos mercados, por lo general no son muy difundidos y su demanda es escasa.

#### **2.2.4.3.2. Reciclaje**

Esta alternativa de tratamiento, es la transformación de los residuos, en materiales nuevos que puedan ser utilizados en la obra o en otras obras, evitar el vertido de los residuos a lugares improvisados y sin el tratamiento

Es importante considerar que, “el reciclaje con respecto a la reutilización, presenta diferencias, ya que los productos originales son alterados en su forma original y en sus propiedades, por tanto, se trata de reutilizar después de transformar el residuo en otros productos.” (Castaño, et al. 2013)

#### **2.2.4.3.3. Concepto de Desperdicio de Materiales**

El concepto de desperdicio en general es similar para diversos autores.

En su obra Productividad en Obras de Construcción: Diagnóstico, Crítica Y Propuesta Virgilio Ghio Castillo, lo define como “Toda aquella actividad que tiene un costo pero que no le agrega valor al producto final”. (Ghio 2001)

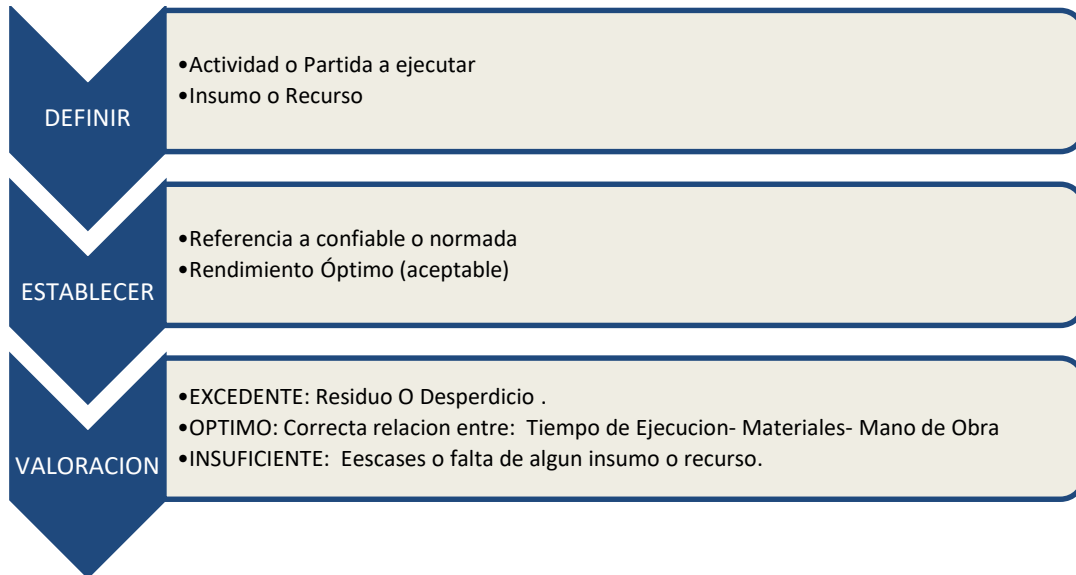
Por su parte, en su tratado “Perdas de Materiais na construção de edificações: Estudo em Canteiros de Obras no Estado do rio Grande do Sul”... Carlos T. Formoso; amplia el concepto indicando que se refiere a “Toda ineficiencia que se refleja en el uso de equipos, mano de obra y materiales en cantidades mayores a aquellas necesarias para la construcción de una edificación”. (Formoso ,1998)

Finalmente, José Carlos Paliari, plantea en su tratado: “Las pérdidas son un concepto relativo ya que se debe determinar en primer lugar una situación de referencia. Es decir, definir, para cada realidad un rendimiento estimado o aceptable de los recursos, considerando, así como desperdicio a todo lo que supere este límite.” (Paliari 1999)

Asumiendo lo detallado en la figura 15. Establece que los promedios de producción de residuos de la industria de la construcción, se puede asumir como una estimación muy cercana a la real, sin embargo, no se puede tener este criterio como una norma en razón a que cada obra es única en sus aspectos y características, como tecnología aplicada, especialización de la mano de obra, procedimientos y programación, partidas a ejecutarse, etc. Es así que según lo descrito “... requieren estimaciones más precisas para un control adecuado, también pueden utilizarse los consumos promedio de edificaciones similares o los consumos establecidos en normas técnicas.” (Castaño, et al. 2013)

## Figura 15

### *Definición de desperdicio en la construcción.*



Fuente: Elaboración propia actualización del original. Dirección Provincial de Servicios Comunales de la Ciudad de la Habana. Laboratorio de análisis de residuos guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos.

**2.2.4.3.3.1. Otras definiciones:** las siguientes definiciones difieren de las anteriores, por el enfoque filosófico que toman.

Melinghendler (1976), quien por el contrario sostiene que los desperdicios son “todo aquello que diferencia a la obra ejecutada de la obra perfecta”

Conwat Quality (1976), quien plantea que son “La diferencia entre las formas como las cosas se hacen ahora y la forma como podrían ser hechas si todo fuera perfecto.”

Definitivamente se debe considerar, que el vertido o vaceado de concreto en la partida de cimentación no es igual a la partida de columnas o elementos estructurales verticales. Por su propio procedimiento de constructivo, la composición y volumen del desperdicio será diferente. Entonces se hace fundamental la contrastación mediante la evaluación de una

situación teórica o ideal y una real, a fin de definir los alcances de un diagnóstico objetivo y que pueda ser asumido por el estudio.

En otro aspecto, se debe tomar en cuenta que no todas las partidas de obra son susceptibles a este contraste, generalmente son partidas que surgen en el transcurso de la ejecución misma. Los procesos de curado, o humidificación de los concretos vertidos en obra, por lo general se asume que están considerados en la partida correspondiente, pero no siempre es así. Las mezclas de concreto para distintos elementos estructurales según su especificación técnica, de acuerdo a una dosificación, genera que este contraste arroje resultados diferentes según cada obra y partida. Finalmente, en los casos que no se tenga parámetros de referencia aprobados, se puede tomar en cuenta las experiencias anteriores.

De esta manera la determinación de volúmenes, calidad y características del residuo, podrán ser gestionadas correctamente, en relación a la sostenibilidad y a las documentaciones técnicas de la obra,

Se toma en cuenta en lo expuesto “como desperdicio de materiales a todo consumo de recurso material en cantidades mayores a las necesarias para la elaboración de un producto de construcción, de acuerdo a las especificaciones reflejadas en los documentos técnicos o a los criterios establecidos por los encargados de obra.” (Galarza, M.2011)

#### 2.2.4.3.4. Estimación Desperdicio en Obra en m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> de Construcción

Se considera estos índices detallados en la Tabla 8, como referencia confiable de los volúmenes generados en la construcción.

**Tabla 8.**

*Estimación desperdicio en obra en m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> de construcción*

Tipo de Edificación	Área construida (m <sup>2</sup> )	Total desmonte( m <sup>3</sup> )	Índice RSC m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Vivienda	55 817	5 267	0,09
Vivienda	4 300	297	0,07
Vivienda	3 162	346	0,11

Vivienda	12 574	1 867	0,15
Oficina	3 302	279	0,08
Oficina	2 814	232	0,08
Oficina	109 415	7 554	0,07
Edificio	87 660	6 861	0,08
Edificio	86 497	7 244	0,08
Edificio	5 250	583	0,11
Edificio	102 780	15 302	0,15
Colegio	8 390	712	0,08
Otros	2 870	365	0,13
<b>TOTAL</b>	<b>484 531</b>	<b>46 909</b>	<b>0,10</b>

Fuente: Galarza, M. (2011).

#### 2.2.4.4. Clasificación del Desperdicio de Materiales

##### 2.2.4.4.1. Los Desperdicios según el Sistema de Producción

Se toma como criterio de organización y minimización de pérdidas y desperdicios lo aplicado en sus procesos de producción, la empresa TOYOTA. Por lo cual implementa 7 tipos de desperdicio, según lo indica Galarza M. (2011).

**“a) Pérdidas por superproducción:** Se refiere a los desperdicios de recursos generados por la fabricación de productos en mayor cantidad a la necesaria.

**b) Pérdidas por transporte:** Se hace referencia a los gastos innecesarios en los que se incurre al transportar recursos de una ubicación a otra ya que esta actividad no agrega ningún valor al producto final, por lo que se recomienda disminuirla al máximo.

**c) Pérdidas por almacenamiento:** Son los costos en los que se incurre por ocupar el espacio de almacenamiento y riesgo de pérdida o destrucción del material almacenado.

d) **Pérdidas por movimiento:** Se refiere a los movimientos innecesarios realizados por los trabajadores durante la ejecución de sus labores.

e) **Pérdidas por espera:** Está compuesto por aquellos periodos de tiempo en los cuales los recursos generan gasto, pero no están siendo utilizados debido a diferentes motivos.

f) **Pérdidas por productos defectuosos:** Son los costos adicionales en los que se incurre cuando un producto no ha sido fabricado de acuerdo a las características de calidad solicitadas por el proyecto.

g) **Pérdidas del propio proceso:** Se refiere a actividades que no son necesarias para lograr el producto final según las especificaciones solicitadas y que están incluidas dentro del proceso mismo.”

Las pérdidas mencionadas considerando los desperdicios son claramente identificables cuando se analiza un proceso productivo de una industria convencional, sin embargo, la industria de la construcción es de características particulares por los procedimientos constructivos, las tecnologías y recursos que utiliza, por consiguiente, los desperdicios que genera.

Así, por ejemplo, “Formoso et al, clasifican a los desperdicios considerando la etapa del proceso en que se ocasiona la pérdida (Recepción, almacenamiento, transporte interno y producción) y el origen de la misma” (Galarza M. 2011).

#### **2.2.4.4.2. Los Desperdicios según la Etapa del Proceso**

Dependiendo de la etapa del proceso descrita en la figura 16 la clasificación de los desperdicios cumple un cambio entre la recepción hasta la producción, como consecuencia, en la Figura 17 se clasifica al desperdicio de materiales en tres grandes categorías:

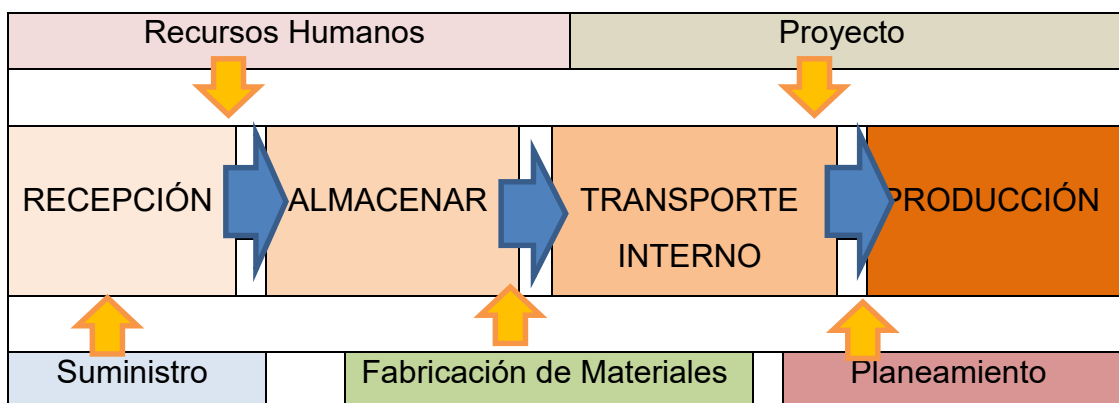
**a) Desperdicio directo:** Son los residuos de materiales que se eliminan de la obra como desmonte.

**b) Desperdicio indirecto:** Son los materiales que se incluyen dentro de la obra sin que este indicado en los documentos técnicos del proyecto.

**c) Otros Desperdicios:** Son los causados por motivos extraordinarios como robo, vandalismo, etc. (Galarza M. 2011).

**Figura 16.**

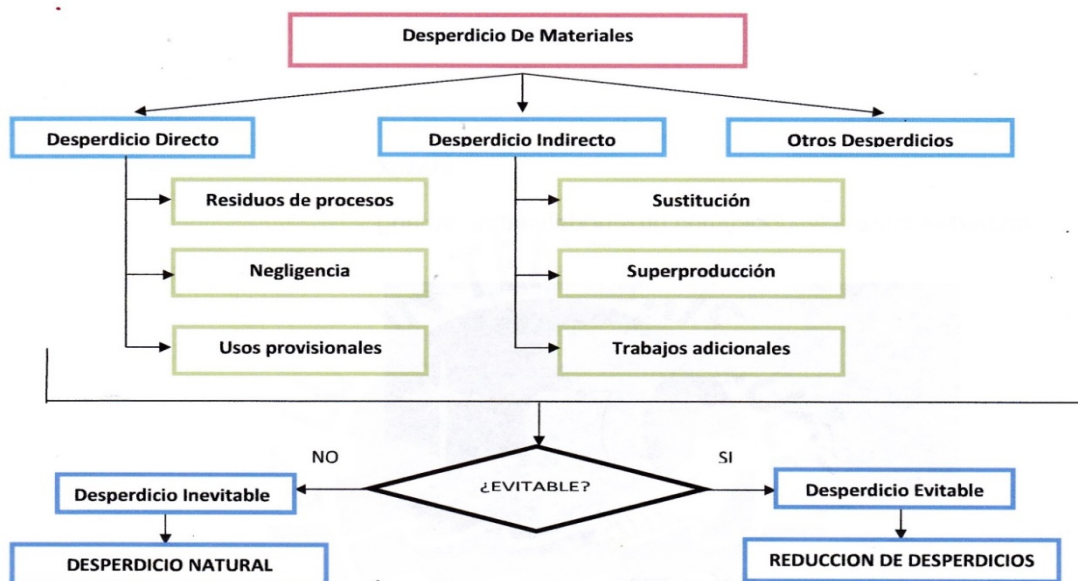
*Desperdicios según la etapa del proceso*



Fuente: Elaboración propia actualización del original. Dirección Provincial de Servicios Comunes de la Ciudad de la Habana. Laboratorio de análisis de residuos guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos.

**Figura 17.**

**Desperdicios de materiales.**



Fuente: Galarza M. (2011).

#### **2.2.4.5. Residuos en la Actividad de la Construcción**

##### **2.2.4.5.1. Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición**

Las actividades de rehabilitación, restauración, construcción de edificaciones en sí, demolición de edificios e instalaciones de infraestructura, generan grandes volúmenes de desperdicios, a los que se les denomina residuos sólidos de la construcción.

##### **2.2.4.5.2. Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición**

Como lo indican cuando definen los criterios rectores de reglamento, Llave E., Ulloa Z. Vega A. (2016) “Regular la minimización de los residuos de la construcción y demolición, segregación en la fuente, reaprovechamiento, almacenamiento, recolección, comercialización, transporte, tratamiento, transferencia y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos y peligrosos procedentes de la actividad de la construcción y demolición.

Establecer lineamientos para la gestión de los residuos generados en una situación de desastre natural, antrópico (desastre provocado por acción de los seres humanos) o emergencia ambiental.

Establecer las obligaciones y responsabilidades de las instituciones vinculadas a la gestión y el manejo de los residuos de la construcción y demolición, promoviendo la coordinación interinstitucional para la implementación del presente Reglamento.”

##### **2.2.4.5.3. Manejo de Residuos Sólidos**

Como indican los autores, Llave E., Ulloa Z. Vega A. (2016), “El manejo de residuos sólidos realizado por toda persona natural o jurídica deberá ser sanitaria y ambientalmente adecuado, con sujeción a los principios

de prevención de impactos negativos y protección de la salud, así como a los lineamientos de política establecidos.”

Entonces, la gestión y posterior tratamiento de los residuos, esta vez conceptualizados como un recurso, se realiza en instalaciones destinadas e implementadas para tal fin como:

- Áreas de almacenamiento.
- Almacenes para residuos
- Plantas de tratamiento.
- Plantas de segregación o reciclaje.
- Rellenos de sanitarios para residuos peligrosos.
- Botaderos para residuos de construcción
- Áreas periféricas para escombreras en caso de desastres.
- Escombreras para disposición final.

#### **2.2.4.5.4. Instrumentos de Gestión Ambiental**

Los instrumentos de gestión deben entenderse no como requisitos administrativos o burocráticos sino por el contrario, como instrumentos de cambio y solución. Por ello, “Los estudios ambientales u otros instrumentos de gestión ambiental de proyectos de inversión vinculados a actividades de construcción y demolición, deben considerar medidas para prevenir, controlar, mitigar y eventualmente reparar los impactos negativos ocasionados por los residuos de la construcción y demolición en la salud y el ambiente.” (Llave E., Ulloa Z. Vega A. 2016)

#### **2.2.4.6. Aspectos a considerar para el Reaprovechamiento de los Residuos de la Construcción y Demolición**

La disminución de los residuos para destinarlos a una disposición final, considerando los criterios del reaprovechamiento de materiales que se utilicen en la obra, implica obligadamente a formular un plan de gestión integral. Optimizar el uso de los recursos y minimizar la generación de los residuos, son

acciones dentro de un plan de manejo de los residuos. Es decir, Definir acciones que se desarrollen en todas las etapas del proyecto.

#### **2.2.4.7. Acciones del Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición**

##### **2.2.4.7.1. Segregación de Residuos**

Para cumplir con esta acción, se determina cuya realización sea en la obra misma o en una instalación complementaria o alterna donde se realice el tratamiento, de esta manera se obtiene la estrategia o procedimiento para el reaprovechamiento y/o comercialización luego de la segregación de los residuos

Como lo indica el reglamento, “Esta actividad podrá ser efectuada por una EPS-RS o una EC-RS cuando se encuentre prevista la operación básica de acondicionamiento de los residuos previamente a su comercialización. El desmonte limpio u otros residuos Re aprovechables luego de ser segregados, clasificados, y haber recuperado sus propiedades iniciales o su calidad y compatibilidad con los materiales empleados, podrán ser incorporados al proceso como materia prima.”. Ministerio de Vivienda, Decreto Supremo N° 003-2013-MVCS, (2016)

##### **2.2.4.7.2. Comercialización de Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición**

Aspecto que define su retorno al mercado dentro de las normatividades correspondientes, “El generador podrá comercializar los residuos a través de EC-RS registradas en la DIGESA, y que cuenten con la respectiva autorización Municipal. “Ministerio de Vivienda, Decreto Supremo N° 003-2013-MVCS, (2016).

##### **2.2.4.7.3. Reciclaje de Residuos**

En esta etapa del proceso, la implementación y operación de una planta de reciclaje especializada, donde se realicen la educación en partículas mínimas los residuos. Como indica la normatividad “En los procesos de

clasificación, almacenamiento y traslado de los residuos para la reutilización, reciclaje o disposición final, no se deberán exceder los estándares de Calidad Ambiental del aire ni los Límites Máximos Permisibles establecidos en la normativa ambiental.”. Ministerio de Vivienda, Decreto Supremo N° 003-2013-MVCS, (2016).

#### **2.2.4.7.4. Reciclaje de concreto de demolición**

La demolición, debe considerar previamente que si los elementos o materiales consecuentes, pudieran tener un nivel de toxicidad, peligrosidad u ocasionar daños al medio ambiente, además de que por sus características no pueden ser sometidos a procesos de reciclaje, deberán recibir un tratamiento especial.

“El concreto de demolición para reciclaje puede ser obtenido en bloques o reducido en partículas pequeñas, mediante fresado de construcciones civiles de concreto simple, armado o tensado (muros de contención o sostenimiento, cimentaciones, puentes, alcantarillas, canales, tuberías de cemento o concreto sin asbesto, losas de pavimentos de concreto, columnas, veredas y pisos de viviendas) que no contengan elementos peligrosos; de tal forma que se puedan usar como agregados en la fabricación de nuevos concretos, como material de relleno no portante y otros que no contravengan la normativa vigente, en concordancia con la Norma Técnica Peruana vigente.” Ministerio de Vivienda, Decreto Supremo N° 003-2013-MVCS, (2016).

Los materiales secundarios generados a partir del concreto de demolición deben almacenarse separadamente según su procedencia y uso posterior. Los ensayos para determinar la aptitud del granulado y de los minerales y aglutinantes contenidos, dependerán del diseño del producto final, debiendo ser aplicados a éste antes de su uso e informarse al potencial consumidor de sus resultados, así como la fecha de realización del ensayo y la antigüedad del producto y su procedencia. El granulado de concreto puede usarse en rellenos no portantes, muros de pantalla contra ruido o en rellenos

sanitarios. Ministerio de Vivienda, Decreto Supremo N° 003-2013-MVCS, (2016). Esquemáticamente explicados en la figura 19.

#### **2.2.4.7.5. Reciclaje de materiales de demolición no clasificados**

“El material de demolición granulado no clasificado proveniente de la demolición de edificaciones u obras civiles, podrá ser reaprovechado en la preparación de capas de fundición, mezclas asfálticas recicladas, concreto reciclado y rellenos no portantes, entre otros, en concordancia a la Norma Técnica Peruana vigente”. Según lo afirman, Llave, Ulloa y Vega, (2016).

El material a ser reciclado debe estar libre de contaminación de otros materiales que requieran otros métodos de tratamiento, así también y especial cuidado los que contengan compuestos peligrosos que se liberen en el proceso de fracturación, sea por medios mecánicos o químicos y posterior tamizado; el objetivo de un apropiado reciclaje demanda un constante control, para lograr el diámetro y tamaño requerido.

#### **2.2.4.7.6. Transporte de residuos sólidos de la construcción y demolición**

Los vehículos utilizados para el transporte de residuos deben cumplir las siguientes características generales según lo descrito por Llave, Ulloa y Vega, (2016):

- “El vehículo y los equipos de transporte deben ser de color plomo.  
- Dependiendo el volumen de residuos a recoger, podrán utilizarse camiones volquete, camionetas pick-up u otros similares.
- En vehículos de capacidad mayor a 6 m<sup>3</sup> el sistema de descarga será hidráulico. - El comportamiento de carga para el transporte de los residuos debe contar con un toldo debidamente asegurado que cubra por completo toda la extensión de la carga a transportar para evitar la dispersión de partículas.
- Los camiones volquete deben tener barandas laterales de 0,50 metros de altura mínima, que permita la fácil carga y descarga de los escombros.”.

El Transporte de residuos sólidos de la construcción y demolición a diferencia del anterior que son residuos generales.

Deberá cumplir los siguientes requisitos según Llave, Ulloa y Vega (2016).

- “Las EPS-RS o EC-RS deberán recoger los residuos desde la obra o área de generación, para ser trasladados a la planta de tratamiento, o escombrera debidamente autorizada.
- En el traslado de los residuos se usará métodos seguros para evitar impactos negativos que afecten la salud de las personas y el ambiente, debiendo respetarse el horario y rutas fijadas por la municipalidad competente.
- Las EPS-RS o una EC-RS son responsables del traslado adecuado de los residuos hasta su disposición final.”

#### **2.2.4.7.7. Residuos sólidos no peligrosos de la construcción y demolición**

Son aquellos materiales inertes y que, durante los procesos de tratamiento o gestión, no presentan modificación o cambios sustanciales, en sus características mecánicas y/o fisicoquímicas y que constituyan un peligro para la salud y el medio ambiente.

Podemos indicar, de acuerdo a lo señalado por Llave, Ulloa y Vega, (2016).

- “Instalaciones: Mobiliario fijo de cocina, mobiliario fijo de cuartos de baño.
- Cubiertas: Tejas, tragaluces, soleras prefabricadas, tableros, placas sándwich.
- Fachada: Puertas, ventanas, revestimientos de piedra, elementos prefabricados de hormigón.
- Particiones Interiores: Mamparas, tabiquerías móviles o fijas, barandillas, puertas, ventanas.
- Acabados Interiores: Cielo raso (escayola), pavimentos flotantes, alicatados, elementos de decoración.
- Estructura: Vigas y pilares, elementos prefabricados de hormigón.”

#### **2.2.4.7.8. Residuos sólidos peligrosos de la construcción y demolición**

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:

- a) Auto combustibilidad: Es una característica de algunos materiales que auto generan un proceso de combustión, es un proceso químico de oxidación, se muestra como energía calórica o energía lumínica.
- b) Explosividad: Es una característica de algunos materiales que, al estar expuestos a fricción o temperatura, liberan energía en forma violenta, se muestran en forma de gas, temperatura extrema y alto nivel de presión, incrementa sustancialmente su volumen.
- c) Corrosividad: Es una característica de algunos materiales que contienen productos químicos fuertes que pueden atacar o destruir químicamente materiales, tales como tejidos orgánicos o metales.
- d) Radiactividad: Es la propiedad de algunos materiales que al sufrir la desintegración de algunos de los nucleídos que las forman producen la emisión de partículas como alfa, beta y neutrón o de radiaciones gama, radiaciones captura K entre otras, o de ambas a la vez, esto por causa de un acomodo de su estructura interna.
- e) Toxicidad: “Es el grado en el que una sustancia química o biológica puede dañar un organismo vivo. “(Glossary, 2015)
- f) Reactividad: Es una reacción química que libera energía y genera la transformación del material reactivo, en uno o más elementos, esta reacción puede suceder por las características del material o la influencia de otro componente
- g) Patogenicidad: Cuando un material presenta una en su composición un microorganismo con la Capacidad de infectar, invadir y multiplicarse en un ser vivo, produciendo unos síntomas (enfermedad).
- h) Por el nivel de riesgo para la salud o impacto al medio ambiente.

El manejo de los residuos que presenten niveles considerables de peligrosidad, según corresponda, debe considerar que las acciones para su tratamiento se implementan en proceso que logren:

1. Reducir los volúmenes de residuos.
2. Selección y segregación según su origen y características.
3. Apropiado almacenamiento según sus características.
4. Recolección y Transporte a las plantas de tratamiento.
5. Procesos de Transferencia
6. Disposición final

#### **2.2.4.7.8.1. Manejo de residuos peligrosos en la construcción**

- Identificar las características de cada material a ser utilizado en obra definiendo su potencial peligrosidad
- Implementar medidas operativas cuyo objetivo sea reducir la generación de los residuos peligrosos en obra.
- Seleccionar y segregar los residuos peligrosos, que requieran un manejo sanitario especial.
- Ubicación y almacenaje de los residuos en áreas y en contenedores apropiados para su conservación, y luego realizar su traslado para su tratamiento o disposición final.
- Las medidas de tratamiento y manejo de los residuos peligrosos, deberán estar a cargo de empresas acreditadas y autorizadas por las instancias de control

#### **2.2.4.7.8.2. Autorización para transportar residuos peligrosos**

- La institución gubernamental en nuestro país encargada de regular, supervisar, fiscalizar y sancionar el transporte terrestre de residuos peligrosos por carretera, es el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el mismo que realiza el registro único de transporte de residuos peligrosos y señala las vías por las cuales se realiza dicha actividad.

- El Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales Peligrosos, establece los criterios rectores que definen las vías y los lugares de estacionamiento, para el transporte de residuos peligrosos así también las vías alternas en los centros urbanos, en coordinación con las municipalidades provinciales.
- Los vehículos o medios de transporte de residuos peligrosos son únicamente para tal fin, no podrán ser usados para transportar residuos de otra característica.

#### **2.2.4.7.8.3. Acondicionamiento y almacenamiento de residuos peligrosos**

esta etapa es de vital importancia, por la naturaleza de la estancia del residuo, y sus características de peligrosidad. Según lo indican. Según lo indican Llave, Ulloa y Vega (2016)

- “Acondicionamiento de residuos peligrosos. Los residuos peligrosos deben ser acondicionados de acuerdo a su naturaleza física, química, considerando sus características de peligrosidad, su incompatibilidad con otros residuos, así como las reacciones que puedan ocurrir con el material del recipiente que lo contiene.
- Almacenamiento de residuos peligrosos El almacenamiento de residuos peligrosos, en instalaciones productivas u otras, debe estar cerrado, cercado y en su interior se colocarán los contenedores necesarios para el acopio temporal de dichos residuos, en condiciones de higiene y seguridad, hasta su evacuación para la disposición final, debiendo implementarse una señalización que indique la peligrosidad de los residuos. “

#### **2.2.5. Impactos Ambientales**

Si se consideran los efectos directos en el medio ambiente y la salud la disposición improvisada de los residuos tiene consecuencias muy graves. Como lo indican los autores, Llave, Ulloa y Vega, (2016), “Los responsables por el abandono de los residuos están obligados a cumplir las sanciones

administrativas que se impongan (reposición, restauración o recuperación del bien público o área afectada, al estado anterior a la infracción cometida, en forma y condiciones fijadas por el órgano que impulsó la sanción), en aquellas áreas que, por efectos indirectos, vientos, corrientes marinas, fluviales o lacustres, resultan impactadas por el traslado de residuos abandonados. “

#### **2.2.5.1. Consecuencias en el Medio Ambiente**

- “Acumulación de basura.
- Ocupación irregular de áreas dentro de la ciudad destinadas para otros fines, y en algunos casos áreas de reserva natural o intangibilidad por sus características naturales.
- Destrucción de los ambientes naturales. “(Llave, Ulloa y Vega, 2016)

#### **2.2.5.2. Planta de tratamiento y procesamiento de residuos sólidos**

“Son infraestructuras que realizan la recepción, y clasificación primaria, para realizar una eficiente separación, tratamiento y transformación de los residuos sólidos urbanos, dichos residuos son clasificados, tanto por su fuente generadora como por su composición biológica, extrayendo y recuperando de ella los materiales reciclables para su procesamiento y comercialización, así como la utilización de los residuos orgánicos seleccionados como abono para la agricultura.” (Llave, Ulloa y Vega, 2016)

Todo el procedimiento que ejecuta la planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos se clasifica en los siguientes niveles:

- Sistema de recojo de los residuos sólidos.
  - Separación y clasificación de residuos sólidos.
  - Procesamiento industrial de residuos clasificados.
  - Conversión biológica de residuos orgánicos.
  - Conversión térmica de residuos no reciclables.
  - Almacenamiento y comercialización de materiales recuperados.
- (Llave, Ulloa y Vega, 2016)

De acuerdo con los organigramas y esquemas que se detallan en las figuras 18 y 19 podemos definir las características que debe tener una planta de tratamiento de residuos.

**Figura 18.**

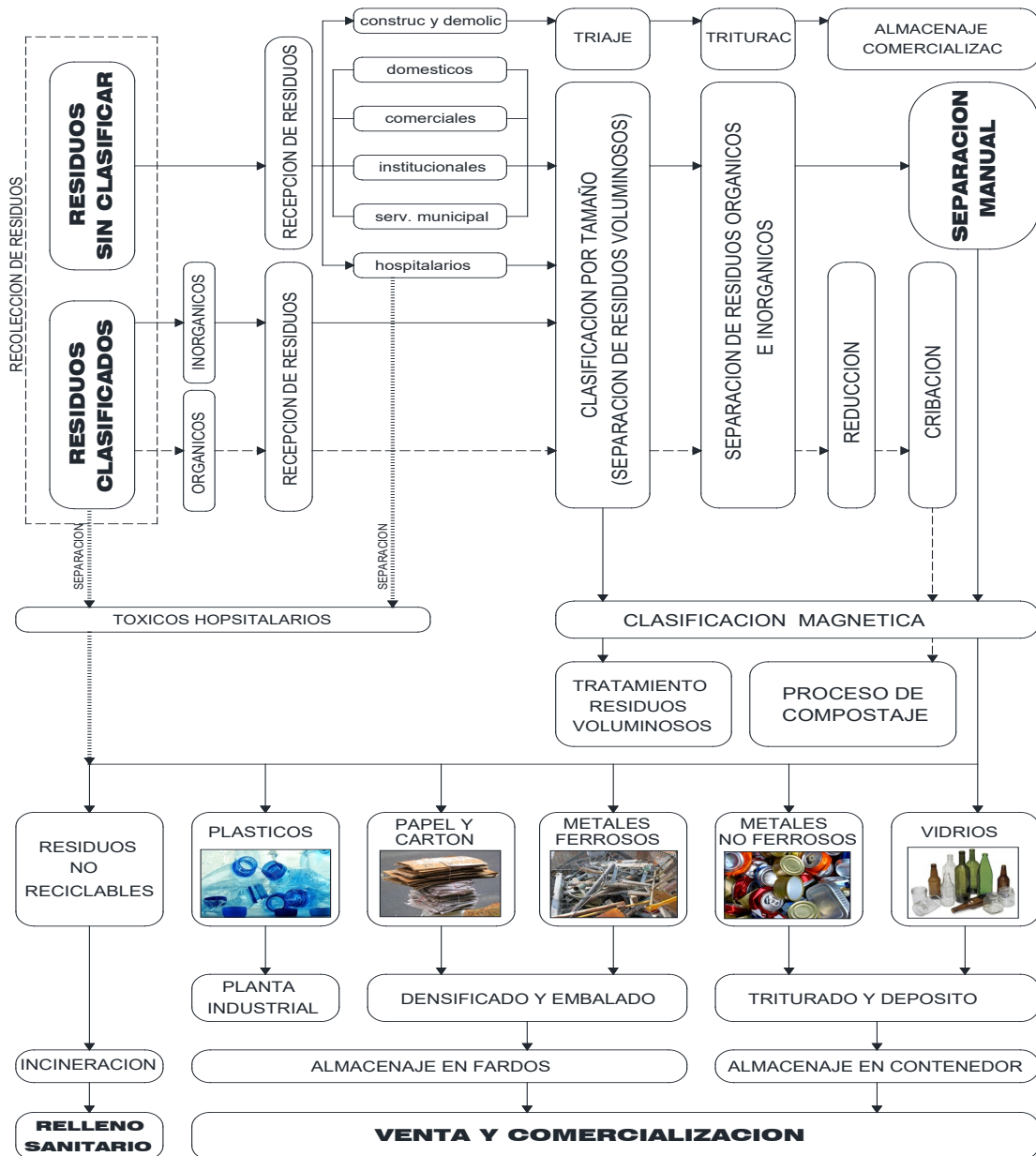
*Diagrama de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición*



Fuente: Servicio Provincial de Tratamiento de Residuos Municipales, Diputación de Granada-España mayo 2001 [http://www.resurgranada.es/plantas\\_rcd.php](http://www.resurgranada.es/plantas_rcd.php)

**Figura 19.**

*Diagrama de flujo del proceso de tratamiento de residuos solidos*



Fuente: Elaboración Propia actualización del original, Servicio Provincial de Tratamiento de Residuos Municipales, Diputación de Granada- España mayo 2001  
[http://www.resurgranada.es/plantas\\_rcd.php](http://www.resurgranada.es/plantas_rcd.php)

## **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

### **2.3.1. Acopio:**

Se define como, “Es la acción de colocar o disponer temporalmente los RCD, en recipientes, depósitos o contenedores, que sean estos retornables o desechables, mientras se procesan para su aprovechamiento, transformación, comercialización. Así mismo, se considera el servicio de recolección de los RCD para su tratamiento o disposición final.” (Gaitán C.,2013, p.19).

### **2.3.2. Aprovechamiento:**

Define, “Es el proceso mediante el cual, a través de la recuperación de los materiales provenientes de los residuos de construcción y demolición, se realiza su reincorporación al ciclo económico productivo en forma ambientalmente eficiente por medio de procesos como la reutilización y el reciclaje.” (Gaitán C.,2013, p.19).

### **2.3.3. Botadero**

Sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno. Este lugar suele funcionar sin criterios técnicos en una zona de recarga situada junto a un cuerpo de agua, un drenaje natural, etc. allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente, el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemas y humos, polvo y olores nauseabundos.

### **2.3.4. Centro de acopio:**

Es entonces, “Lugar donde los residuos sólidos son almacenados y/o separados y clasificados según su potencial de reúso o transformación.” (Gaitán C.,2013, p.20).

### **2.3.5. Centro de transferencia:**

Sitio adicional autorizado propiedad de un Centro de Aprovechamiento de RCD destinado para el acopio temporal de

RCD aprovechables, cuya operación está dirigida a acortar distancias para el transportador, es de aclarar que el traslado del material a los Centros de Aprovechamiento se convierte desde allí en responsabilidad del operador del Centro de transferencia. (En estas zonas solo se acopia material que podrá aprovechar el Centro de Aprovechamiento de RCD que servirán para la elaboración de materiales de construcción). En ningún caso este podrá realizar labores de transformación. Estos Centros de transferencia deberán cumplir con las mismas condiciones ambientales exigidas a los Centros de Aprovechamiento de RCD y se autorizarán previo concepto de la Secretaría Distrital de Planeación-SDP para su localización y de la Secretaría Distrital de Ambiente- SDA para su funcionamiento. Las empresas que deseen contar con centros de transferencia deberán realizar el trámite ante la SDA. (Gaitán C.,2013, p.20).

#### **2.3.6. Centros de tratamiento y/o aprovechamiento:**

Se entiende por ello, “Sitios en donde se podrán realizar actividades de separación, clasificación, tratamiento y almacenamiento temporal de los escombros implementando las medidas ambientales que manejen los impactos generados. Pueden ser fijos o móviles” (Gaitán C.,2013, p.20).

#### **2.3.7. Código LER:**

Lista Europea de Residuos (LER), por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos, es la versión actualizada del código CER.

#### **2.3.8. Código CER:**

Catálogo Europeo de Residuos.

#### **2.3.9. Concreto:**

La palabra concreto es un adjetivo calificativo que indica que a lo que se le aplica es sólido, definido y lo suficientemente establecido

para no ser derribado por algún objeto de menor o igual dimensión o poder. Concreto sería, el antónimo de abstracto, cuando una idea es concreta, es porque ya se ha realizado todo el proceso de análisis y revisión de posibilidades para que sea viable, mientras que una idea abstracta no tiene el soporte suficiente lo que permite que otras la ataquen y está susceptible a cambios y modificaciones hasta que sea alterada y concreta. El uso de este término en el día a día está orientado a darle firmeza a las situaciones que se presentan en todo momento.

Lo concreto de una idea permite caminar con paso firme en la realización de un proyecto o en la ejecución de una obra o trabajo. En las áreas laborales en las que se define un sistema para realizar las acciones que cada quien tiene asignadas, se debe tener un soporte concreto de dichas funciones e instrumentos, para que en caso de que falle algún elemento puntual, no se vea comprometido el resultado final.

En términos constructivos y de material de construcción:

El concreto es una mezcla de piedras, arena, agua y cemento que al solidificarse constituye uno de los materiales de construcción más resistente para hacer bases y paredes. La combinación entre la arena, el agua y el cemento en algunos países latinoamericanos se le conoce como Mortero, mientras que cuando el concreto ya está compactado en el lugar que le corresponde recibe el nombre de hormigón.

Definición recuperada: (<https://conceptodefinicion.de/>)

### **2.3.10. Conminución**

“Es un término general utilizado para indicar la reducción de tamaño de un material y que puede ser aplicado sin importar el mecanismo de fractura involucrado.”

Definición recuperada:

[http://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/alumno/Mineria-y-Geomatica/AAI\\_OPOP01\\_Guia\\_Energia\\_en\\_el\\_chancado\\_de\\_minerales.pdf](http://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/alumno/Mineria-y-Geomatica/AAI_OPOP01_Guia_Energia_en_el_chancado_de_minerales.pdf)

### **2.3.11. Desarrollo sostenible**

El desarrollo sostenible es aquel desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades.

### **2.3.12. Ecosistema**

Es la unidad biológica funcional que abarca los organismos en un área dada y el medio ambiente físico correspondiente.

### **2.3.13. Escombro**

Se asume la definición de, “Todo residuo sólido sobrante de la actividad de la construcción, de la realización de obras civiles o de otras actividades conexas complementarias o análogas.” (Gaitán C.,2013, p.20).

### **2.3.14. Generador**

Persona natural o jurídica propietaria o administradora del bien público o privado en el que se desarrollen obras de excavación, construcción, demolición y/o remodelación o entidades responsables de la ejecución de obras públicas.

Grandes generadores: Son los usuarios no residenciales que generan y presentan para la recolección residuos sólidos en volumen superior a un metro cúbico mensual. También se consideran gran generador las personas jurídicas de derecho público que realizan obras públicas, tales como redes urbanísticas de acueducto, alcantarillado, energía, teléfono, vías, puentes, túneles, canales e interceptores hidráulicos, entre otros. (Gaitán C.,2013, p.22).

### **2.3.15. Gestión integral de residuos sólidos**

Por gestión integral de residuos se entiende al conjunto articulado e interrelacionado de acciones regulatorias, operativas, financieras,

administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación para el manejo de los residuos, desde su generación hasta su disposición final.

También se define como, el conjunto de acciones normativas, financieras y de planeamiento que se aplica a todas las etapas de la gestión y manejo de residuos sólidos desde su generación, basándose en criterios sanitarios, ambientales y de viabilidad técnica y económica para la reducción en la fuente, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos.

Así mismo, se entiende como la aplicación de técnicas, tecnologías y programas para lograr objetivos y metas óptimas para una localidad en particular. Para ello es necesario considerar los factores propios de cada localidad para asegurar su sostenibilidad y beneficios, así como establecer e implementar un programa de manejo acorde a ellos.

#### **2.3.16. Gestión sostenible**

Se entiende por gestión sostenible al conjunto de medidas que busca reintegrar los residuos que generamos a procesos ambientales y cadenas económicas para valorizarlos y beneficiar tanto a la población como a nuestro entorno.

Se orienta a la gestión adecuada de los residuos que generamos para transformarlos en recursos e impactar en el ahorro de materias primas a través de prácticas de reúso y reciclado; así, también es importante la conservación de los recursos naturales para favorecer la reducción del impacto ambiental que provoca la generación de residuos y promover el desarrollo sostenible.

#### **2.3.17. Gestor integral**

Como se indica, “Persona natural o jurídica autorizada que realiza actividades de tratamiento, aprovechamiento, disposición final y transporte de RCD aprovechable” (Gaitán C.,2013, p.21).

### **2.3.18. Gestión integral de residuos domiciliarios**

Como lo afirman “Se denomina gestión integral de residuos domiciliarios al conjunto de actividades interdependientes y complementarias entre sí, que conforman un proceso de acciones para el manejo de residuos domiciliarios, con el objeto de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población. La gestión integral de residuos domiciliarios comprende de las siguientes etapas: generación, disposición inicial, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final”. (Berent & Vedoya, 2006)

### **2.3.19. Modelo:**

Se afirma que un modelo, se puede conceptualizar como: “Representación o expresión de ideas incipientes de un proyecto o parte del mismo, tomándose como base, a partir de la cual van a ir surgiendo diversas propuestas, facilitando el estudio del proyecto”. (Rendón, Reyes, Cuevas y Rojas, 1999)

### **2.3.20. Pequeños generadores o generadores domiciliarios**

Los usuarios menores, que como consecuencia de sus actividades generan volúmenes de residuos que en conjunto se convierten en volúmenes significativos e importantes.

### **2.3.21. Plan de gestión de RCD en la obra**

Es un documento técnico que detalla los requisitos y aspectos a considerar en la gestión de los residuos, se conforma de formatos y fichas de registro que permite la formulación de diagnósticos, acciones y evaluaciones del estado de los residuos en un medio.

### **2.3.22. PIN**

Código de registro ante la Secretaría Distrital de Ambiente designada para la identificación de entes de generación (personas particulares y empresas), empresas de transporte, centros de transformación y administración de lugares de disposición final de los residuos.

### **2.3.23. Poseedor**

Es la persona natural o jurídica, que los tenga en su propiedad o administración un volumen significativo de residuos, y que no realice gestión de los mismos, por no contar con las condiciones mínimas para ello.

### **2.3.24. Reciclaje**

Proceso Técnico, por el cual se realiza la transformación los residuos de construcción y demolición, para el logro de su reincorporación al sistema de consumo, identificando su valoración, como materia prima o un nuevo producto

### **2.3.25. Reciclaje industrializado**

Proceso Técnico Industrial, por el cual se realiza la transformación los residuos de construcción y demolición, para el logro de su reincorporación al sistema de consumo, identificando su valoración, como materia prima o un nuevo producto y que, por la magnitud del volumen de los residuos, requiere instalaciones especializadas.

### **2.3.26. Reciclar**

Es el proceso mediante el cual se transforman los residuos recuperados para transformarlos en nuevos productos o materia prima.

“Al reciclar se cumple con varios objetivos que son amigables con el medio ambiente:

- Se reduce el volumen de residuos generados,
- Se aprovechan los recursos presentes en materiales reutilizables,
- Se evita la sobreexplotación de los recursos naturales y
- Se disminuyen los costos de disposición final de los residuos.”

(CONAMA, 1994)

### **2.3.27. Recolección**

Acciones y consecuencias de recoger, retirar y acumular residuos sólidos de uno o varios fuente de generación.

### **2.3.28. Reducir**

Trasformar objetivamente, la valoración de un elemento, disminuyendo su magnitud, en cantidad, tamaño, intensidad e importancia.

“A menor cantidad de materiales consumidos, menor cantidad de residuos a disponer.” (Cerde, 2007)

### **2.3.29. Residuo**

“Habitualmente se utiliza la palabra basura o desecho, para todos los materiales que sobran de algo, y que aparentemente no sirven más. Sin embargo, hoy en día se prefiere hablar de " residuo " para indicar que estos materiales todavía tienen valor y que no automáticamente tendrían que botarse.” (CONAMA, 1994)

### **2.3.30. Residuos agrícolas**

“Aquellos materiales, generados por los procesos productivos y las actividades agrícolas en general, y que son excedentes o a desechar, los mismos pueden ser empleados en una segunda función como fertilizantes para los suelos.

### **2.3.31. Residuos biodegradables:**

Son los residuos que pueden transformar en otro elemento, mediante procesos aeróbicos o anaeróbicos

### **2.3.32. Residuos de construcción o demolición**

Aquellos materiales que se generan durante el desarrollo de un proceso constructivo, entre los cuales se pueden encontrar los que son susceptibles de re aprovechamiento. Resultan de las actividades de la construcción, remodelación y reparación de las estructuras e infraestructuras de los edificios en general, así también, materiales que son producto de la demolición.

### **2.3.33. Residuos biomédicos**

Aquellos materiales o sustancias que se generan durante la prestación de servicios médicos (diagnóstico, tratamiento e investigación) que por sus niveles de toxicidad requieren procedimientos de gestión especiales.

### **2.3.34. Residuo sólido comercial**

Es aquel generado en establecimientos de actividades comerciales y mercantiles.

### **2.3.35. Residuo sólido domiciliario**

Es aquel material doméstico, generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar, que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen constituye en los ámbitos urbanos, el residuo de mayor requerimiento de gestión.

### **2.3.36. Residuo sólido especial**

Residuo sólido que por sus características, cantidad, magnitud, volumen o peso puede requerir un manejo especial. Incluye a los residuos que tienen plazos de expiración vencidos. Materiales que luego de su utilización generan sustancias peligrosas

### **2.3.37. Residuo sólido municipal**

Residuo sólido o semisólido proveniente de las actividades urbanas en general que su gestión es responsabilidad de la municipalidad o de otra autoridad del gobierno.

### **2.3.38. Residuos sólidos urbanos**

Es el material excedente, que se genera por las actividades urbanas, que ya no tiene el uso para la actividad que lo requirió.

#### **2.3.39. Reusar**

Es dar un uso diferente o nuevo, a un bien que inicialmente tenía como destino ser desechado. Esto permite que cosas que no son útiles para nosotros puedan tener una nueva función por otro requerimiento.

#### **2.3.40. Reutilización**

Es la prolongación de la vida útil de los materiales que son recuperados y que pueden ser utilizados nuevamente, sin que requieran procesos adicionales para cumplir con su nueva utilización o requerimiento.

#### **2.3.41. Transportador**

Cualquier persona natural o jurídica que preste servicios de recolección y traslado de RCD en distintos puntos de generación.

#### **2.3.42. Tratamiento:**

Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos. De esa manera minimizan los impactos ambientales e incrementa sus posibilidades de reutilización.

#### **2.3.43. Trazabilidad**

Conjunto de aquellos procedimientos preestablecidos que permiten conocer el origen, tipo, ubicación, cantidad y la trayectoria, en este caso de los RCD.

#### **2.3.44. Trituración**

Proceso en el cual el objetivo es reducir el tamaño de los residuos urbanos, se realiza mediante molinos o trituradoras.

#### **2.3.45. Sitio de disposición final**

Lugar autorizado y designado para disponer de forma definitiva el material residual del aprovechamiento en las plantas de tratamiento y todo aquel residuo que por sus características físicas no pudo ser objeto de aprovechamiento.

#### **2.3.46. Sensibilización ambiental**

Proceso por el cual se pretende generar una conciencia de las características del medio ambiente y la importante necesidad para la sociedad de mantener su delicado equilibrio en beneficio de las generaciones futuras. Se pretende generar el compromiso para las responsabilidades de la sociedad en lo relacionados a las acciones, normatividades y comportamientos comunales que preserven el medio ambiente.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO FILOSÓFICO**

El propósito de esta investigación es describir las causas y los factores que influyen en la generación de los volúmenes de los Residuos de la Construcción y Demolición, dentro de un ámbito físico referencial.

Mediante el análisis de dichos factores y causas se puede determinar los niveles de incidencia que tengan uno y otro, para poder proyectar las acciones y medidas tanto normativas como técnicas para la consolidación de un Modelo de Gestión, que permita primeramente explicar y luego formular las alternativas para su solución.

Al establecer un Modelo de Gestión, se entiende que se pretende enfocar tanto el análisis como la propuesta misma, primero como un diagnóstico fidedigno y fiel en la interpretación objetiva del problema, luego establecer las pautas regentes de la actividad, el antes, el durante y el después del proceso constructivo o de ejecución de la obra, asumiendo los principios del “Lean Construction” a fin de poder reducir, eliminar, o mitigar los efectos de la generación de los residuos consecuentes que inciden directa o indirectamente en el medio ambiente.

Establecer las premisas del diseño de una Infraestructura de transformación y tratamiento de los residuos de la construcción y demolición, que vaya más allá de la selección y nueva disposición de los residuos, sino alcance a la inversión de los mismos, logrando nuevos productos, como consecuencia del proceso de tratamiento, fabricación y reciclaje, todo ello dentro de un ámbito industrial.

Finalmente definir mediante propuestas normativas, la base técnica de un aporte a la Ley de Gestión de Residuos, donde se valore y proponga un beneficio económico a las empresas y contratistas, que desarrollen sus actividades constructivas dentro de los parámetros de Gestión Sustentable de los Residuos de la Construcción y Demolición. En este enfoque se hace necesaria la inclusión de partidas presupuestales dentro de los expedientes técnicos, con el fin de desarrollar acciones de gestión y previsión durante los procesos de ejecución, a fin de disminuir, reducir, o eliminar los volúmenes de residuos consecuentes.

## CAPÍTULO IV

### MARCO METODOLÓGICO

**Figura 20**

*Marco Metodológico del Modelo de gestión de los residuos sólidos de la construcción en el centro poblado menor Leguía, Provincia de Tacna.*

MODELO DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL CENTRO POBLADO MENOR LEGUÍA, PROVINCIA Y REGIÓN DE TACNA						
GENERALIDADES						
Planteamiento del Problema	Justificación	Alcances y Limitaciones	Objetivos	Hipótesis General E Hipótesis Específicas	Variables e Indicadores	Operacionalización de Variables
INVESTIGACIÓN						
MARCO TEÓRICO			MARCO NORMATIVO			MARCO REAL
Antecedentes del Estudio	Bases Teóricas	Definición De Términos	Leyes	Normas y Reglamentos	Ordenanzas y Otros	Diagnóstico del Lugar
						Diagnóstico de los Residuos de la Construcción y Demolición
						Alternativas Actualmente Aplicadas.
DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA – MODELO DE GESTIÓN						
Según los Objetivos e Hipótesis de la Propuesta Modelo De Gestión		Según Variables e Indicadores		Modelos De Planificación <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Lean Construction”</li> <li>• Modelo Malcolm Baldrige</li> </ul>		Alternativas: Planta de Tratamiento de Residuos de la Construcción y Demolición.
CONCLUSIONES						
En Función Al Objetivo General		En Función A Los Objetivos Específicos		Evaluación De La Hipótesis Y Las Hipótesis Específicas		Recomendaciones

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se aplicó un diseño no experimental por que no se manipuló variables.

#### 4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

La población de estudio estuvo conformada por las familias residentes en el ámbito jurisdiccional del Centro Poblado Menor de Augusto B. Leguía. Ciudad de Tacna, que definían la ocupación o residencia en el ámbito de estudio

##### 4.2.1. Determinación de la muestra

La determinación de la muestra, se realizó con el objetivo de obtener el número de predios necesarios para realizar la caracterización y el diagnóstico de residuos en el ámbito de estudio, determinadas en base a la aplicación de una encuesta o ficha de campo para recoger la información referida a la producción de Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición.

La población de la provincia de Tacna es de 325 625 habitantes según la información: INEI Censo 2012-2017. (Tabla N° XIII) y la población del CPM Leguía representa el 5.3 % de la misma lo que no hace proyectar una población de 17 080 habitantes residentes del ámbito de estudio, así mismo realizando una distribución aproximada de cuatro habitantes por propiedad residente, podemos afirmar entonces una aproximación de 4 270 propiedades, lo que constituirá el universo de análisis y la cantidad total de unidades a analizar.

Se utilizó la fórmula correspondiente para la determinación de la muestra.

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

En donde, N = tamaño de la población = 4 270

Z = nivel de confianza, = 95 %

P = probabilidad de éxito, o proporción esperada Q = probabilidad de fracaso = 0.5

D = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción). 5 %

Entonces:

n = 352.52 propiedades (353 predios a encuestar)

La muestra de la población (predios en el ámbito de estudio) fue el 8.3 %, de la población total, equivalente a 353 encuestas o unidades de evaluación, considerando que existe una relevante concentración de población hacia el norte del área de estudio, y grandes áreas con ocupaciones dispersas principalmente en la zona Noroeste.

#### **4.3. ACCIONES Y ACTIVIDADES PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

Los métodos que se utilizaron en la presente investigación descriptiva fueron no experimentales, teniendo como finalidad principal describir los hechos ya producidos, y el registro obligatorio de las zonas ocupadas por botaderos informales, así como la realización de un cálculo aproximado de su volumen.

Se ha elegido la encuesta como la técnica más apropiada para conocer con mayor precisión las experiencias y sucesos ocurridos en forma directa por la población, información como tiempo de inicio de su construcción, estado actual, etc.

En segundo lugar, se realizaron entrevistas a las personas involucradas en el transporte de los escombros producidos por las construcciones en el área de estudio.

Se realizaron mediciones de algunos aspectos ambientales no identificados y de aquellos que se consideraron importantes.

Finalmente, se revisó y analizó los datos para determinar su proyección y la valoración del impacto ambiental ocasionado en el área.

#### **4.4. TÉCNICAS Y MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

En el presente trabajo de investigación se utilizó de las siguientes Técnicas y Métodos de Recolección de Datos.

#### **4.4.1. Entrevistas**

La entrevista estuvo dirigida hacia la muestra representativa de la población residente en el área de estudio, en este caso el CPM Augusto B. Leguía, con el propósito específico de identificar, las consecuencias ambientales que condicionan o caracterizan la vivencia en este sector de la ciudad de Tacna.

Se buscó recoger informaciones referentes a las causas y orígenes de la situación de contaminación ambiental que se dan por los residuos de la construcción y la demolición, que no son tratados.

#### **4.4.2. Encuestas**

Una encuesta se define como un conjunto de preguntas normalizadas dirigido a la muestra representativa de la población, pero en este caso se dirigirá a las empresas constructoras que laboran en el ámbito de la zona de estudio. con el fin de conocer estados de opinión o hechos específicos, de la situación de la contaminación ambiental generada por los residuos de la construcción y demolición, así como las acciones que ellos realizan para mitigar estos efectos.

La intención de la encuesta no es describir los individuos particulares, sino obtener un perfil compuesto de uno de los principales actores en el proceso de generación de los residuos. Una "encuesta" recoge información objetiva de la población bajo estudio.

#### **4.4.3. La observación**

La observación es otra técnica que será empleó en el proceso de investigación, consiste en observar la situación actual de los residuos, en reiteradas visitas a la zona de estudio, a fin de identificar su estado actual, así como avizorar situaciones proyectuales o de evolución del mismo, tanto en sus lugares de disposición improvisada, así como el proceso de gestión que tenga.

En la observación, el analista participa activamente actúa con criterio objetivo como espectador de las actividades llevadas a cabo para conocer mejor

la secuencia de generación del residuo, o el sistema de gestión que se realiza, por más básico que este sea.

El propósito de la observación permite determinar:

- ¿Qué se está haciendo?
- ¿Cómo se está haciendo?,
- ¿Quién o quienes lo hacen?
- ¿Cuándo se lleva a cabo?
- ¿Cuánto tiempo se viene realizando?
- ¿Dónde se hace?
- ¿Porque se hace?

La observación implica dar una valoración a los datos que se extraen, nos permite identificar factores de influencia sobre los indicadores de nuestras variables de análisis, otorgan por tanto cuantificaciones en los datos que se recopilan o extraen en los procesos posteriores de la investigación.

#### **4.4.4. Diccionario de datos**

Se aplicó en la presente investigación y es en esencia una lista donde se incluye todos los elementos del diagrama de flujo y nos dan una descripción esquemática pero muy veraz del sistema. Contribuye muy eficazmente en la formulación teórica de la investigación.

Esta técnica nos permite definir los elementos en un sistema, flujo y el almacenamiento de datos, los procesos de la planta de tratamiento que serán incluidos, como un requisito prioritario para el cumplimiento de los objetivos que se pretende dentro de un Plan de Gestión de los Residuos de la Construcción y Demolición. Así también detalles y descripciones.

#### **4.4.5. Diagrama de flujo**

Técnica que fue empleada en el proceso de investigación, que consiste en una representación gráfica de los pasos o etapas del proceso.

Permite determinar cómo funciona realmente el proceso para producir un resultado.

Se aplicó a cualquier aspecto del proceso, desde el flujo de materiales o insumos originarios hasta las etapas parciales, para hacer el esquema entendible y sintético del proceso de transformación o gestión del producto.

Ayuda a identificar cómo funciona realmente un proceso completo; revela problemas potenciales conocidos como “cuellos de botella” en el sistema o puntos críticos. También fueron utilizados para la identificación de las causas principales:

- Desarrollar planes.
- Formular las teorías sobre las causas principales.
- Estratificar los datos para el análisis para identificar las causas y consecuencias principales.
- Diseño de soluciones
- Examinar el tiempo requerido o etapas de las soluciones.
- Determinar los cambios y efectos potenciales en el proceso.
- Identificar las consecuencias que afectarán al ámbito de estudio, por los cambios propuestos.
- Aplicaciones de soluciones

#### **4.5.6. Procesamiento y análisis de datos**

El procesamiento de datos se hizo manualmente, luego se construyó una matriz de aspectos ambientales.

La evaluación de los datos se realizó sobre la matriz utilizando diferentes criterios de evaluación previamente elaborados. Se obtuvo la media, moda, mediana, desviación estándar, t de student, etc. Se realizó análisis de confiabilidad y validez. Con estos análisis se pretende demostrar la significancia de los aspectos ambientales.

Por Ej., Si un aspecto ambiental es generado por varias actividades del transporte de residuos o escombros y en cantidades que puedan dañar al medio ambiente será más importante que otro que sea lo contrario.

#### **4.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

Según: Carrasco Días, S. (2012) Metodología de Investigación Científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación. Lima: Editorial San Marcos. p. 226; “como un proceso metodológico que consiste en descomponer deductivamente las variables que componen el problema de investigación, partiendo desde lo más general a lo más específico; es decir que estas variables se dividen (si son complejas) en dimensiones, áreas, aspectos, indicadores, índices, subíndices, ítems; mientras si son concretas solamente en indicadores, índices e ítems”

Ahora bien, una variable es operacionalizada con la finalidad de convertir un concepto abstracto en uno empírico, susceptible de ser medido a través de la aplicación de un instrumento. Dicho proceso tiene su importancia en la posibilidad que un investigador poco experimentado pueda tener la seguridad de no desperdiciar esfuerzos o cometer errores que son frecuentes en un proceso de investigación, cuando no existe relación entre la variable y la forma en que se decidió medirla, perdiendo así la validez, dicho de otro modo (grado en que la medición empírica representa la medición conceptual). La precisión para definir los términos tiene la ventaja de comunicar con exactitud los resultados.

En consecuencia, la operacionalización de las variables es el proceso a través del cual el investigador explica en detalle la definición que adoptará de las categorías y/o variables de estudio, tipos de valores (cuantitativos o cualitativos) que podrían asumir las mismas y los cálculos que se tendrían que realizar para obtener los valores de las variables cuantitativas.

La operacionalización es un proceso que variará de acuerdo al tipo de investigación y de diseño. No obstante, las variables deben estar claramente definidas y convenientemente operacionalizada.

En la presente investigación se hace evidente que para operacionalizar las variables, se va regir por los criterios de valoración que se tomó sobre los indicadores de cada variable, tanto la formulación de un Modelo de Gestión (Variable independiente), como por el diagnóstico de los niveles de contaminación ambiental que origina la actividad de la construcción (Variable dependiente).

Los rangos de evaluación se definen cualitativos en muchos casos, ya que son definiciones de políticas a implementar, así como normatividades establecidas que no encuentran un reflejo en la realidad. Asimismo, las consecuencias o productos finales del proceso de gestión y tratamiento deben manifestarse en volúmenes cuantificables contrastados con el volumen poblacional del C.P.M: Leguía.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

#### 5.3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

##### 5.1.1. Región de Tacna

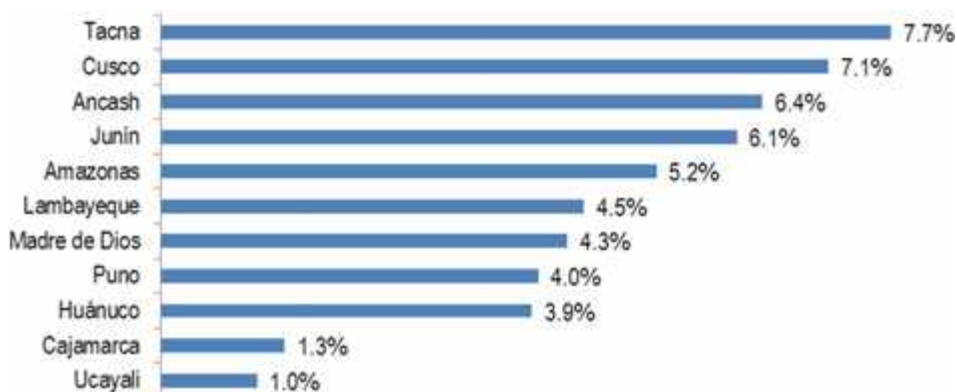
La economía de Tacna tiene sus principales actividades en la minería, el comercio, el transporte (asociado al comercio) y la agricultura. Según el reporte del Banco Central de Reserva en el año 2017, “Tacna tiene el crecimiento promedio del Valor Agregado Bruto (VAB), en los últimos años de 4,7 %, y está basado en gran parte en la actividad de las Micro y Pequeña Empresa MYPES (medianas y pequeñas empresas). Al 2011, el Ministerio de la Producción registró 21 813 la Micro y Pequeña Empresa que daban empleo a más del 50 % de la Población Económicamente Activa ocupada.”

##### 5.1.2. Valor agregado bruto de Tacna

La región de Tacna presenta un Valor Agregado Bruto (VAB) nacional de niveles no muy significativos, pero ha presentado un sostenible incremento de su economía, a pesar de carecer de actividades industriales de transformación.

**Tabla 9**

*Variación de la producción estimado 2015. Regiones con crecimiento*



Fuente: CIE de PERUCÁMARAS Tacna Perú, (2015)

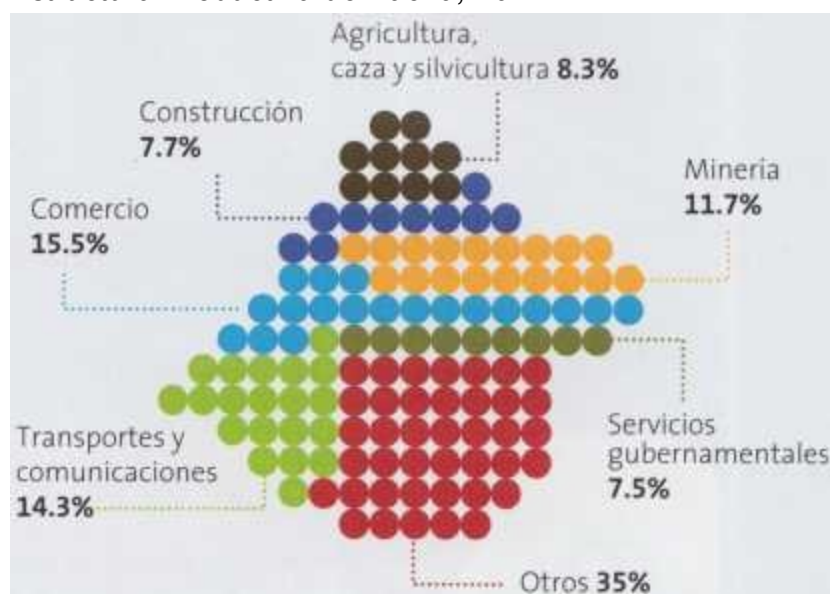
<https://www.connuestroperu.com/economia/48877-tacna>.

### 5.1.3. Estructura productiva de Tacna

La extracción del cobre, el turismo principalmente proveniente de Chile y la Zona Franca son los principales ejes de su actividad productiva. Por ende, las actividades comerciales, de extracción minera y de transporte tienen un lugar muy importante para la producción en la región.

**Figura 21**

*Estructura Productiva de Tacna, 2012.*



Fuente: CIE de PERUCÁMARAS Tacna Perú, (2015).

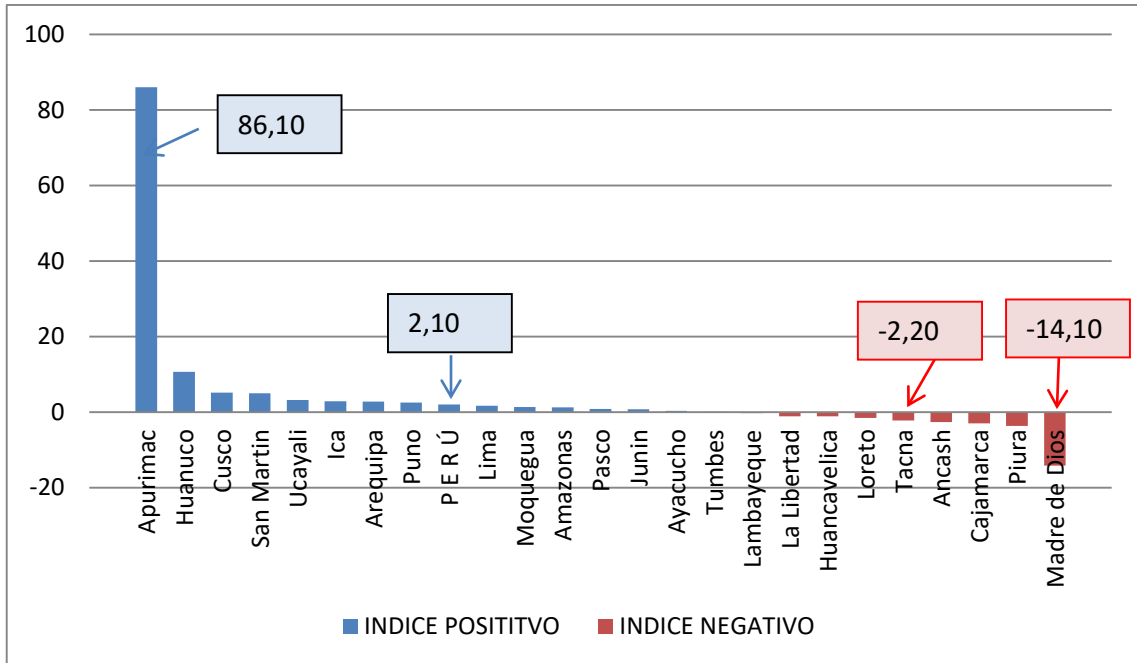
### 5.1.4. Economía

#### 5.1.4.1. Producción departamental

En el primer trimestre de 2017, según grupos de departamentos, Apurímac registró el mayor crecimiento con 86,1 %. Los departamentos que se encuentran entre 2,6 % y 10,7 % son siete, Huánuco, Cusco, San Martín, Ucayali, Ica, Arequipa y Puno, los cuales están sobre la tasa de crecimiento del país (2,1 %), por debajo se registran Lima, Moquegua, Amazonas, Pasco, Junín, Ayacucho y Tumbes, entre 0,1 % y 1,7 %. Mientras que nueve departamentos reportaron comportamiento negativo, Madre de Dios, Piura, Cajamarca, Áncash, Tacna, Loreto, Huancavelica, La Libertad y Lambayeque. De acuerdo la tabla 11 la producción cayó al -2.20 % en los dos últimos años.

**Figura 22**

*Producción departamental, 2017.*

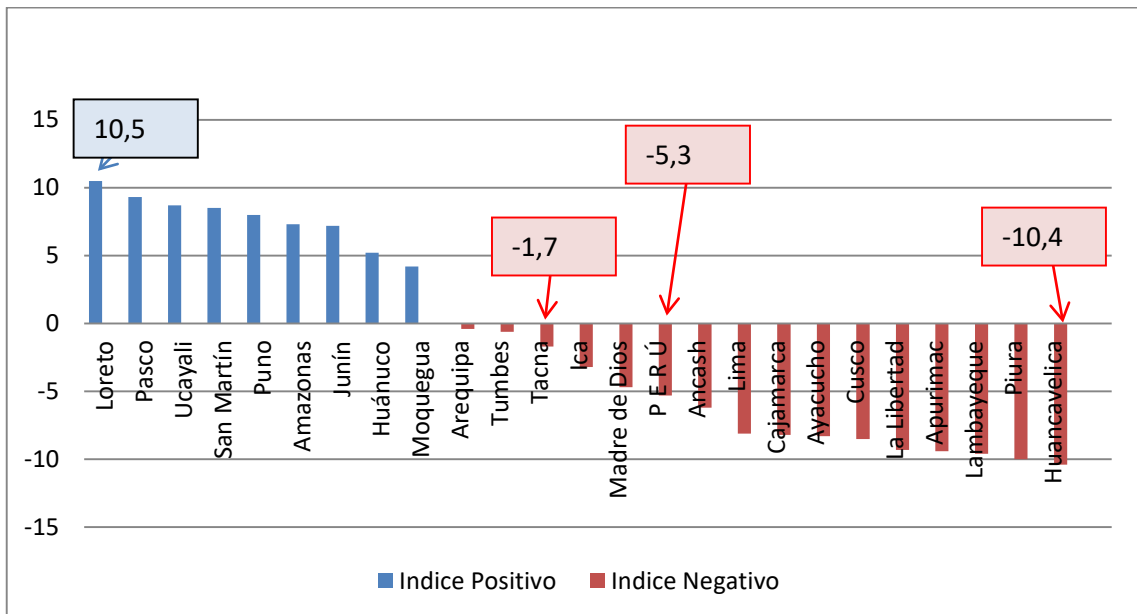


Fuente: INEI 2017

**5.1.4.2. Índice del sector construcción**

**Figura 23**

*Índice del sector construcción*



Fuente: INEI 2017

Según, el INEI año 2017, en el primer trimestre de 2017, el sector Construcción disminuyó en 5,3 %. Como se indica en la figura 22 Los departamentos que decrecieron fueron Lima (-8,1 %) debido a la disminución de obras de edificación de departamentos en los distritos de Miraflores, San Miguel y Ate; Piura (-10,0 %) por el menor avance físico de la obra de construcción de la segunda calzada de la Vía de Evitamiento de Piura, concesiones viales y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en Huancabamba; y en La Libertad (-9,3 %) descendió la inversión en el Proyecto Chavimochic III etapa, mejoramiento de la carretera Simbal y construcción de la infraestructura de riego Chuquitambo-Carrizales en la provincia de Pataz, entre los principales. En tanto, aumentó la construcción en los departamentos de Junín (7,2 %) explicado por el incremento de la inversión en infraestructura vial, carreteras y puentes; Puno (8,0 %) por la mayor inversión del Gobierno Regional en servicios básicos; así como en San Martín (8,5 %) y Pasco (9,3 %) como se indica en la figura 23.

Claramente se puede concluir que el sector de la construcción ha sufrido un retroceso en comparación a otros años, en nuestra región, la disminución de la inversión pública y privada en esta actividad económica se debe principalmente a la inestabilidad que vivía el país, a raíz de los sucesos de corrupción que fueron develados nivel nacional, mostrando un índice negativo de -1.7 % , en relación a los índices logrados en años anteriores, pero así también se vio disminuida por los conflictos sociales generados por la actividad minera.

Si bien el sector de prestación de Servicios y Comercio por el contrario crecieron, esto originó que las obras de construcción fueran dirigidas únicamente al mantenimiento y ampliación de infraestructura que se tenía, fueron muy puntuales las obras de magnitud (Construcción del Hospital Regional Hipólito Unánue, y otros) los que aportaron un incremento a este índice. Pero en su mayoría las obras realizadas fueron pequeñas, hasta los programas de vivienda de las Municipalidades, no pudieron consolidarse con el dinamismo de otros años.

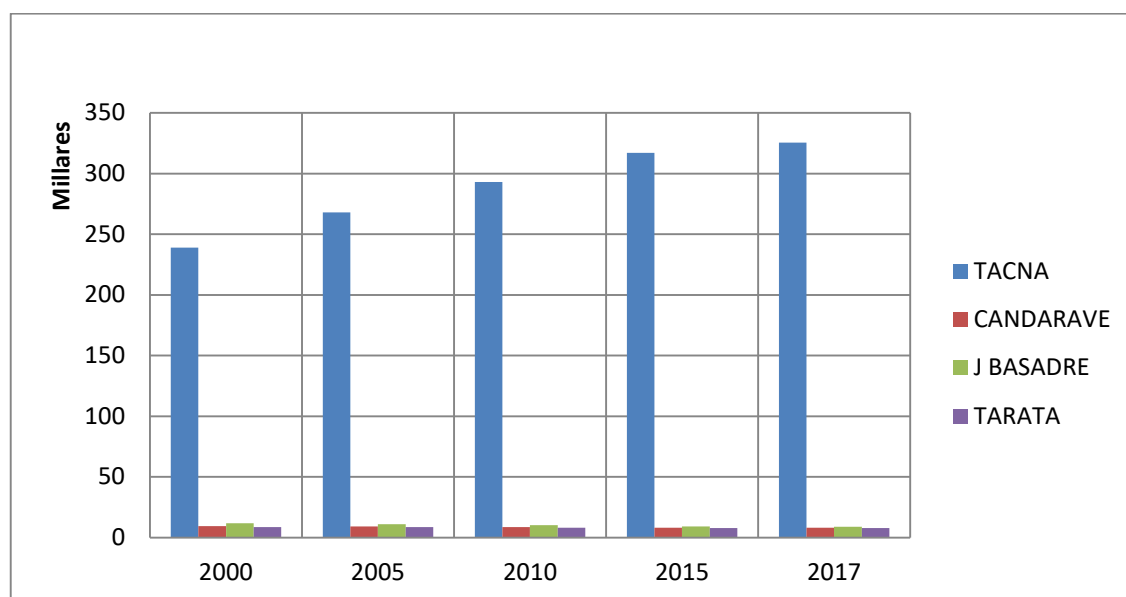
Pero estas obras pequeñas, realizadas con la inversión particular, de los pobladores o propietarios de negocios, originó un significativo incremento de volúmenes de residuos de la construcción que, en su mayoría pasan desapercibidos, pero al cabo de un tiempo se puede observar acumulaciones informales de estos escombros en la vía pública y en botaderos cercanos a las viviendas.

### 5.1.5. Población de la región de Tacna

De acuerdo a la figura 24 se define claramente la mayor concentración poblacional en la provincia de Tacna sobre las demás provincias de la región.

**Figura 24**

*Población de la Región Tacna*



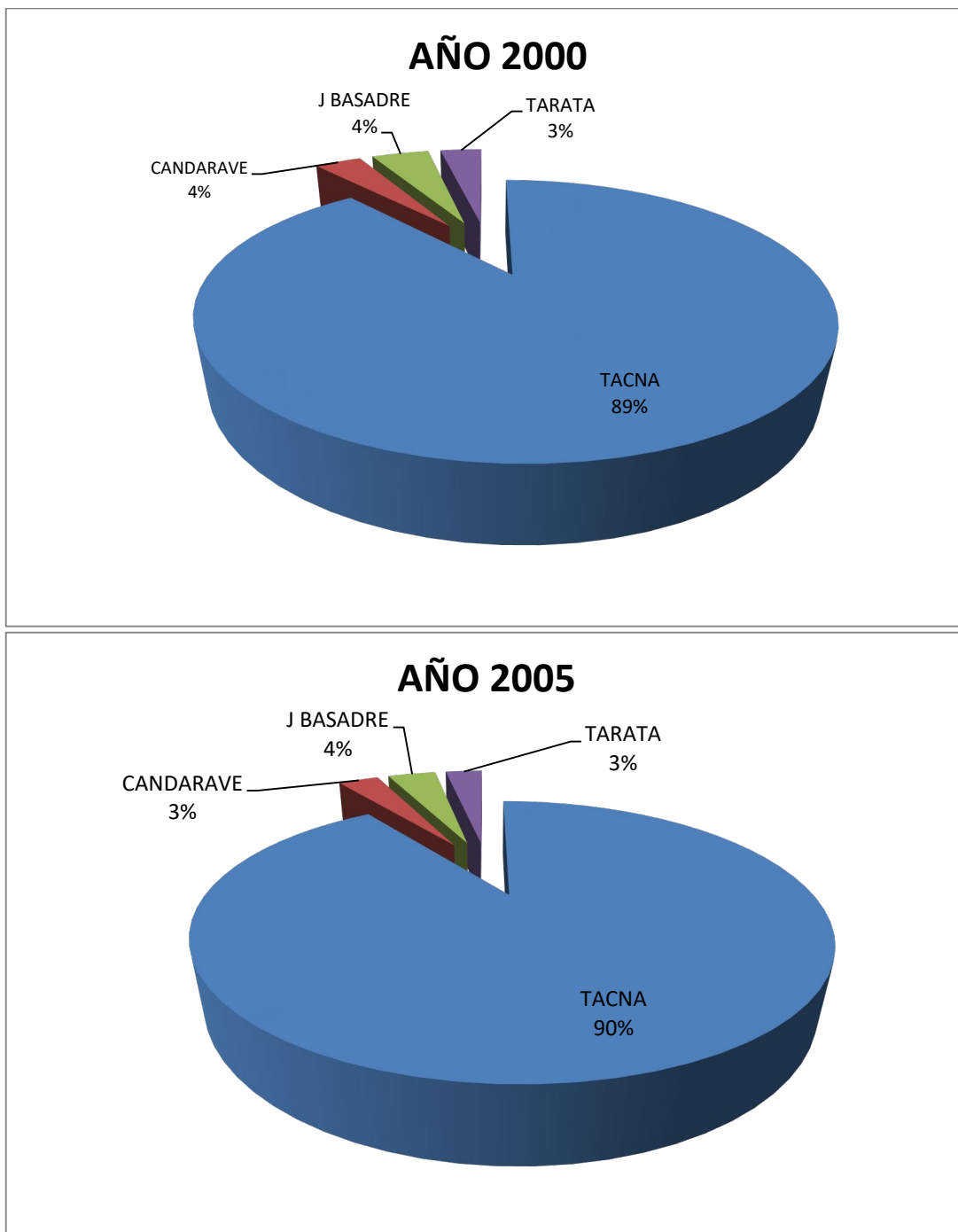
Fuente: INEI Censo 2012-2017

#### 5.1.5.1. Distribución Poblacional Cuantitativa - Región de Tacna

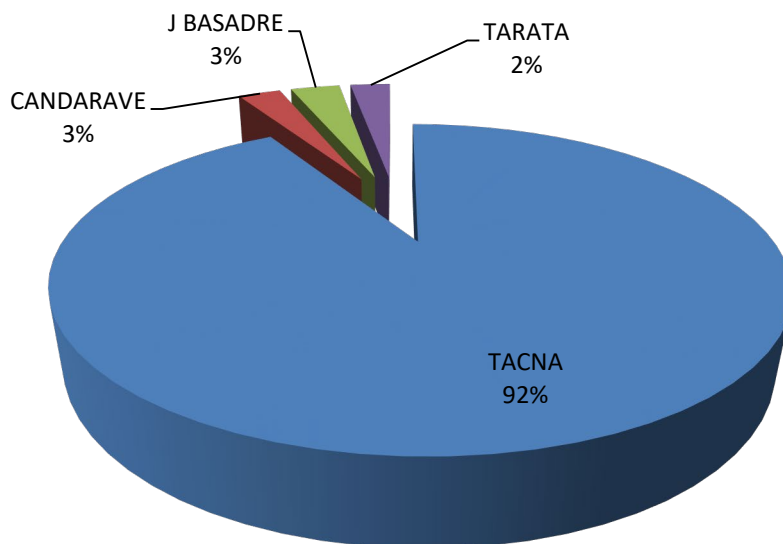
Del total de la población que reside en la Región de Tacna, la provincia con mayor población es la Provincia de Tacna con 325 mil 652 habitantes, seguida de Jorge Basadre con 8 mil 761 habitantes, Candarave con 7 mil 995 habitantes, Tarata con 7 mil 697 habitantes; como se indica en la figura 24 y la figura 25

**Figura 25.**

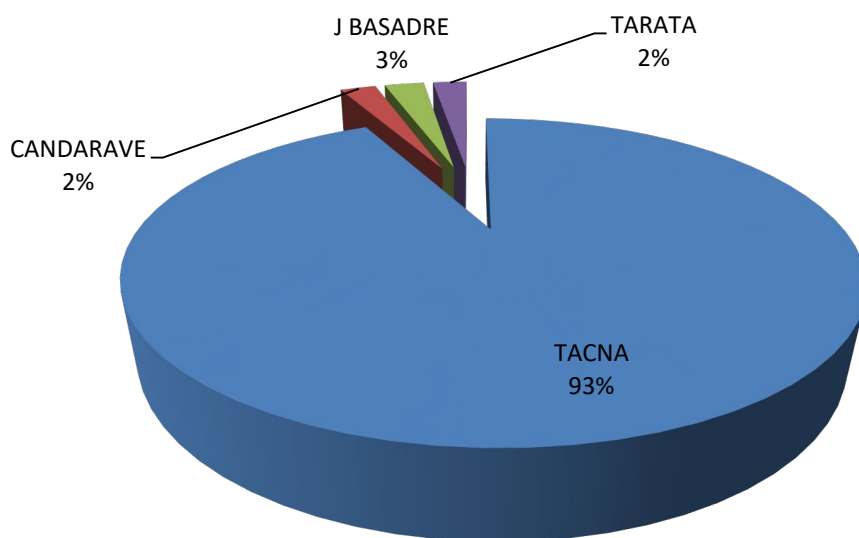
*Población de la Región Tacna en los años 2000, 2005, 2010 y 2015*



## AÑO 2010



## AÑO 2015



Fuente: INEI censo 2010-2015

### 5.1.5.2. Estimaciones y proyecciones de población / por sexo - Región y Provincia de Tacna, 2012-2015

**Tabla 10**

*Estimaciones y Proyecciones Poblacionales 2012 -2015*

PERÚ: ESTIMACIONES Y PROYECCIONES DE POBLACIÓN TOTAL POR SEXO DE LAS PRINCIPALES CIUDADES, 2012-2015												
DEPARTAMENTO	2012			2013			2014			2015		
Ciudad Provincia	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer
TACNA - TACNA	279 750	142 519	137 231	284 244	144 785	139 459	288 698	147 029	141 669	293 116	149 253	143 863
RESTO DE POBLACIÓN	49 165	27 947	21 218	49 032	27 870	21 162	48 885	27 784	21 101	48 722	27 688	21 034
<b>T O T A L</b>	<b>328 915</b>	<b>170 466</b>	<b>158 449</b>	<b>333 276</b>	<b>172 655</b>	<b>160 621</b>	<b>337 583</b>	<b>174 813</b>	<b>162 770</b>	<b>341 838</b>	<b>176 941</b>	<b>164 897</b>

Fuente: Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Una población que ocupa o se asienta en un determinado territorio, y durante un cierto periodo de tiempo, esta puede incrementar su número, mantener una igual proporción o disminuir cuantitativamente la población específica de un grupo de individuos, que sea significativo dentro de la población total, es decir, la cifra de su magnitud. Ello sucede en la relación que guarden entre sí el número de nacimientos, de defunciones y de desplazamientos ocurridos por fenómenos de migración o inmigración

Estas estimaciones de la población de Tacna como ciudad considerando la variable de sexo, establece así una proporción que se puede considerar a todos los demás sectores de la ciudad, como por ejemplo a la población de los Centros Poblados Menores. Estos datos expresados en la tabla 10 nos indican dicha característica. Así también la proyección de la población al 30 de junio se expresa claramente en la tabla 11

**Tabla 11**

*Departamento Tacna: Población total proyectada al 30 de junio ubicación geográfica de la capital*

Provincia y Distrito	Población Total Proyectada al 30/06/2017	Capital Legal				
		Nombre	Categoría	Ubicación Geográfica		
				Altitud (msnm.)	Latitud Sur	Longitud Oeste
<b>Total</b>	<b>350 105</b>					
<b>Tacna</b>	<b>325 652</b>					
Tacna	79 920	Tacna	Ciudad	585	18°00'36"	70°14'52"
Alto de La Alianza	40 187	La Esperanza	Pueblo	620	17°59'27"	70°14'51"
Calana	3 300	Calana	Pueblo	904	17°56'26"	70°10'57"
Ciudad Nueva	38 613	Ciudad Nueva	Ciudad	669	17°59'06"	70°14'16"
Inclán	8 032	Sama Grande	Pueblo	516	17°47'42"	70°29'31"
Pachia	1 948	Pachia	Pueblo	1 100	17°53'50"	70°09'10"
Palca	1 708	Palca	Pueblo	3 021	17°46'24"	69°57'30"
Pocollay	22 064	Pocollay	Pueblo	678	17°59'47"	70°13'11"
Sama	2 648	Las Yaras	Pueblo	404	17°51'31"	70°34'23"
Cnel. Gregorio Albarracín L.	122 247	Alfonso Ugarte	Villa	520	18°02'27"	70°15'15"
La Yarada Los Palos	4 985	Los Palos	Pueblo	25	18°17'09"	70°26'19"
<b>Candarave</b>	<b>7 995</b>					
Candarave	2 974	Candarave	Pueblo	3 460	17°16'01"	70°14'59"
Cairani	1 284	Cairani	Pueblo	3 394	17°17'10"	70°21'46"
Camilaca	1 451	Alto Camilaca	Pueblo	3 518	17°16'01"	70°23'00"
Curibaya	172	Curibaya	Pueblo	2 401	17°22'56"	70°20'07"
Huanuara	899	Huanuara	Pueblo	3 223	17°18'48"	70°19'18"
Quilahuani	1 215	Quilahuani	Pueblo	3 218	17°19'03"	70°15'30"
<b>Jorge Basadre</b>	<b>8 761</b>					
Locumba	2 611	Locumba	Pueblo	596	17°36'48"	70°45'40"
llabaya	2 774	llabaya	Pueblo	1 384	17°25'17"	70°30'44"
Ite	3 376	Ite	Pueblo	174	17°51'42"	70°57'54"
<b>Tarata</b>	<b>7 697</b>					
Tarata	3 196	Tarata	Pueblo	3 084	17°28'38"	70°01'50"
Héroes Albarracín	668	Chucutamani	Pueblo	2 347	17°28'54"	70°07'16"
Estique	733	Estique	Pueblo	3 168	17°32'34"	70°01'14"
Estique-Pampa	695	Estique-Pampa	Pueblo	3 066	17°32'14"	70°02'04"
Sitajara	720	Sitajara	Pueblo	3 156	17°22'29"	70°08'03"
Susapaya	737	Susapaya	Pueblo	3 399	17°21'10"	70°07'52"
Tarucachi	407	Tarucachi	Pueblo	3 094	17°31'31"	70°01'45"
Ticaco	541	Ticaco	Pueblo	3 255	17°27'02"	70°02'44"

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Dirección Nacional de Censos y Encuestas. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales.

### 5.1.6. El Centro Poblado Menor Augusto B. Leguía

El Centro poblado Menor Augusto B. Leguía creado con Resolución Municipal Nro. 074-90- MPT., del 1990-07-11 aprueban la Creación de la Municipalidad y señala la jurisdicción del Centro Poblado Augusto B. Leguía en la ciudad y Distrito de Tacna. De acuerdo a la tabla 12

**Tabla 12**

*Provincia y Municipalidades de Centros Poblados Menores*

DEPARTAMENTO TACNA: ORDENANZA, RESOLUCIÓN U OTRA NORMA DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL QUE CREA A LAS MUNICIPALIDADES DE CENTROS POBLADOS, SEGÚN PROVINCIA Y MUNICIPALIDAD DE CENTRO POBLADO, 2015.			
Provincia y Municipalidad de Centro Poblado	Norma Municipal	Número	Fecha
<b>Tacna</b>			
Nuestra Señora de La Natividad	Resolución Municipal	4688	09 Set 1988
Boca Del Río	Ordenanza Municipal	006	11 Mar 1989
Alto Perú - Ancomarca	Resolución Municipal	075	02 Jul 1990
Augusto B. Leguía	Resolución Municipal	074	11 Jul 1990
Yarada	Resolución Municipal	002	10 Ene 1991
Francisco Bolognesi	Resolución de Alcaldía	233	18 Feb 1991
Los Palos	Resolución de Alcaldía	233	18 Feb 1991
Vilavilani	Ordenanza Municipal	010	23 Dic 1996
<b>Candarave</b>			
Santa Cruz	Resolución Municipal	002	20 Ene 1989
Aricota	Ordenanza Municipal	002	30 Jun 1993
San Pedro	Resolución Municipal	003	10 Feb 1994
Ancocala	Resolución Municipal	007	10 Ago. 1994
Yarabamba	Ordenanza Municipal	018	06 Nov 1995
Calacala	Ordenanza Municipal	019	14 Dic 1995
Totorá	Resolución Municipal	003	10 Feb 1999
Huaytire	Resolución Municipal	011	25 Jul 2000
<b>Jorge Basadre</b>			
Cambaya	Resolución Municipal	010	09 Nov 1988
Mirave	Resolución Municipal	004	12 Mar 1989
Borogueña	Resolución Municipal	014	16 Jun 1989
Pampa Sitana Camiara	Ordenanza Municipal	017	01 Oct 2013
<b>Tarata</b>			
Maure Kallachiri	Resolución Municipal	003	10 Abr 1990
Chipispaya	Resolución Municipal	001	24 Feb 1993
Talabaya	Ordenanza Municipal	003	29 Abr 2005
Yabroco	Ordenanza Municipal	013	22 Nov 2005

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Registro Nacional de Municipalidades.

### 5.1.6.1. Ubicación

El C.P.M. Augusto B. Leguía se encuentra ubicado al Sur - Oeste de la Ciudad de Tacna, perteneciente al Distrito y Provincia de Tacna, Región de Tacna, Republica del Perú, con un área de 133,94 hectáreas y un perímetro de 4,89 km lineales; es típicamente urbana está ubicado en la región Costa, en una altitud de 475 m.s.n.m. se detalla en las figuras 26, 27, 28 y 29

**Figura 26**

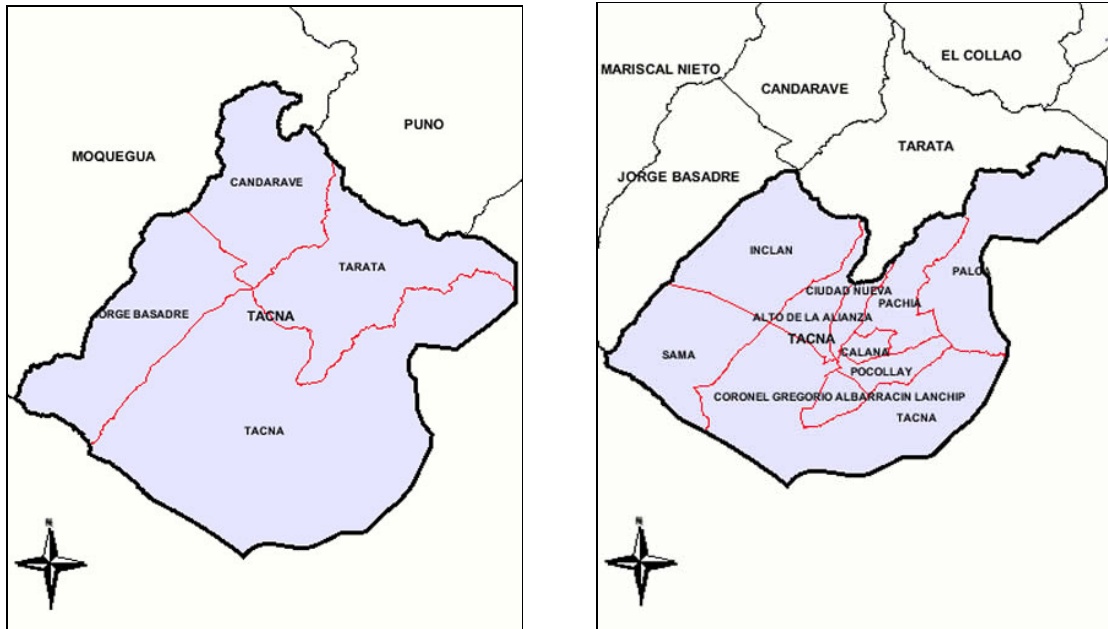
*Mapa Político del sur del Perú. Ubicación de la región de Tacna.*



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Registro Nacional de Municipalidades

**Figura 27.**

*Mapa Político del Sur del Perú, ubicación de la Provincia de Tacna.*



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Registro Nacional de Municipalidades

#### **5.1.6.2. Delimitación**

La delimitación del C. P. Augusto B. Leguía es la siguiente:

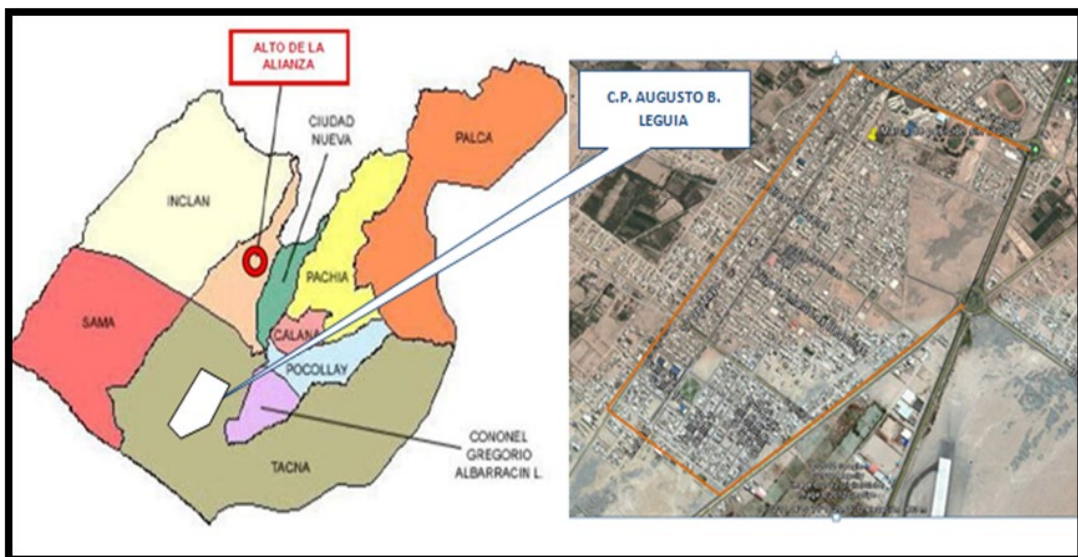
- A. **NORTE:** Se inicia en la intersección de la zona Agrícola intangible de Irrigación Copare con la Prolongación de la Av. Ejército, continúa en dirección Nor Este siguiendo el eje de esta avenida hasta concluir en la intersección con la avenida Cristo Rey.
- B. **ESTE:** Desde el último lugar nombrado, el límite sigue una dirección Sur, este continuando por el eje de la avenida Cristo Rey hasta concluir en su intersección con la carretera Panamericana Sur.
- C. **SUR:** Desde el último lugar nombrado, el límite continúa por el eje de la Panamericana Sur hasta su intersección por el canal Uchusuma y

prosigue por la trayectoria del canal Uchusuma hasta concluir con el límite de la Zona Agrícola intangible de Irrigación Copare.

- D. **OESTE:** Del último lugar nombrado, el límite sigue dirección y Nor Oeste y continúa bordeando la Zona Agrícola intangible de irrigación Copare hasta concluir en su intersección con la prolongación de la Avenida Ejército.

**Figura 28.**

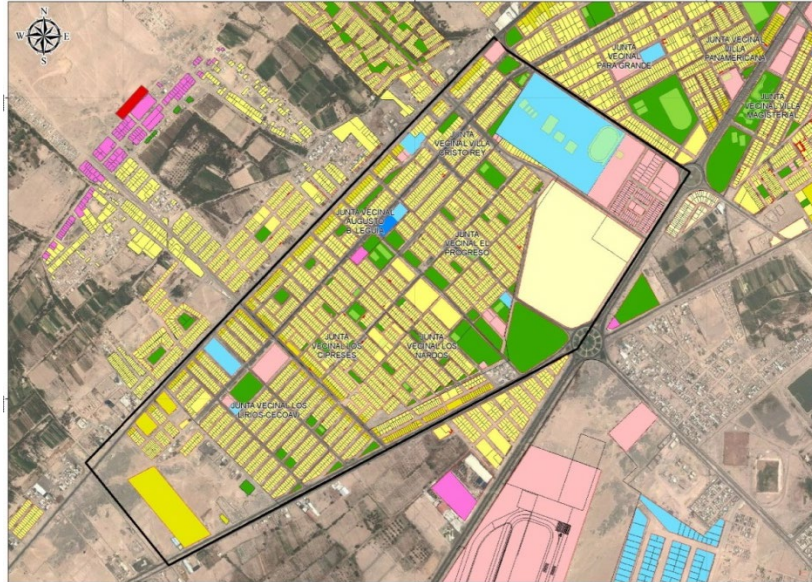
*Mapa Político de la Provincia de Tacna, ubicación del C.P.M. Augusto B. Leguía - Tacna.*



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Registro Nacional de Municipalidades

## Figura 29

### Mapa Del Centro Poblado Menor Augusto B. Leguía.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Registro Nacional de Municipalidades

#### 5.1.6.3. Población del Centro Poblado Menor Augusto B. Leguía- Tacna

La población de referencia está representada por población total del Centro Poblado Augusto B. Leguía con un total de 17 080 según estimación propia en función al Plano Catastral de la Municipalidad Provincial de Tacna.

Este estimado de la población se realiza tomando en cuenta el promedio de personas que habita, por cada unidad de vivienda. Esta estimación se pretendió sea lo más aproximada a la realidad, ya que, en la información recogida, tanto el Censo INEI 2017 como en la Gerencia de Participación Vecinal de la Municipalidad Provincial de Tacna, NO existe un dato exacto de la cantidad de pobladores en los Centros Poblados Menores de la ciudad de Tacna.

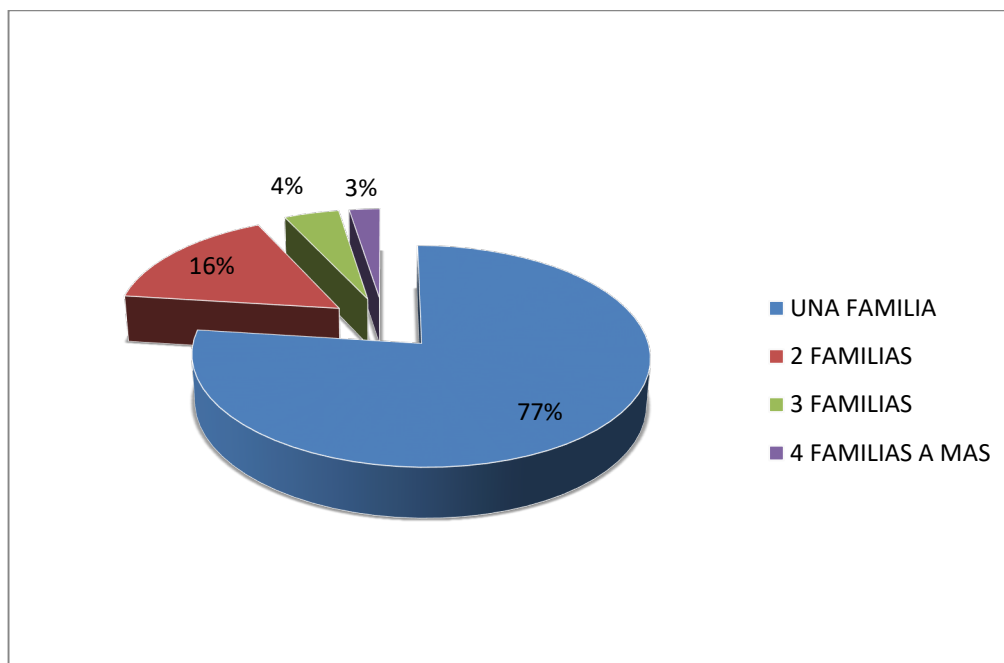
#### 5.1.6.4. Estimación de número de familias en el C.P.M. A. B. Leguía - Provincia de Tacna

Por ello se realizó un conteo del número de predios destinados a la vivienda y realizadas las entrevistas y encuestas en el ámbito de estudio se encontró con un mayoritario promedio de viviendas ocupadas por una sola

familia, 77 % y con un promedio de 4 individuos por familia; considerando que se realizó un conteo de todas las propiedades registradas dentro de la jurisdicción del CPM Leguía, y se asumió un promedio de 4 personas por unidad encuestada, es que se puede asumir un aproximado de 17 080 personas en la actualidad como pobladores residentes. Según el Tablas XIII y XV así también el cuadro 2, Determinada por la densidad aprobada en los documentos reglamentarios de la ciudad como el Plan de Desarrollo Urbano del año 2013-2025

**Figura 30**

*Número de familias por vivienda*



Fuente: Elaboración Propia. Resultados de la encuesta realizada 2018

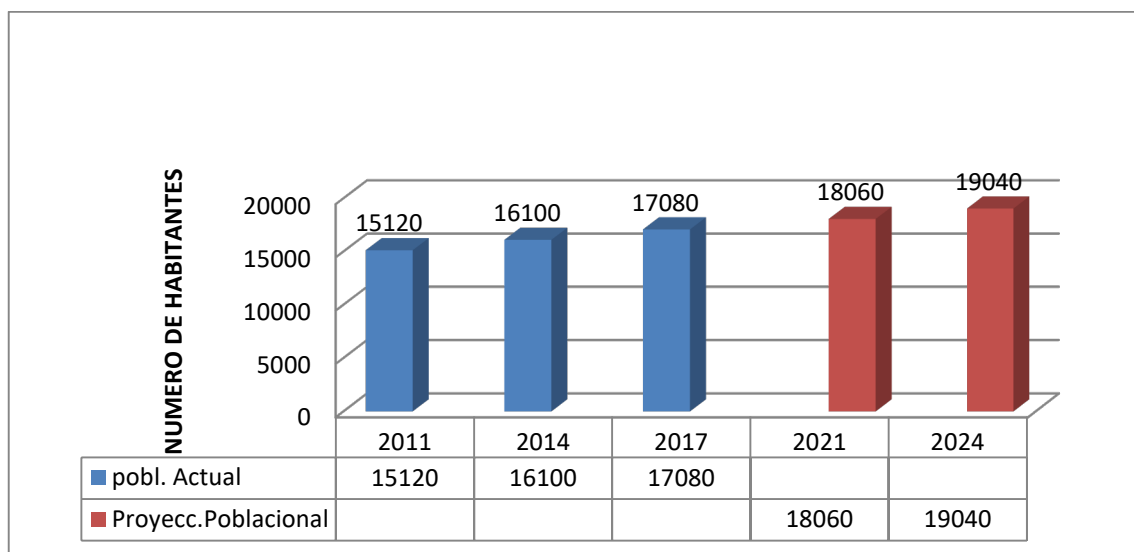
Se considera que la población de Tacna, según el censo de Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas es de 325 652 HABITANTES, al año 2017, entonces se puede afirmar que la población del CPM Leguía representará el 5,30 % de la población total de la provincia y así mismo, conjeturar de acuerdo a la tasa de crecimiento poblacional de la provincia, avizorar un incremento de la población a 18 060 habitantes al año 2021; y 19 040 habitantes al año 2024.

### 5.1.6.5. Tasa porcentual

Considerando una tasa porcentual al 1,43% se tiene una población estimada de 17 080 habitantes en la actualidad y una población proyectual de 19 040 al año 2024, datos que se indican en la figura 31 y la Estructura Porcentual Densidad Poblacional C.P.M. Augusto B. Leguía se muestra en la figura 32.

**Figura 31**

Población estimada con una Tasa Porcentual al 1.43 %

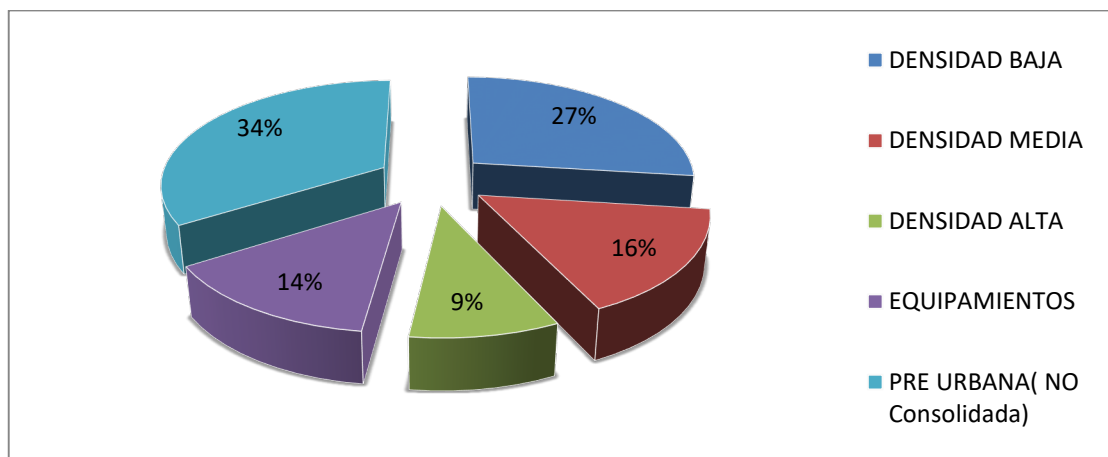


Fuente: Elaboración Propia (tomando como base los datos de Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas)

#### 5.1.6.5.1. Densidad Poblacional del C.P.M. Augusto B. Leguía.

**Figura 32.**

*Estructura Porcentual Densidad Poblacional C.P.M. Augusto B. Leguía*



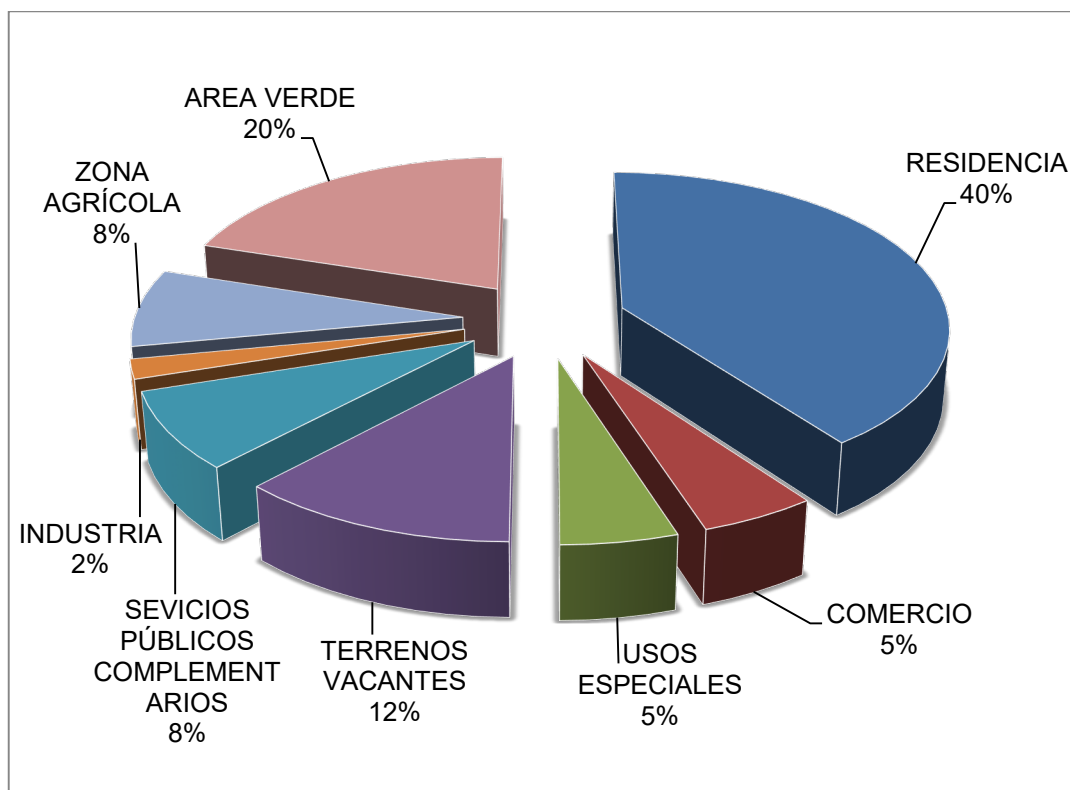
Fuente: Elaboración Propia. Resultados de la encuesta realizada 2018

Este incremento poblacional hace evidente la necesidad de la habilitación de espacios destinados para la residencia, con la consiguiente ejecución de proyectos inmobiliarios, que incrementarán los volúmenes de residuos que en la actualidad se generan. Como se indica en la figura 33.

#### 5.1.6.6. Usos de Suelo del C.P.M. Augusto B. Leguía.

**Figura 33**

*Estructura Porcentual Uso del suelo C.P.M. Augusto B. Leguía*



Fuente: Elaboración Propia. Resultados de la encuesta realizada 2018

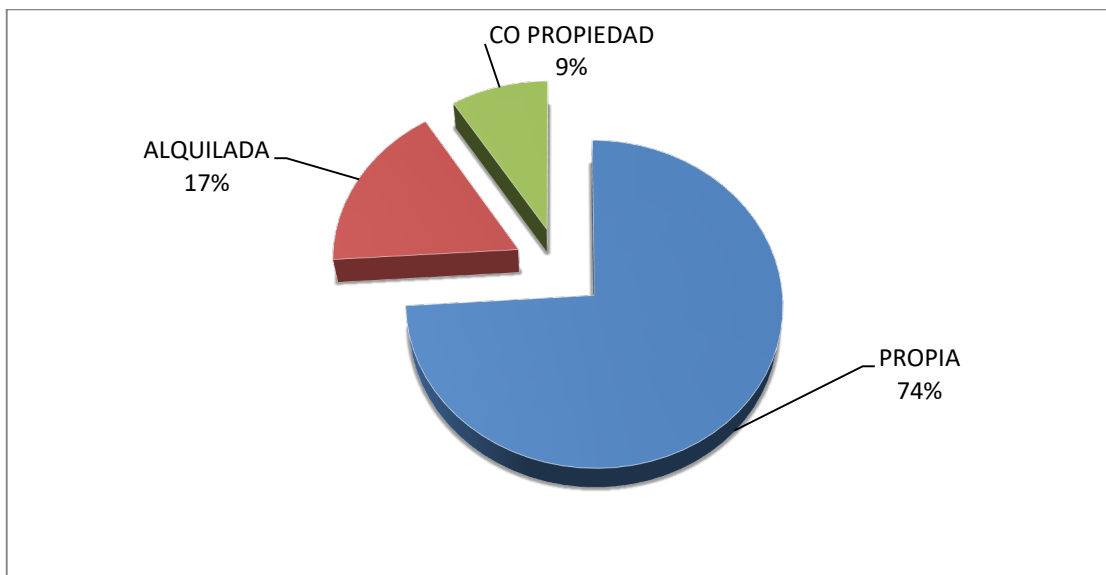
La actividad residencial representa el mayor porcentaje de ocupación del suelo en el área de estudio (40 %), seguida de las áreas verdes con un 20 % definida principalmente por áreas destinadas a parques, plazas y otras que diferentes de aquellas destinadas a zona agrícola o actividad agropecuaria. Pero es relevante señalar que la cantidad de terrenos vacantes o que no presentan un uso definido representa el 12 %.

Esto indica que de ocuparse los mismos, deben realizarse dentro de Plan de Desarrollo coherente con los principios de la sostenibilidad y respeto al medio ambiente, a fin de que no se multipliquen las áreas de botaderos informales e incrementen los volúmenes de residuos de la construcción sin el correcto tratamiento.

#### 5.1.6.7. Estado Legal de la propiedad en el CPM Leguía

**Figura 34**

*Estado Legal de la Propiedad Viviendas*



Fuente: Elaboración Propia. Resultados de la encuesta realizada 2018

#### Conclusiones:

Al realizar el muestreo en el ámbito de estudio, dio como resultante que el estado de legal de las propiedades en las viviendas, se daba en tres grupos:

- La vivienda propia,
- La que se encuentra en régimen de alquiler,
- Finalmente, la de co-propiedad, esta es importante definirla ya que presentaba aquellas que se encontraban en litigio, por los herederos, así también los que registraban dos o más propietarios mediante una sucesión intestada del predio.

En las dos últimas las modificaciones que se dan en la edificación ocupada, son mínimas y pocos significativos para el análisis.

En cambio, la vivienda propia sí realiza obras de construcción, demoliciones, modificaciones, ampliaciones y manteniendo con más frecuencia que las encontradas en los otros tipos.

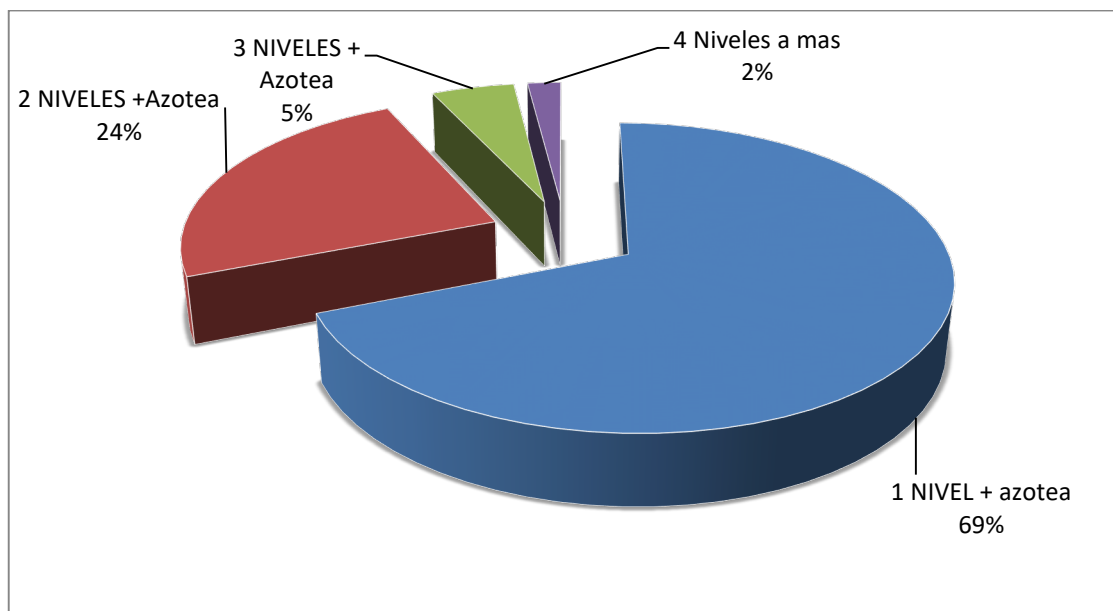
Realiza las modificaciones de acuerdo a su capacidad económica, satisface sus requerimientos de espacialidad y cobertura, realizando construcciones progresivas, y en la cual la decisión es tomada por el propietario mismo, a esto si es relevante indicar de acuerdo a las entrevistas y encuestas, en algunos casos estas obras se realizan sin autorizaciones, ni supervisión de las entidades encargadas. Como se indica en la figura 34.

#### 5.1.6.8. Características físicas de la edificación

##### 5.1.6.8.1. Altura de la edificación

**Figura 35**

*Altura de la edificación*



Fuente: Elaboración Propia. Resultados de la encuesta realizada 2018

La altura de la edificación es un factor que indica claramente el grado de consolidación física del edificio dentro del lote o predio. Como se puede apreciar en la figura 35.

Así también, es un reflejo de la situación económica del poblador, la construcción de un primer nivel implica considerar dentro del presupuesto el costo de limpieza del terreno, eliminación de desmonte para la ejecución de las partidas de cimentación. Costos que son elevados y obligan al poblador la inversión significativa del inicio, pero los siguientes niveles si bien tienen otros costos en otras partidas, estos siempre son menores que el primer nivel.

Dependiendo de la altura o niveles superiores se incrementan costos de traslado o izado de material y equipos, como también de acuerdo al cumplimiento de las normatividades, un incremento de costos en la mano de obra, por altura de trabajo. Asimismo, indica las obras de mejoramiento que demandan demoliciones parciales, e implementación de servicios que sean necesarios. Finalmente, la altura de la edificación define el perfil urbano, tanto de las vías más importantes como de la textura urbana de las manzanas del ámbito de estudio. Es concluyente ver en el cuadro 6 que la altura predominante en el sector de estudio es de solo un nivel, escasas edificaciones remontan los 3 niveles.

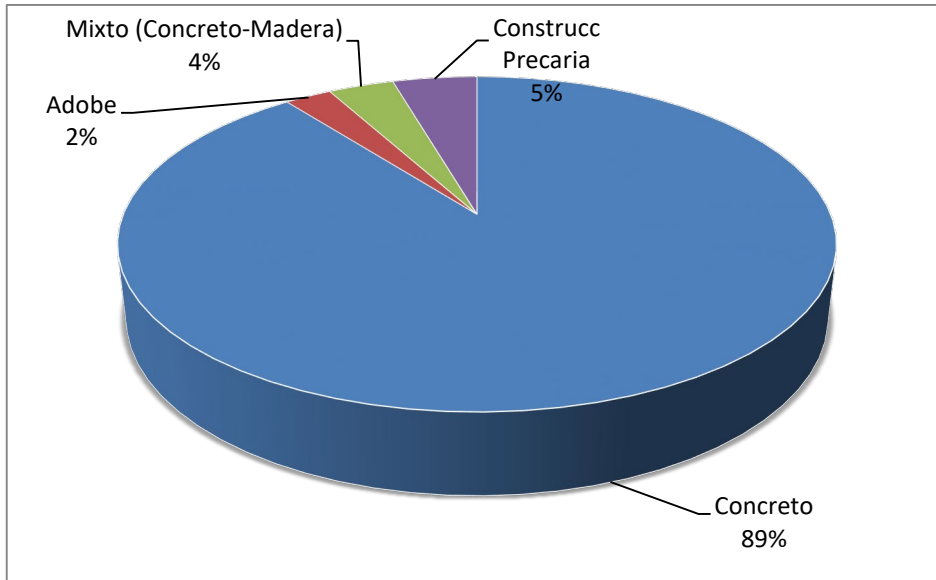
#### **5.1.6.8.2. Materiales que predominan en la edificación**

En el área de estudio son mayoritariamente edificaciones construidas con material noble, es decir: concreto y mampostería de ladrillo.

La composición de los residuos de la Actividad de la construcción y la demolición están ligados a la naturaleza y tipo de materiales que se emplean. Se desprende de sus características también, las alternativas que se puedan desarrollar para su tratamiento. Como se indica en el cuadro 7, las características de este sistema constructivo, y por la demanda de la utilización del concreto genera los residuos que requieren un tratamiento especial. Con respecto a los otros materiales, en el trabajo de visita a campo no se encontró predios donde la edificación sea en su totalidad construida con estos materiales, por lo general son ampliaciones o construcciones eventuales, situación que se indica claramente en la figura 36.

**Figura 36**

*Materiales predominantes en la construcción*



Fuente: Elaboración Propia. Resultados de la encuesta realizada 2018

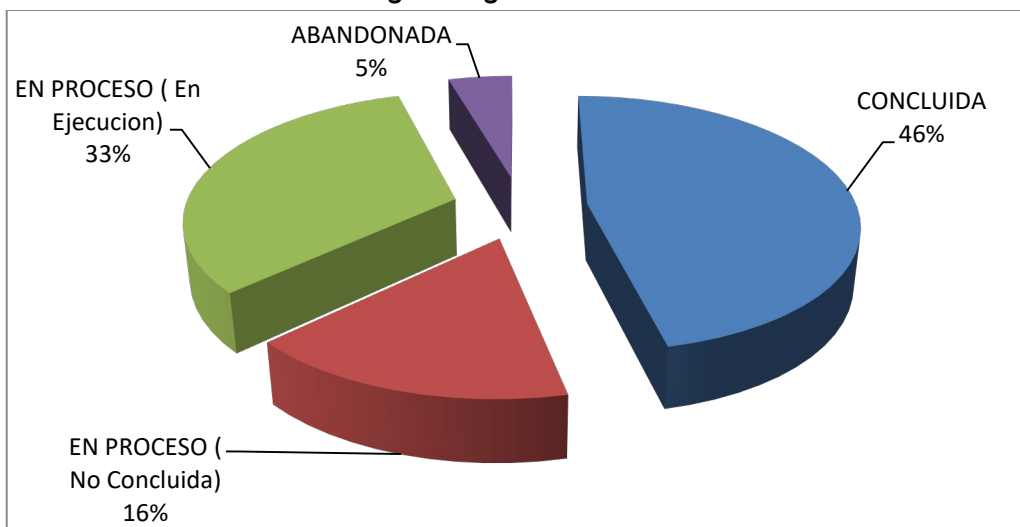
En el caso de las de estado precario son edificaciones realizadas con materiales de desecho y que no son estructuras estables a ser consideradas en el presente estudio por su característica.

#### **5.1.6.9. Características de la edificación dentro del lote o predio**

##### **5.1.6.9.1. Estado de la edificación según el grado de conclusión.**

**Figura 37**

*Estado de la edificación según el grado de conclusión.*



Fuente: Elaboración Propia. Resultados de la encuesta realizada 2018

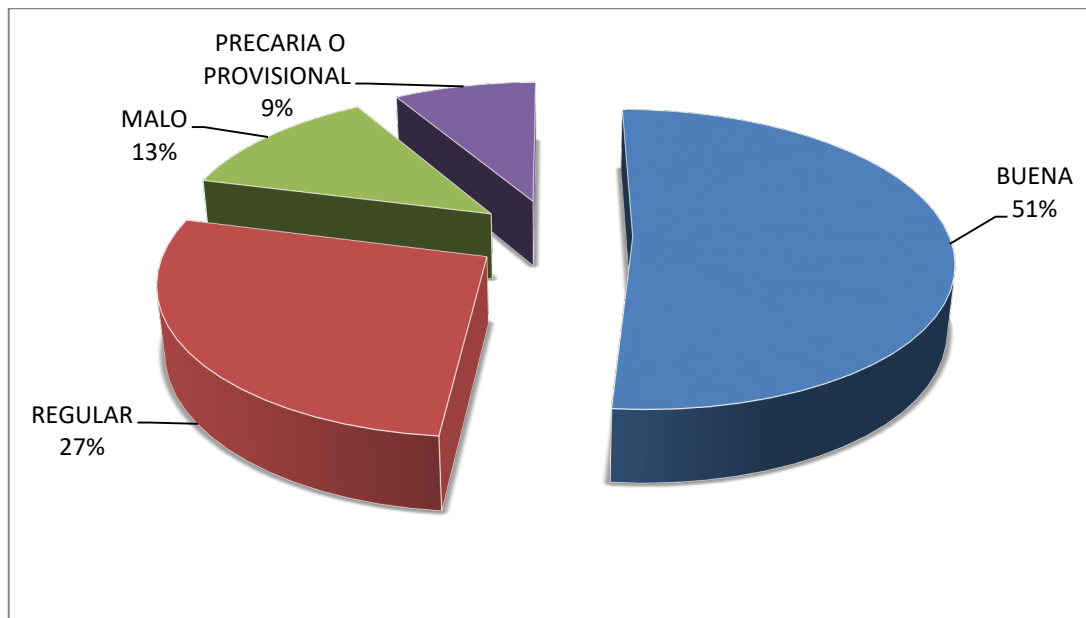
Permite determinar si las propiedades aun van a realizar obras de ampliación o culminación de las estructuras físicas del edificio, así mismo, si el edificio ha sido concluido, las obras de mantenimiento o mejoramiento, en su mayoría son trabajos de mejoramiento de los acabados del edificio.

En el ámbito de estudio se puede afirmar, que visiblemente un 46 % de los edificios evaluados están concluidos, y en su mayoría de un promedio de antigüedad de 15 años. Esto se hace evidente y se expresa en la figura 37.

#### 5.1.6.9.2. Estado físico de la edificación

**Figura 38**

*Estado de la estructura física del edificio*



Fuente: Elaboración Propia. Resultados de la encuesta realizada - marzo abril 2018

Este factor permite definir el nivel de deterioro o uso que tiene la estructura física del edificio, por ende, planificar las acciones que sean necesarias para su conservación, las obras de reparación o mantenimiento, así como cuando el estado del edificio presente un deterioro significativo, las demoliciones totales o parciales que sean necesarias. Se concluye en la figura 38, esta característica.

En su gran porcentaje las construcciones en el CPM Leguía se encuentran en buen estado, por lo cual es previsible que en su mayoría se realicen cada

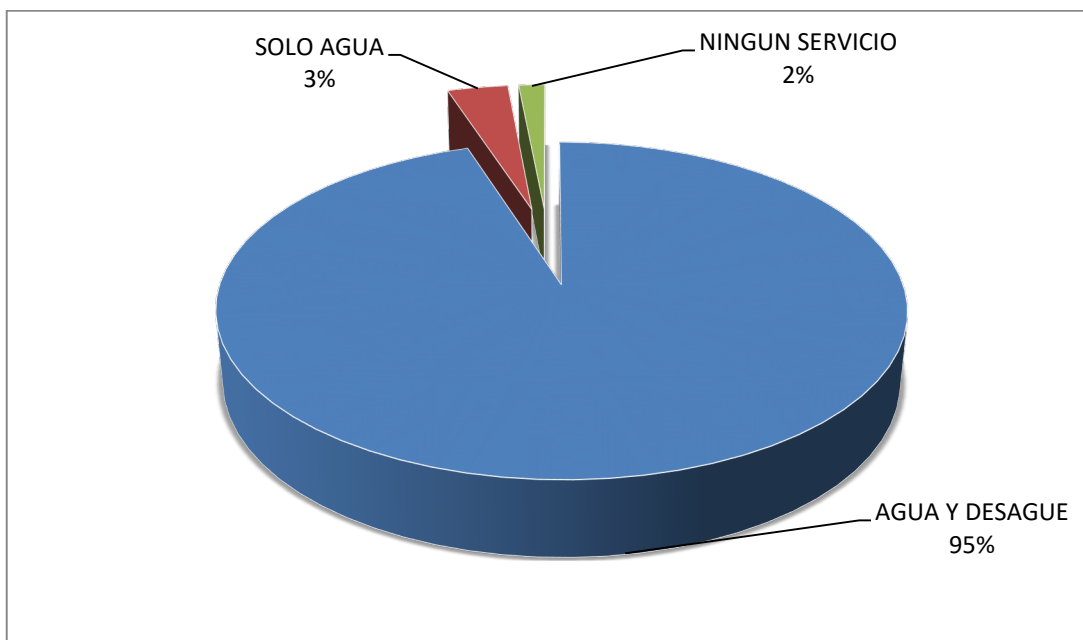
cierto período de tiempo obras de mantenimiento, pero ello no significa que el volumen de residuos disminuya, por el contrario, se debe tener mucho cuidado en la evaluación de los mismos ya que en estas obras se generan residuos peligrosos, como envases de pinturas o aditivos que en sumatoria son muy contaminantes.

#### **5.1.6.10. Acceso a servicios**

##### **5.1.6.10.1. Servicios de agua y desagüe**

**Figura 39**

*Acceso a servicios básicos, agua y desagüe*

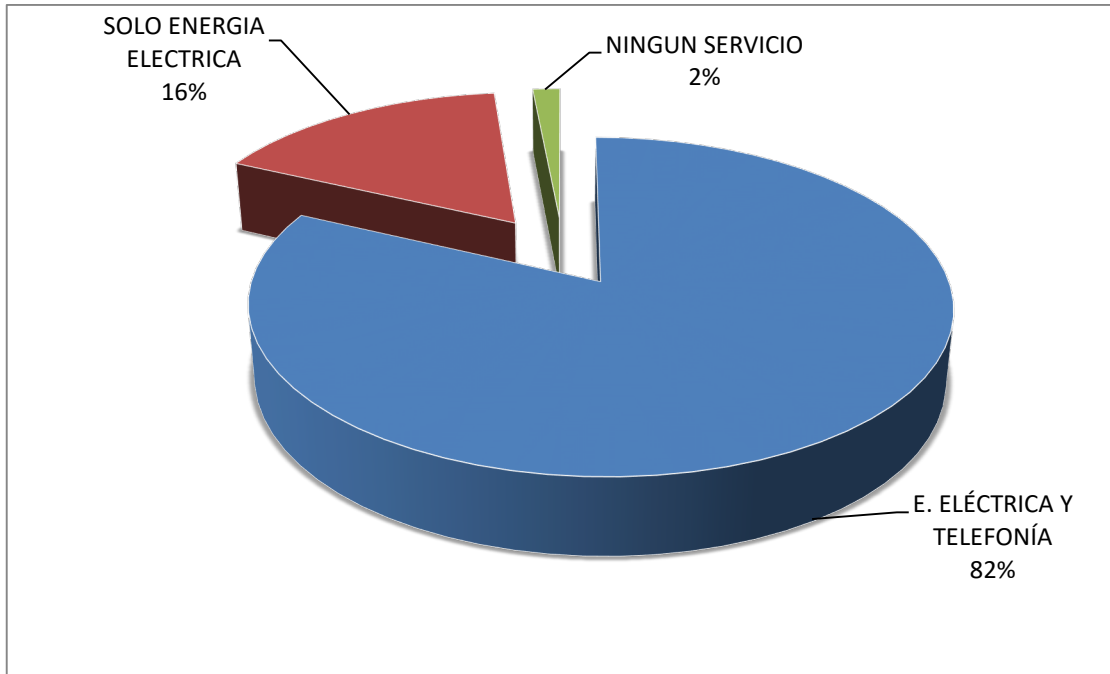


Fuente: Elaboración Propia. Resultados de la encuesta realizada marzo abril 2018

### 5.1.6.10.2. Servicios de electricidad y telefonía

**Figura 40**

*Acceso a servicios básicos, Energía Eléctrica y Telefonía*



Fuente: Elaboración Propia. Resultados de la encuesta realizada marzo abril 2018

En este factor, figuras 39 y 40, es importante señalar que los servicios básicos en su mayoría dan la cobertura al sector de análisis, pero se puede entender que los sectores que no cuenten con ellos, se realizaran obras de implementación o instalación de redes de suministro, tanto del servicio eléctrico, telefonía o redes de saneamiento (agua y desagüe).

Todas estas obras demandan gran cantidad de recursos materiales, así también generan significativos volúmenes de residuos, que en su mayoría son dejados en lugares próximos al lugar de la obra, sin tratamiento alguno ni una correcta disposición final de los mismos.

Las partidas a ejecutarse solo cuentan en los expedientes técnicos con un rubro que establece la eliminación de estos residuos, pero no detalla ni el tratamiento previo, como la clasificación, por ejemplo, y únicamente considera un presupuesto para el retiro de los mismos, sin la responsabilidad ni el compromiso con las consecuencias de la disposición final de estos residuos.

## 5.2. ANÁLISIS DE ACTIVIDAD DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS EN TACNA.

Se realizó una entrevista dirigida a las empresas constructoras que realizan sus actividades en la provincia de Tacna y principalmente aquellas que realizan obras tanto públicas como privadas, en el área de estudio: CPM. Leguía. Realizadas las consultas a las fuentes confiables como El Directorio Web de Constructores del Perú: [todoconstruccion.pe/empresas/](http://todoconstruccion.pe/empresas/), se determinó la operación de 45 empresas dentro del rubro de la construcción e inmobiliaria, que desarrollan sus actividades en toda la ciudad, reportando únicamente 6 de ellas con obras dentro del sector de estudio, pero todas ellas indicaron haber realizado en años anteriores obras en el CPM Leguía.

Así mismo, dichas empresas Constructoras, realizan subcontratas, con otras empresas de transporte y/o alquiler de maquinarias y servicios, para la ejecución de las obras; así también la contratación de maestros de obra, operarios especializados, oficiales y peones, que no pertenecen a su plantilla de trabajadores. La entrevista se dirigió al 55 % de las constructoras a fin obtener resultados altamente confiables. Se indica en Tabla 13.

**Tabla 13**  
*Empresas Constructoras en la provincia de Tacna*

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Magnus Contratistas Generales S.A.C.</li><li>2. D &amp; J Diseño y Construcción S. A. Cerrada - D &amp; J</li><li>3. Grupo Yan Constructora Inmobiliaria Tacna – Tacna</li><li>4. L y G Diseño y Construcción Tacna – Tacna</li><li>5. Construcción Decoraciones Integrales Tacna – Tacna</li><li>6. A &amp; H Business Contratistas Generales S.A.C. Tacna – Tacna</li><li>7. Construcciones Pider Tacna – Tacna</li><li>8. Misti Sunlighth E.I.R.L. Tacna - Tacna</li><li>9. Tkr Contratistas S.A.C. Tacna - Tacna</li><li>10. Linares Gallardo Diseño y Construcción Tacna - Tacna</li><li>11. Icheqa E.I.R. Limitada - Iche Tacna - Tacna</li><li>12. Jor Par Consultores Sociedad Comercial de Responsabilidad Li Tacna - Tacna</li><li>13. Quely Inversiones E.I.R.L. Tacna - Tacna</li><li>14. Adesa Contratistas Generales S.A.C. - Ades Tacna - Tacna</li><li>15. Consorcio Sistemas &amp; Riego Tacna - Tacna</li><li>16. Rpc Contratistas Generales E.I.R.L. Tacna - Tacna</li><li>17. Macroconstructora del Peru S.A.C. Tacna - Tacna</li><li>18. Mining Of South S.A.C. Tacna – Tacna</li></ol> |
|---|

19. Sociedad Técnica en Estructuras Civiles y Sanitarias S.R.L.- Sotecs S.R.L. Tacna – Tacna
20. Arunta Contratistas S.A.C. Tacna – Tacna
21. Jj Ejecutores E.I.R.L. Tacna - Tacna
22. Umbergsk Consultoría y Construcciones S. A.C. Tacna - Tacna
23. Constructora Costa Sur E.I.R. Limitada Tacna - Tacna
24. Peruvian Squares Industries S.A. - Persquinsa Tacna - Tacna
25. E.L.C. Ingenieros Contratistas S.A.C. Tacna - Tacna
26. Compañía Peruana de Inversiones en Maquinaria y Construcción S.R.L.- COPERIMAC Tacna -
27. Construcciones Celeste S.A.C. Tacna - Tacna
28. Escala Arquitectos Ingenieros S.A.C. Tacna - Tacna
29. Expresión Arkitectonica S.R.L.- Exparki S.R.L. Tacna - Tacna
30. F & F Ingenieros S.R.L. Tacna - Tacna
31. Aquario S.A.C. Tacna - Tacna
32. Riasel E.I.R.L. Tacna - Tacna
33. Contratistas Generales Ceancruz S.A.C. Tacna - Tacna
34. Consorcio Alfa S.A.C. Tacna - Tacna
35. Enríquez Calderón Contratistas Sociedad Anónima Tacna
36. Constructora Piacon S.A.C.
37. Ara & Antares Constructora, Consultora y Agentes Inmobiliarios SAC
38. Constructora REYSUL S.A.C.
39. Grupo Takna Sac
40. Covintec Peru
41. Empresa Reysull
42. MD Arquitectura y Construcción
43. DAZA INGENIERIA & CONSTRUCCION
44. Grupo 3P - Planos, Ploteos y Proyectos
45. Luang Asociados SAC

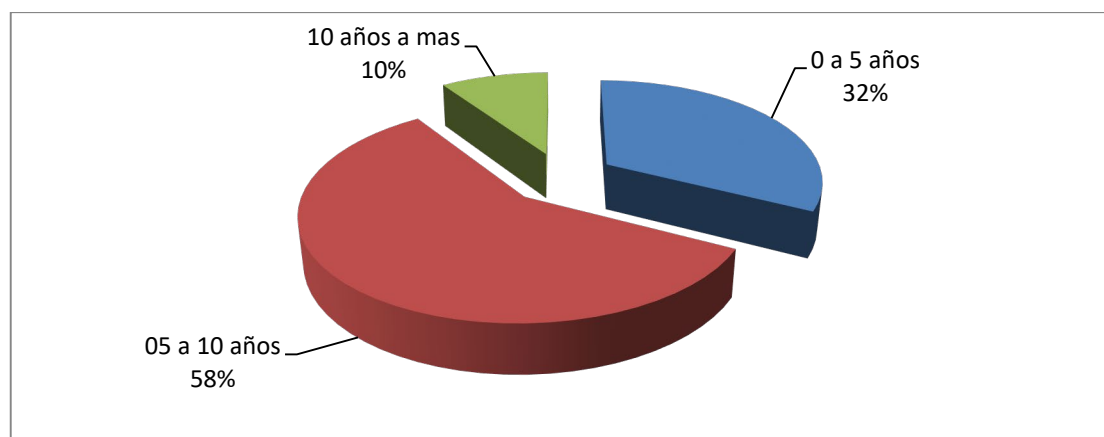
Fuente: Directorio Web de Constructores del Perú [todoconstruccion.pe/empresas/](http://todoconstruccion.pe/empresas/)

## 5.2.1. Resultados de la entrevista

### 5.2.1.1. Tiempo de operación en la ciudad de Tacna

**Figura 41**

*Tiempo de operación en la ciudad de Tacna de Empresas Constructoras*



Fuente: Elaboración Propia. Resultados de la encuesta realizada – 2018.

El periodo de operaciones de las empresas es fluctuante, no se podría considerar un factor constante salvo algunas empresas que tuvieron una relativa continuidad de obras en el área de estudio. En esta evaluación se indicó también obras públicas que se ejecutaron como subcontratas o prestación de servicios cuando la obra era por administración directa.

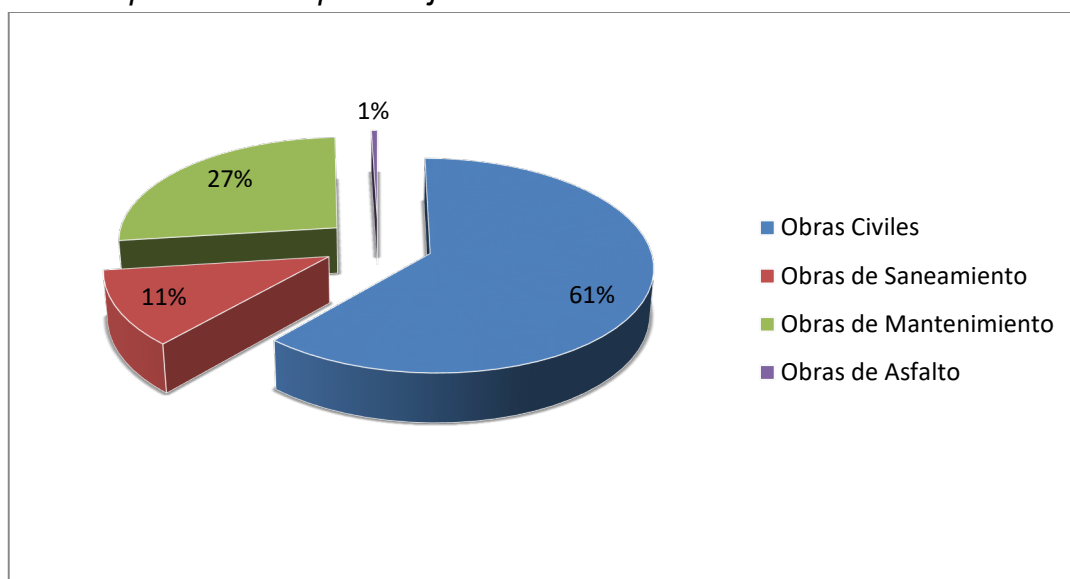
La evolución de la actividad de la construcción en el área de estudio, se expresa en la figura 41, puntualizando en sectores que fueron objeto de créditos por el entonces Banco de Materiales, para la construcción de módulos básicos de vivienda, ej. Asoc. de Vivienda Los Nardos, Los Cipreses, Hipólito Unánue, entre otros.

Posteriormente, se realizó la ocupación de los terrenos del Cecoavi, y la parte baja del C. P. Menor, la misma que no tuvo la dinámica de consolidación de las asociaciones de viviendas, constituidas en años anteriores al año 2000, sino se desarrollaron de manera progresiva, sufriendo al igual que varios sectores de la ciudad, invasiones de asociaciones informales que posteriormente COFOPRI legalizó mediante titulación como poseesionarios.

### 5.2.1.2. De las obras que ejecuta

**Figura 42**

*Tipo de obras que se ejecuta*



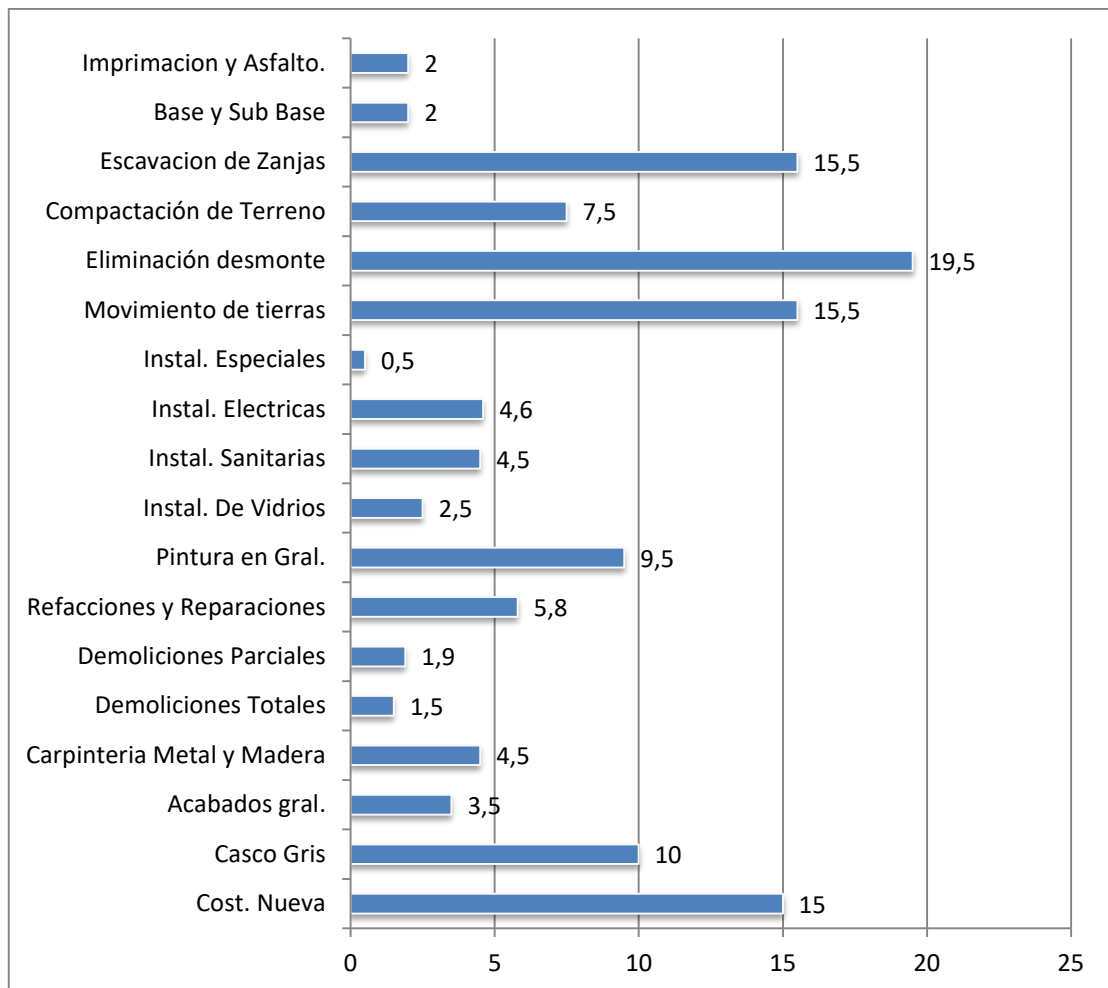
Fuente: Elaboración Propia. Resultados de la encuesta realizada 2018

Las obras que mayormente se ejecutan son obras civiles que implican la construcción de edificaciones nuevas o ampliaciones de las ya existentes. Las obras de saneamiento fueron principalmente en predios particulares. Las obras de asfaltados se han realizado de manera esporádica. En su mayoría son bacheos o relleno mediante parches la carpeta asfáltica existente, figura 42.

### 5.2.1.3. Frecuencia de la ejecución de las obras

**Figura 43**

*Frecuencia y tipo de obras en C.P.M. Augusto B. Leguía*



Fuente: Elaboración Propia. Resultados de la encuesta realizada 2018

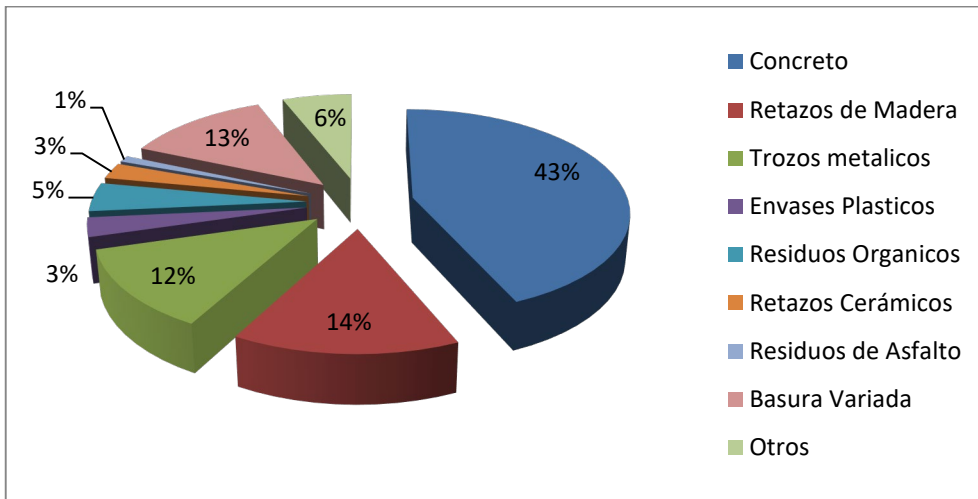
El tipo y la frecuencia de las obras realizadas originan los volúmenes de residuos que son motivo de esta investigación y formular un plan de gestión o

modelo de gestión de dichos residuos. Se detalla porcentualmente estos datos en la figura 43.

#### 5.2.1.4. Residuos que genera

**Figura 44**

*Material de Residuo que Genera*

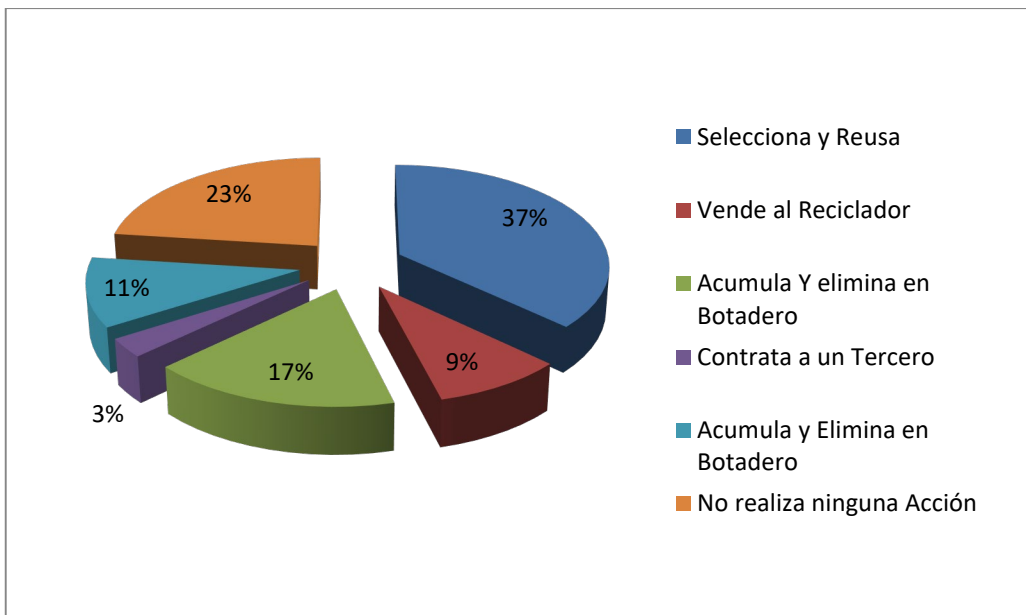


Fuente: Elaboración Propia. Resultados de la encuesta realizada-2018

#### 5.2.1.5. Gestión de los residuos

**Figura 45**

*Qué hace con el residuo que genera*



Fuente: Elaboración Propia. Resultados de la encuesta realizada 2018

## **CAPÍTULO VI**

### **DISCUSIÓN**

#### **6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE - INDICADORES**

Modelo de gestión de los residuos sólidos de la construcción.

##### **6.1.1. Planificación adecuada de los recursos.**

En todo proceso de gestión debe tenerse en cuenta en detalle, todos los aspectos que involucran la inversión de recursos y por ello la planificación de los mismos, dentro del ámbito que define los objetivos de la gestión, es vital para que consecuentemente las propuestas y acciones no terminen desvirtuando los objetivos primigenios o quedando inconclusos. Según el MODELO MALCOLM BALDRIGE

El modelo que se utiliza para la autoevaluación y control de calidad, tiene siete grandes criterios:

##### **6.1.1.1. Liderazgo:**

- a) Responsabilidad de la gestión, dentro de sus facultades son los gobiernos locales (municipalidades, gobiernos regionales, etc.) son los obligados al desarrollo de planes de gestión de los residuos urbanos y en especial aquellos que generan focos de contaminación o degradación ambiental dentro del territorio de su jurisdicción, todo ello es en el marco de las atribuciones normativas y de acuerdo a ley.
- b) La organización o entidad de gobierno, responsable de los niveles de gestión y comunica a la comunidad las estrategias del plan de gestión, así como la organización empresarial que se debe plantear en el proceso de gestión.

- c) Promoción de los objetivos y metas a lograr, a fin de que población tenga conocimientos del plan de gestión para el cumplimiento de los objetivos, capacitación de los miembros de la comunidad.
- d) reforzar los valores institucionales reiterando el compromiso de solucionar un problema ambiental que afecta a la comunidad.
- e) ser el reflejo de las expectativas por resultados y el enfoque de innovación que debe pretender.

**6.1.1.2. Planificación estratégica:**

- a) Determinar e implementar un proceso sistemático de desarrollo de los aspectos varios del Plan de Gestión, para alcanzar propósitos u objetivos.
- b) Es en esencia, el cómo la institución u organización responsable del plan de gestión, plantea la dirección estratégica del mismo.
- c) La planificación define las etapas de ejecución; desde los proyectos o acciones preliminares, hasta los de evaluación y los resultados.
- d) Determina también, los proyectos de acción claves, y que permitan ejecutar las etapas del plan.
- e) Finalmente, la implementación de dichos planes y el control de su desarrollo y resultados.

**6.1.1.3. Enfoque del estudio de potencialidad**

- a) Considerando que el beneficiario directo de la implementación de un plan de gestión de los residuos de la construcción es la totalidad de la comunidad; se debe desarrollar una investigación de la potencialidad de los productos resultantes del plan de gestión de los residuos, para anticipar las consecuencias y la respuesta de la población.
- b) Así mismo, incluir los principios de la sostenibilidad, en un producto o servicio concreto, con el objetivo claro de su comercialización o presencia en el mercado.

- c) La organización o institución responsable del plan de gestión debe conocer las exigencias y expectativas de la comunidad y su ámbito comercial.
- d) Asimismo, en qué proporción los procesos o proyectos del Plan están enfocados a la solución del problema, y satisfacción del poblador usuario.

#### **6.1.1.4. Información y análisis**

- a) Ordenamiento y procesamiento de la información documental y estadística recogida en campo y en otros medios.
- b) Analizar los datos e información que sustente y apoye los procesos claves del Plan de Gestión.
- c) Evaluar el rendimiento mediante ratios de crecimiento y productividad.
- d) Examinar los resultados proyectados de la gestión, a fin de realizar los ajustes al sistema.
- e) Analizar considerando las etapas o plazos de ejecución en relación a los objetivos que se pretende.
- f) El empleo eficaz de los recursos con que cuenta el Plan.

#### **6.1.1.5. Enfoque de la comunidad – usuario**

- a) Características de uso del espacio urbano y patrones de comportamiento que influyen en la generación de los residuos.
- b) Organización social de la comunidad.
- c) Criterios de comunicación e información hacia la población sobre los beneficios que trae la gestión de los residuos urbanos y en especial los generados por la actividad de la construcción.
- d) Niveles de participación ciudadana en la ejecución del Plan, a través de juntas vecinales, comités, asociaciones, sectores y más.
- e) Beneficios sociales del plan de gestión. Generación de fuentes de empleo, alternativas de promoción de pequeñas empresas.

#### **6.1.1.6. Proceso administrativo:**

Examina aspectos administrativos en las distintas etapas del plan.

##### **6.1.1.6.1. El Antes:**

- a) Autorizaciones municipales o regionales,
- b) Zonificaciones
- c) Difusión previa antes de la implementación del plan.

##### **6.1.1.6.2. El Durante:**

- a) La regulación administrativa de los recursos humanos y materiales,
- b) Acopio o acumulación de los residuos.
- c) Recepción de los residuos, selección y determinación del destino o tipo de tratamiento que va a tener el residuo.

##### **6.1.1.6.3. El Después:**

- a) Aspectos administrativos de las etapas de comercialización
- b) Evaluación de los resultados (productos y o servicios)
- c) Evaluación del plan de gestiona en cómo se administran y se mejoran.

#### **6.1.1.7. Resultados del negocio:**

Como lo indica López, C. (2001)

- a) Examina el rendimiento de la organización y la mejora de sus áreas claves de negocio.
- b) Beneficio ambiental satisfacción de la comunidad,
- c) Desempeño financiero y rendimiento en términos de volumen de material resultante del proceso de tratamiento, prestación de servicios.
- d) Desempeño de los recursos humanos, proveedores (comunidad) y acciones de las instituciones responsables de la ejecución del plan.

### **6.1.2. Programación de metas y etapa de ejecución**

El método de programación de metas permite alcanzar varios objetivos de manera simultánea.

La programación de metas establece un objetivo numérico específico para cada uno de los objetivos.

Formular una función objetivo para cada uno.

Buscar una solución que minimice la suma ponderada de las desviaciones de estas funciones objetivo de sus metas respectivas.

Entonces, la programación de metas se establece a partir de los objetivos de la investigación, tomando en cuenta los alcances y las limitaciones que el propio problema nos plantea,

Se definen, por consiguiente, operacionalmente a corto, mediano y largo plazo.

Esto en función a las etapas o pasos parciales que se deban cumplir para el cumplimiento de los objetivos primigenios del modelo de Gestión.

Se busca Implementar las medidas o acciones correctivas necesarias para así disminuir sosteniblemente los efectos y consecuencias de la contaminación ambiental en el CPM Leguía. Estas metas están también en función al tiempo que puedan requerir, según su complejidad.

A su vez la definición de estas metas pueda ser tomada como un criterio referencial y aplicarse a contextos de mayor envergadura, como la provincia de Tacna, por ejemplo.

### **6.1.2.1. Etapas de implementación de un plan de gestión.**

#### **6.1.2.1.1. Corto plazo:**

- Diagnóstico preliminar, dentro de la delimitación física de un ámbito que presente las características y afección o deterioro por la acción de los residuos de la construcción y su deficiente tratamiento.
- Suscripción de convenios con entidades públicas y privadas, responsables o comprometidas en el tema de la gestión de los residuos sólidos de la construcción y demolición.
- Diagnostico final, donde se definan los volúmenes de los residuos, los puntos críticos o lugares donde el impacto de la acumulación de los residuos representa un peligro potencial a la salud de los pobladores, así como al habitat natural.
- Formulación de las Alternativas conceptuales para la Gestión de los residuos de la actividad de la construcción según su origen y sus características físicas químicas.
- Definir en canales de viabilidad y legalidad, a fin de poder cumplir con los objetivos del plan.
- Campañas de sensibilización de la población sobre las acciones relacionadas a la gestión de los residuos, iniciando con los procesos de selección primaria de los mismos.
- Campañas de Promoción en la población de la necesidad de conservar el entorno inmediato de las construcciones, libres de acumulaciones de los residuos originados por la actividad de las obras.

- Promoción de los beneficios, económicos y ambientales del plan de gestión

#### **6.1.2.1.2. MEDIANO PLAZO.**

- Implementación de canales de acción y administración formal por parte de las instituciones o autoridades responsables del Plan de Gestión de los Residuos.
- Erradicación de los botaderos informales y la designación de los nuevos lugares para la disposición final de los residuos.
- Centros de acopio seleccionados de los residuos, para la implementación de acciones de reciclaje primario si la necesidad de grandes instalaciones o equipos.
- Formalización y organización de los trabajadores recicladores.
- Promoción de los criterios de una cultura ambiental orientada a la gestión adecuada de los residuos, en la población y en los colegios de la jurisdicción e instituciones educativas.

#### **6.1.2.1.3. LARGO PLAZO**

- Gestión de una Planta de Tratamiento de los Residuos de la Construcción y Demolición.
- Industrialización y comercialización de los productos generados como resultados de los procesos de reciclaje o tratamiento.
- Propuesta de beneficios tributarios a las empresas y/o personas naturales que desarrollen sus actividades de construcción, dentro de los parámetros de sostenibilidad y gestión de los residuos que generan por el bien del medio ambiente.

### **6.1.2.2. Relación entre el volumen directo de los residuos con los tipos de tratamiento**

Establecer la relación entre los volúmenes generados por la actividad de la construcción y demolición, es obligadamente la determinación de las naturalezas de los mismos, a fin de lograr una efectiva medida y por consiguiente un resultado sostenible.

Culminadas o ejecutadas las etapas del recojo y transporte de los residuos, el tratamiento de residuos, para su recuperación, valorización o eliminación se convierte en la etapa más importante y relevante de todo el proceso de gestión es lograr los objetivos que motivan el presente trabajo de investigación, porque la consecuencia de las medidas o acciones propuestas, deben tener como resultante uno o varios productos de valor económicamente rentable tanto en costo directo, como el valor conceptual del beneficio ambiental. En resumen, es lograr algo efectivo y positivo con uno de los residuos más frecuentes en las ciudades, pero que son dejados sin tratamiento.

El objetivo principal de todos los tratamientos que se propongan para los residuos de la construcción, es el reciclaje o de la mayor parte de los mismos.

#### **6.1.2.2.1. Alternativas de tratamiento según el residuo**

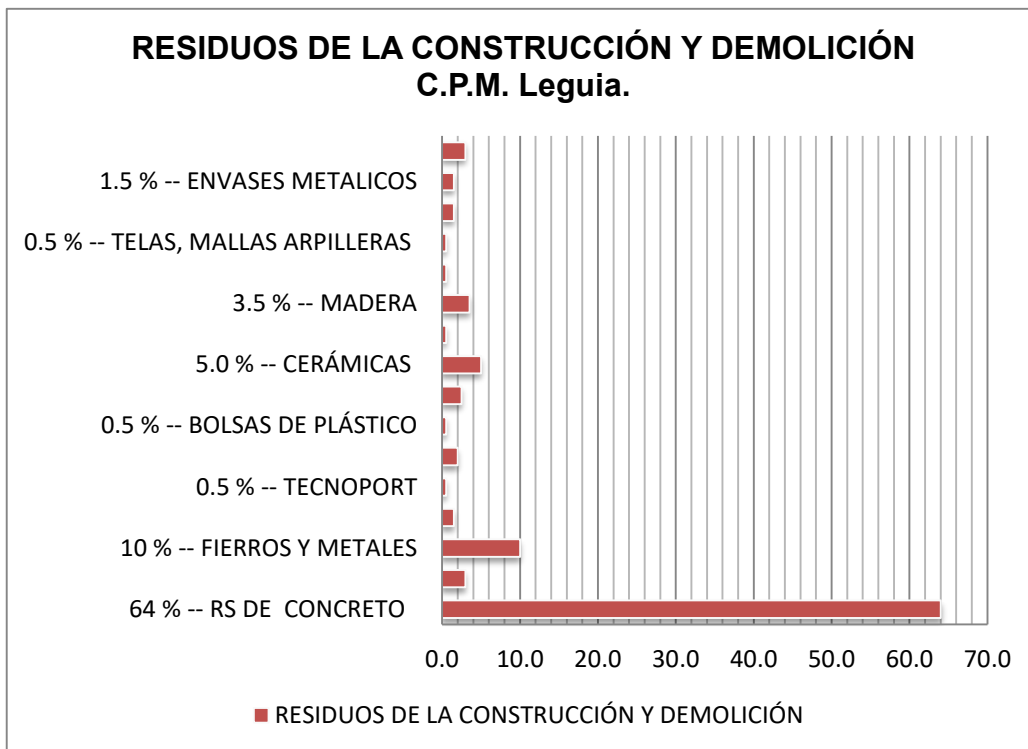
Cada residuo es diferente: por consiguiente, cada tratamiento debe ser específico para cada uno de ellos. Varían en función del tipo, de la cantidad del mismo y sobre todo, si es homogéneo o heterogéneo, es decir, si va mezclado o separado desde su origen. La finalidad de cualquier proceso de tratamiento, tiene como objeto modificar las características físicas, químicas y/o biológicas para lograr:

1. Recuperar materia prima
2. Ser utilizado como fuente de energía
3. Eliminar o reducir las sustancias tóxicas que contienen
4. Ser adecuado para su depósito en vertedero

Desarrollado la recolección de datos en campo, tomando en cuenta los resultados de las fichas de evaluación para definir los tipos de residuos de construcción hallados en el área de estudio, C.P.M. Leguía, se tiene:

**Figura 46**

*Residuos de la construcción y demolición C.P.M. Leguía*



Fuente: Elaboración propia, conclusión de cálculo volúmenes de desperdicios, 2018.

#### 6.1.2.2.2. Tipos de tratamiento

##### 6.1.2.2.2.1. Tratamiento de los residuos orgánicos

En su mayoría los residuos orgánicos en la actividad de la construcción son originados por el desbroce y limpieza del área de trabajo, cuando se realiza

la partida de limpieza del terreno, también por la tala de arbustos o ramas de árboles que se encuentran dentro del terreno, y en menor porcentaje los residuos de los alimentos de los trabajadores de la obra.

Luego de su acumulación o acopio en basureros señalizados se realiza el tratamiento respectivo.

Los residuos orgánicos se tratan en dos clases de procesos:

- a) Proceso aerobio. Compostaje.
- b) Proceso anaerobio. Bio metanización.

Es importante indicar que estos procesos son aplicados a volúmenes muy significativos de este residuo.

#### **6.1.2.2.2. Tratamiento de los plásticos:**

Los envases de plástico pueden someterse a tres tipos de procesos.

- a) Reciclado mecánico.: Procesos mecánicos de reciclado, donde se trocea el material para luego, realizar extrusión el moldearlo en nuevos productos;
- b) Reciclado químico. Este proceso implica la realización de un conjunto de operaciones químicas y/o físicas que inducen la transformación de las sustancias originales en productos de característica nuevas o similares.
- c) Valorización energética. Es la incineración de los materiales que al ser degradados ya no pueden generar un material se constituyen en una fuente energética alterna, a pesar que esto conlleva a formas de contaminación, por el propio proceso.

#### **6.1.2.2.3. Tratamiento del vidrio**

El proceso supone un ahorro de materias primas y de energía muy considerable. Los residuos de vidrio en su mayoría se encuentran en la obra, rotos, dañados o fragmentados y se pueden reciclar sin que el material pierda ninguna de sus propiedades. Se genera el Calcín, que es un polvo grueso producto de la trituración de los fragmentos, luego es sometido a altas temperaturas en un horno, y el Calcín se funde para ser moldeado nuevamente, el producto final tiene exactamente las mismas cualidades que los objetos de donde proceden.

#### **6.1.2.2.4. Tratamiento de metales**

Previamente se identifican los tipos de metales que traen los residuos de obra, luego los metales ferrosos son separados de los que no ferrosos. Seguidamente se procede a la clasificación según sus características de resistencia a la tensión y dureza, luego el trozado en partículas mínimas, y la fundición en instalaciones especializadas, para la producción de materia prima, destinada a un nuevo fin.

La hojalata o los envases de acero estañado son perfectamente reciclables, puede ser la materia prima para la fabricación de otros envases.

El acero puede ser reciclado en su totalidad, esto de acuerdo con los requerimientos de material de las fundiciones especializadas. El proceso de reciclado presenta una sostenible reducción del consumo energético

Los residuos de aluminio, son valorados en el mercado porque su proceso de reciclado demanda relevantes ahorros energéticos además que el material resultante mantiene las características del material original, disminuyendo los volúmenes de pérdida o descarte, pudiendo fundirse varias veces.

Los procesos de separación utilizan muy frecuentemente las fajas transportadoras con sistemas de electroimanes, que retiene a los metales ferrosos, deja fuera a los no ferrosos, como el aluminio y otros.

#### **6.1.2.2.5. Tratamiento del papel y cartón**

La recuperación de la fibra de celulosa, implica la utilización de soluciones acuosas, soluciones que contienen sustancias tenso activas, esto para la eliminación de la tinta, que pudiera contener el residuo, estas sustancias hacen que la tinta se separe y queda en la superficie de la solución, a manera de una película flotante, la misma que es fácilmente removida o retirada, quedando la fibra limpia, lista para el proceso de secado, finalmente la fibra es sometida a un proceso de prensado con rodillo, que aplanan, compacta y extraen la totalidad de la solución, logrando reciclar este residuo.

#### **6.1.2.2.6. Tratamiento de los tetrabriks**

El reciclaje de este residuo presentaba serios inconvenientes, por lo cual generalmente era desechado íntegramente. Los procesos iniciales de reciclaje pudieron recuperar la celulosa para la fabricación de cartón reciclado, el polietileno y el aluminio quedaba como una mezcla no homogénea que terminaba en los botaderos, incrementando la contaminación ambiental.

En la actualidad los principales materiales componentes del tetrabrik, son separados utilizando el componente polietileno como energía, y separando la celulosa para la producción de cartón reciclado, el aluminio en láminas o planchas de distintos espesores que son utilizados en la industria aeronáutica o automotriz.

#### **6.1.2.2.7. Tratamiento de los escombros**

El proceso general consiste luego de que los residuos sean seleccionados mediante procesos manuales, a cargo de personal calificado donde los residuos

de mayor tamaño son separados, dejando solamente aquellos que sean evaluados como potenciales a ser objeto de tratamiento o transformación., luego se realiza la trituración de los mismos, para obtener la separación de los materiales impropios, como cartones, plásticos, de los diferentes residuos de las tierras, piedras, arenas, y otros.

El tratamiento de escombros que implica desde ya, la trituración de los residuos para su posterior utilización y favorecer el reciclado de los materiales inertes, que se encuentran en los pedruscos de concreto, es también una manera efectiva de a frenar la sobreexplotación de los agregados naturales y la apertura de canteras de extracción, y de esa manera, disminuir impacto sobre el medioambiente y un importante ahorro energético.

Este tratamiento obliga la planificación y puesta en operación de un sistema industrial de tratamiento, la cual favorece a la posibilidad de reciclar materiales, principalmente inertes, consiguiéndose mayores rendimientos y, consecuentemente, mayor ahorro de energía en su producción y disminución en la contaminación atmosférica.

Por otra parte, el desarrollar maneras de tratamiento de los escombros contribuye a la planificación de lugares idóneos para la disposición final de estos residuos, y da una solución a los vertederos ilegales de escombros.

#### **6.1.2.2.3. Depósito en vertedero**

Es un lugar final de disposición del residuo, este puede ubicarse en subterráneo o a nivel de superficie. Debe contar con las condiciones seguras para que el proceso de degradación del residuo no contamine suelo, ni aire, ni agua.

### **6.1.3. Acciones normativas de gestión para el desarrollo**

#### **6.1.3.1. Normatividades y responsabilidades administrativas**

##### **6.1.3.1.1. Normatividades**

Según Ramos O. Liman ( 2013), “La Ley General del Ambiente en su artículo I, especifica que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así también el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el medio ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva.”

En la ciudad de Tacna Provincia, (distritos y centros poblados menores), este artículo no se cumple a cabalidad, por varias razones:

El incremento poblacional, que conlleva a una creciente demanda de servicios básicos que permitan la habitabilidad en el territorio de su jurisdicción.

La Municipalidad Provincial de Tacna no considera necesaria la implementación de políticas de gestión, que pretendan solucionar el problema, además de no realizar la inversión de recursos para optimizar el actual tratamiento de los residuos, es decir sin una capacidad operativa técnica apropiada para tal objetivo.

Administrativamente, la realidad es el CPM. Leguía que sería diferente de ser un distrito más de la provincia.

El saneamiento ambiental del ámbito o área de estudio delimitado por el Plan de Gestión, contribuirá en los siguientes aspectos:

mejorar el nivel y calidad de vida del usuario y por ende de toda la comunidad

promoverá el incremento de los ingresos del municipio en concepto de tributos, así mismo los resultados del Plan de Gestión serán el reflejo de la inversión de estas tributaciones.

Se optimizará un sistema de recaudación de los tributos por el servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios y el de limpieza pública,

El mantenimiento del sistema de agua potable y el tratamiento de las aguas residuales, contará con el presupuesto correspondiente para realizar operaciones.

El Marco Normativo que permita definir la Política Ambiental sobre el cual se realiza el presente Modelo de Gestión de los Residuos de la Construcción el siguiente:

- a) Constitución política del Perú Art. 2º inciso 22
- b) Ley 28611 – Ley General del Ambiente
- c) Ley N° 27314 Ley General de Residuos Sólidos
- d) DL 1065- Modificatoria de la Ley de Residuos Sólidos
- e) Ley N° 27972 Ley Orgánica de Municipalidades
- f) Ley N° 29325 Art. 23, Núm. 23.1 Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- g) D.S. N° 002-2009-MINAM Decreto Supremo que aprueba el reglamento sobre Transparencia, Acceso a la información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales.
- h) Plan Nacional de Residuos Sólidos.

Así mismo e apoyo a los gobiernos locales en los temas pertinentes a la prestación o suministro de servicios de saneamiento,

#### **6.1.3.1.2. Articulación con los lineamientos de política local.**

##### **6.1.3.1.2.1. Plan de Desarrollo Regional Concertado Tacna hacia el 2021**

Define acciones estratégicas como un objetivo estratégico: Mejorar la calidad ambiental, para la cual determina las siguientes acciones estratégicas:

- a) Fortalecer el Sistema Regional de Gestión Ambiental y en el marco de la política nacional y regional del ambiente.
- b) Fortalecer el Sistema Regional de Conservación de la Diversidad Biológica.
- c) Elaboración e implementación de los PIGAR en gobierno regional y gobiernos locales. Cuya responsabilidad recae en los gobiernos locales, DIRESA, GRRN y GMA, CAR Tacna y MINAM.

#### **6.1.3.1.2.2. Plan de desarrollo regional concertado Tacna 2013 al 2023**

##### **6.1.3.1.2.2.1. Eje estratégico 6: Fomento del Desarrollo Sostenible y Ambiental**

##### **6.1.3.1.2.2.2. Objetivo estratégico: Conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y biodiversidad.**

Asimismo, de acuerdo a la ley orgánica de municipalidades es competencia exclusiva de los gobiernos locales "Asegurar una adecuada prestación del servicio de limpieza, recolección y transporte de residuos en su jurisdicción, debiendo garantizar la adecuada disposición final de los mismos".

#### **6.1.3.2. Prohibición de abandono de residuos en lugares no autorizados**

(Artículo 37 del Decreto Supremo n.º 003-2013-VIVIENDA)

"Está prohibido el abandono de residuos en bienes de dominio público: playas, parques, vías, caminos, áreas reservadas, bienes reservados y afectados en uso a la defensa nacional; áreas arqueológicas; áreas naturales protegidas y sus zonas de amortiguamiento; cuerpos de agua, marinas y continentales, acantilados; así como en bienes de dominio hidráulico tales como cauces, lechos, riberas de los cuerpos de agua, playas, restingas, fajas marginales y otros considerados en la Ley n.º 29338, Ley de Recursos Hídricos, o que sean considerados de dominio público." Según Ramos, O. (2013)

### **6.1.3.2.1 Responsabilidades administrativas**

Los planes de gestión de los residuos de la construcción demandan una tratativa especial en razón a su naturaleza y el impacto ambiental que consecuentemente genera, por lo cual, dentro de los ámbitos de la administración pública, es el estado el primer responsable de tomar en cuenta este problema. Definir los alcances de las medidas que se implementen, así como la determinación de los recursos y presupuestos necesarios para su cumplimiento.

En el ámbito legal otorgar la cobertura legal y normativa a través de leyes y reglamentos que respalden esta gestión.

Es importante indicar que esta responsabilidad gubernamental se proyecta más de las políticas convencionales de gestión, este enfoque y tratativa especial rescinde en la necesidad pública de conservar las mejores condiciones del hábitat urbano y hábitat natural que rodee las ciudades.

### **6.1.3.2.2. Los ministerios.**

En fecha 2003/02/07, El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en cumplimiento de la Ley General de Residuos Sólidos, asume su competencia en:

- Normar,
- Evaluar,
- Supervisar
- Fiscalizar y
- Sancionar

La Gestión y el Manejo de los Residuos Sólidos de Construcción y Demolición.

Dicha atribución otorgada por la ley, se asume sin perjuicio de las competencias y funciones ejercidas por otras instituciones gubernamentales.

#### **6.1.3.2.2.1. Programación de Metas**

Se desarrolla como acciones Gubernamentales de Gestión de los Residuos de la Construcción:

#### **6.1.3.2.2.2. “Plan de incentivos a la mejora de la gestión y modernización municipal del año 2013”.**

También definió las siguientes metas:

META 9: “Identificación, cuantificación y clasificación de los residuos de la construcción y la demolición depositados en espacios públicos”

META 32: “Plan de Gestión de Residuos de la Construcción y Demolición depositados en espacios públicos y de obras menores”.

Aprobados mediante DECRETO SUPREMO N.º 002-2013- EF

Y para el año 2014 se estableció LA META 39.

Directamente relacionada al logro de los objetivos de mejorar la gestión correspondiente a los Residuos, de obras específicas de menor cuantía que se encuentre en su jurisdicción territorial.

Realizar el constante diagnóstico del estado de los residuos sólidos generados por la construcción y demolición, los mismos que sean depositados en espacios públicos, que se encuentren bajo la administración y planificación y de línea de las municipalidades provinciales, en el caso de las municipalidades distritales contaron con el soporte y apoyo técnico mediante convenios intermunicipales o contratación de servicios de consultoría externa la coordinación de esta actividad fue delegada a la responsabilidad de la Oficina de Medio Ambiente del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

#### **6.1.3.2.3. Gobiernos locales:**

- a) Incluir El Plan de Gestión de Residuos de la Construcción y Demolición como componente del Plan Distrital de Gestión de Residuos Sólidos de Obras Menores. Donde se defina su disposición o depósito en espacios públicos.
- b) Implementar programas de educación y sensibilización ambiental hacia la comunidad, en el tema del manejo de los RCD.
- c) Desarrollar programas de capacitación y sensibilización dirigido al personal (empleados y operarios) para sumar su participación en el manejo de los RCD en el ejercicio de sus labores y funciones.
- d) Control estadístico de los RCD. Mediante la Implementación de una instancia administrativa o de gestión.
- e) Determinar que el acopio de los residuos de obras de menor cuantía, se desarrolle en condiciones de seguridad sanitaria hasta su disposición final en centros de recolección.
- f) Implementar sistemas más eficientes de recojo de residuos generados por actividades de construcción y/o demolición de obras menores.
- g) El Equipamiento necesario e idóneo (envases y sacos de material resistente o recipientes) para el almacenamiento de los RCD provenientes de la construcción y/o demolición de obras menores domiciliarias o de obras de infraestructura.
- h) Implementación y suministro de equipos protección personal para los operarios, vehículos, materiales y herramientas apropiadas para realizar un manejo adecuado de los RCD.
- i) Instalación de carteles informativos, con el objetivo de evitar que los espacios públicos sean utilizados informalmente como botaderos o lugares de vertido no planificado.
- j) Erradicación de los botaderos informales de los RCD, previa Identificación y evaluación.

- k) Aprobación de instrumentos legales municipales (Ordenanzas, Decretos, etc.) en materia de gestión y manejo de los RCD provenientes de la construcción y/o demolición de obras menores.
- l) Determinar dentro de su jurisdicción geográfica, los espacios o áreas apropiadas para la ubicación de escombreras, o vertederos específicos de los RCD. provenientes de la construcción y/o demolición.
- m) Identificar y caracterizar las infracciones, así como aprobar escala de multas y sanciones.
- n) Promover mediante campañas de sensibilización y orientación, la minimización, reaprovechamiento, reutilización y reciclaje de los RCD. (Guía informática en obras, 2016).

#### **6.1.4. Diagnóstico ambiental**

##### **6.1.4.1. Elaboración de un diagnóstico, características y tipos de residuo.**

Durante el desarrollo del proceso del diagnóstico ambiental en la empresa se identifican tres instancias fundamentales y caracterizadas por: (Castillo, N. & Morales, C. 2015)

###### **6.1.4.1.1. Etapa A - Planeamiento y organización:**

Preparar y orientar el inicio del diagnóstico para la formulación de un Plan de Gestión de Residuos Sólidos de la Construcción. Se organizan las distintas etapas fijándose los alcances de las mismas.

###### **6.1.4.1.2. Etapa B - Recolección inicial de datos:**

Planificar que esta recolección se realizará mediante fichas documentales o medios informáticos que permitan ordenar los datos recogidos en el proceso de evaluación y luego puedan mediante estadísticos y de análisis arrojar resultados objetivos y valederos, que refuercen la afirmaciones o conjeturas que se formulen en cuanto a

las características de los residuos y su impacto ambiental en el área de estudio.

#### **6.1.4.1.2.1. Identificar ampliamente el ámbito físico y social:**

Considerando que la generación de residuos lo realiza la población residente de un ámbito físico, (urbano o rural). Esto tiene particular incidencia en la identificación de las actividades productivas y otras, que realiza la comunidad.

Estas actividades demandan y ocupan una extensión de territorio, y como consecuencia se produce una cantidad (volumétrica) de residuos, o desperdicios.

#### **6.1.4.1.2.2. Nivel de consumo o demanda de recursos.**

En todo momento el consumo de recursos y la demanda de insumos para la realización de una actividad, se ve ligada a la relación: actividad- territorio- generación de residuos.

- Por ello es importante analizar y diagnosticar:
- Los volúmenes y canales de suministro de insumos.
- Las características del territorio.
- Los volúmenes de residuos generados.
- La identificación de los lugares de disposición final de los mismos.

#### **6.1.4.1.2.3. Análisis del o los procesos de generación de los residuos.**

- Producción de residuos de la construcción y demoliciones.
- Consumo de recurso hídrico y energético.
- Aspectos de Administración: entidades o instituciones responsables, estado de cumplimiento legal y normatividades
- Nivel de molestias producidas a la comunidad.

#### **6.1.4.1.3. Etapa C - Identificación de oportunidades consecuentes del proceso de gestión de los residuos:**

Determinar y priorizar las oportunidades de mejoramiento social y económico, como consecuencia del tratamiento y gestión de los residuos, así también el mejoramiento del desarrollo de la actividad de la construcción, dentro de un enfoque sustentable y sostenible. Producción más limpia y amigable con el medio ambiente.

##### **6.1.4.1.3.1. Organización del diagnóstico**

Tres etapas importantes:

Primera Etapa: planificar, organizar y definir el presupuesto de realización del diagnóstico.

Segunda Etapa: recoger la información de campo, como emisiones, problemas ambientales, proceso de manejo de los residuos, normatividad vigente y leyes al respecto.

Tercera etapa: identificar las características de tratamiento y producción a realizar con los residuos y que sean necesarias para reducir el impacto ambiental y generar consiguientemente rentabilidad que garantice su continuidad.

#### **6.1.4.2. Definir zonas críticas y consecuencias ambientales**

Como consecuencia del diagnóstico, se puede identificar las zonas críticas de contaminación en el área de estudio y propuesta, para el plan de gestión, a su vez se puede determinar los niveles críticos, según los índices de contaminación la naturaleza del desperdicio, antigüedad, accesibilidad y otros. Esto se evidencia en el Plano P-02 donde:

Se designan las siguientes áreas de atención y propuesta.

#### **6.1.4.2.1. Juntas vecinales.**

- Junta Vecinal Los Lirios – Cecoavi
- Junta Vecinal Los Cipreses
- Junta Vecinal Los Nardos
- Junta Vecinal Augusto B. Leguía
- Junta Vecinal el Progreso
- Junta Vecinal Cristo Rey

#### **6.1.4.2.2. Puntos críticos:**

Av. Ejército

Av. Collpa

Av. 200 millas

Calle 06 con Calle 15,

Calle 08 con calle 15

Calle 05 con calle 18

Av. Caplina con Calles 05, 06,08

Av. 200 millas con esquinas,

Av. José Gálvez con Av. 200 millas,

Calle Nora Flores con calle 25

Calle La Perla,

Calle Nora Flores con Calle la Perla,

Calle Nora Flores Torres,

Ovalo Tarapacá,

Calle Nora Flores,

Calle Cristo Rey.

#### **6.1.4.3. Alternativas de tratamiento**

La formulación de las alternativas a realizar, dentro del Plan de Gestión y en cumplimiento de los objetivos propuestos, es que se definen las siguientes etapas de trabajo: el antes, el durante y el después, de haber realizado la realización del proyecto o construcción.

#### **6.1.4.3.1. El Antes: etapa previa.**

- La planificación de las acciones previas a la obra, como limpieza, desmontajes, verificación de autorizaciones, evaluación previa del terreno y otros que tengan como fin la toma de decisiones antes del inicio de la obra o proceso productivo.
- Implementación de parámetros de trabajo orientados a la reducción de residuos, que contengan agentes dañinos
- La capacitación general al personal sobre los criterios básicos de optimización de los recursos materiales, así como en los procedimientos
- Planificación de las coberturas presupuestales, necesarias para la ejecución de las partidas.
- Definición específica en el presupuesto de obra, de las partidas necesarias para el tratamiento, limpieza y disposición final del residuo, según la partida o etapa del proyecto
- Capacitación del personal en la aplicación del Lean Construcción como un instrumento de efectividad en el logro de las metas y la culminación del proyecto.

#### **6.1.4.3.2. El durante: etapa de ejecución.**

- Acciones de ejecución directa e indirecta.
- Rigurosos de control de los procedimientos constructivos que optimicen los tiempos de ejecución y cumplimiento de los plazos presupuestados.
- La organización de los frentes de trabajo o líneas de ejecución, así también de los recursos necesarios, tanto en materiales, como en equipos y maquinarias.
- Designación del personal necesario y justo para el trabajo.

#### **6.1.4.3.3. El después: etapa posterior.**

- Evaluación rigurosa y objetiva de los resultados.
- Cuantificación de los recursos invertidos o utilizados, a fin de determinar excedentes y desperdicios.
- Verificación de tiempos de ejecución
- Verificación de la validez de las pruebas de laboratorio o campo
- Evaluación y determinación de los aspectos negativos que hayan ocasionado algún retraso o falencia en el proceso.
- Validación de los resultados. En cuanto a porcentajes de avance de obra y presupuesto invertido.
- Documentación que respalde y sustente las conclusiones.
- Realización de control de calidad según los estándares pretendidos. Daños a la propiedad privada, y efectos colaterales por la ejecución de la obra.
- Cuantificación y cualificación de los residuos generados. Progressa Lean, (2015)

#### **6.1.4.4. Sistemas de acopio:**

Qué responsabilidades tienen los gobiernos locales en el manejo de los residuos de la construcción y demolición en obras menores.

Es importante indicar que el proceso de acopio o recolección de los residuos, no únicamente lo realizan los sistemas de recojo municipales o empresas privadas contratadas por entidades públicas, se realiza también mediante la actividad de individual de pobladores, que se dedican al recojo y al acopio de materiales diversos para venderlos las empresas recicladoras, de papel o plástico, por ejemplo.

También las empresas constituidas realizan el acopio y el traslado de los residuos de la construcción, empleando camiones, maquinarias y personal, todo bajo un precio.

La actividad de recojo y traslados de los residuos, calificados como desmonte, lo realizan diversas empresas en su mayoría se dedican también al traslado de material de construcción de las canteras a las obras.

#### **6.1.4.5. Sistemas de transporte**

Dentro de los aspectos relacionados al transporte de los residuos, se puede indicar que estos están ligados a las actividades de la eliminación del desmonte o los desechos de la demolición parcial o total de una construcción. Se desarrolla en su mayoría a cargo de empresas particulares, algunas legales y otras no; para ello utilizan Volquetes de 10 a 15 m<sup>3</sup> de capacidad, los cuales son cargados manualmente o con maquinaria pesada como cargadores frontales, trasladan los residuos a botaderos improvisados que por lo general se encuentran en la periferia de la ciudad. Este proceso de transporte, solo considera dicho traslado, aunque en algunos casos el proceso de carguío

Por la cercanía del sector de trabajo, se pudo recoger la información de las siguientes empresas de transporte de materiales áridos de la construcción.

##### **6.1.4.5.1. Empresas de transporte de agregados**

- Transportes Zúñiga S.R.L.
- Transp. De Agregados Bustinza
- Transportes & Agregados Velásquez y Compañía S.A.C. - Transp
- Agregados Chagua & Rojas E.I.R.L en Tacna Capital
- Agregados Perez

#### **6.1.4.6. Sistemas de selección**

En cuanto a los sistemas de selección de los residuos, primeramente, se puede indicar que en la obra se selecciona todo lo que pueda tener un segundo uso, separando los materiales nuevos de los que presentan un desgaste mínimo y los que sí han tenido un deterioro considerable, de los que están totalmente inutilizados.

Los materiales que mantienen sus características parcialmente, como las dimensiones originales o estado conservación, por ejemplo, Son los residuos que al ser clasificados son reciclados inmediatamente; generalmente son los residuos de madera laminada contra placada, trozos de tuberías plásticas, perfiles de acero, etc.,

Un segundo grupo de selección son aquellos que presentan cierto deterioro y que para ser reciclados deberán tener un arreglo o modificación (corte, cepillado, lijado, etc.) para que este pueda regresar al mercado. Es importante indicar que en estos procesos de selección también definen el valor agregado que las adaptaciones o modificaciones que el material recibe, son realizados por los mismos trabajadores de construcción, o los propietarios de la obra.

A diferencia de los anteriores, los residuos de concreto no tienen ningún proceso de selección o separación ya que son considerados desperdicio inútil, y cuya única alternativa es ser sacados del área de la obra y arrojados en botaderos.

Otro material que también sufre el mismo camino son los residuos de asfalto, aunque estos no son muy frecuentes en obra, tiene el mismo destino, ser llevado a botaderos sin ningún tratamiento.

#### **6.1.4.7. Sistemas de tratamiento**

Los sistemas de tratamiento son variados, según cada residuo de material. En su mayoría son empíricos y artesanales.

Los Cinceles y Barrenos, de los trozos de varillas de fierro de construcción, excedentes del armado de las armaduras o estructuras de los concretos armados, se fabrican en pequeñas factorías o talleres familiares y cuya calidad está solo refrendada por la experiencia del operario de forjados.

La fabricación de niples de diferentes medidas, en las instalaciones sanitarias de agua fría y caliente, la desarrolla el operario calificado para esta tarea y en el transcurso de la obra, se requiere accesorios de dimensiones específicas para que la instalación quede completa, y para ello el operario corta un trozo de diámetro y dimensión requerido, y luego con el uso de una tarraja artesanal realiza la fabricación del hilo de la rosca para poder empalmar el accesorio artesanal a la red que está instalando.

Los sistemas de tratamiento industrial de los residuos de la construcción y demolición, no se dan en nuestro medio, por variadas razones.

- Falta de una normatividad idónea y dirigida a la solución de los problemas de contaminación que genera estos residuos.
- Falta e implementación de sistemas de acopio y selección de los residuos.
- Carencia de una instalación industrial que brinde todas las características para la recepción, tratamiento y posterior comercialización de los productos o materiales resultantes del proceso de reciclaje.

#### **6.1.4.8. Sistemas comercialización o reciclaje de los productos**

Los sistemas de comercialización de los productos o materiales resultantes del reciclaje informal que se desarrolla en nuestro medio, también se llevan a cabo en zonas determinadas de la ciudad, y no representan un valor significativo a pesar de ser necesarios. Raramente la adquisición de un producto reciclado es rentable, por los márgenes mínimos de ganancia que genera, tanto para el vendedor y para el comprador. El comprador o adquiriente, espera un bajo precio por el mismo y sabe que la calidad del mismo es limitada y no espera un prolongado tiempo de uso o duración.

Considerando el volumen de residuos generados por la actividad, el número de obras que se realizan en el sector de estudio y la ciudad, se puede conjeturar que los residuos de concreto sí pueden sustentar la implementación de una instalación para el tratamiento industrial de los mismos. Y significar un rubro con rentabilidad sostenible.

#### **6.1.5. Estimación de los volúmenes de residuos de construcción y demolición, producidos en obra.**

Según LER, para la realización de una estimación del volumen de los residuos, con un reducido nivel de error, se debe identificar los residuos mediante una estricta clasificación según su origen y otros aspectos, seguidamente se designa a cada residuo un código de acuerdo a la Lista Europea de Residuos Publicada por la Orden MAM/304/2002.

**Tabla 14***Tierras y pétreos de la excavación Residuos I nivel*

RCDS NIVEL I	
Tierras y pétreos de la excavación	Código CER
- Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	17 05 04
- Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05	17 05 06
- Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07	17 05 08

Fuente: Este apartado se ha elaborado en base a la herramienta de cálculo facilitada por el Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia.

**Tabla 15***Naturaleza no pétreo*

RCDS NIVEL II	
RCD: Naturaleza no pétreo	Código CER
Asfalto	
- Mezclas Bituminosas distintas a las del código 17 03 01	17 03 02
Madera	
- Madera	17 02 01
Metales (incluidas sus aleaciones)	
- Cobre, bronce, latón	17 04 01
- Aluminio	17 04 02
- Plomo	17 04 03
- Zinc	17 04 04
- Hierro y Acero	17 04 05
- Estaño	17 04 06
- Metales Mezclados	17 04 07
- Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	17 04 11
Papel	
- Papel	20 01 01
Plástico	
- Plástico	17 02 03
Vidrio	
- Vidrio	17 02 02
Yeso	
- Materiales de Construcción a partir de Yeso distintos de los 17 08 01	17 08 02
RCD: NATURALEZA PÉTREO	
Arena, grava y otros áridos	
- Residuos de grava y rocas trituradas	01 04 08
- Residuos de arena y arcilla	01 04 09
Hormigón	
- Hormigón	17 01 01
- Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	17 01 07
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	
- Ladrillos	17 01 02

Continúa...

- Tejas y Materiales Cerámicos	17 01 03
- Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	17 01 07
Piedra	
- RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	17 09 04
RCD: Potencialmente peligrosos y otros	
Basuras	
- Residuos biodegradables	20 02 01
- Mezclas de residuos municipales	20 03 01
Potencialmente peligrosos y otros	
- Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias	17 01 06
- Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	17 02 04
- Mezclas Bituminosas que contienen alquitrán de hulla	17 03 01
- Alquitrán de hulla y productos alquitranados	17 03 03
- Residuos Metálicos contaminados con sustancias peligrosas	17 04 09
- Cables que contienen Hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's	17 04 10
- Materiales de Aislamiento que contienen Amianto	17 06 01
- Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	17 06 03
- Materiales de construcción que contienen Amianto	17 06 05
- Materiales de Construcción a partir de Yeso contaminados con SP's	17 08 01
- Residuos de construcción y demolición que contienen Mercurio	17 09 01
- Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	17 09 02
- Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	17 09 03
- Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 17 06 03	17 06 04
- Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	17 05 03
- Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	17 05 05
- Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas	17 05 07
- Absorbentes contaminados (trapos...)	15 02 02
- Aceites usados (minerales no clorados de motor.)	13 02 05
- Filtros de aceite	16 01 07
- Tubos fluorescentes	20 01 21
- Pilas alcalinas y salinas	16 06 04
- Pilas botón	16 06 03
- Envases vacíos de metal contaminados	15 01 10
- Envases vacíos de plástico contaminados	15 01 10
- Sobrantes de pintura	08 01 11
- Sobrantes de disolventes no halogenados	14 06 03
- Sobrantes de barnices	08 01 11
- Sobrantes de desencofrantes	07 07 01
- Aerosoles vacíos	15 01 11
- Baterías de plomo	16 06 01
- Hidrocarburos con agua	13 07 03
- RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	17 09 04

Fuente: Este apartado se ha elaborado en base a la herramienta de cálculo facilitada por el Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia

Una vez realizada la clasificación y denominación de residuos, se puede estimar un volumen representativo el cual puede ser expresado en metros cúbicos o en peso.

### 6.1.5.1. Estimación de cantidad de RCD de nivel I

Mediante la utilización de una plantilla de metrados se registra los volúmenes correspondientes a los materiales, seguidamente se realiza un proceso de contraste o verificación de los volúmenes estimados previstos en el expediente técnico.

Los datos obtenidos vienen a ser expresados en m<sup>3</sup>, es necesario conocer el peso específico de cada material, para hallar el peso en toneladas.

Ejemplo:

En proyecto se estima que 4 775,66 m<sup>3</sup> son de arena y gravas con un peso específico de 20,00 Kg/m<sup>3</sup> (2,00 Tn/m<sup>3</sup>), lo que daría como resultado:

$$4\,775,66\text{ m}^3 \times 2,00\text{ Tn/m}^3 = 9\,551,32\text{ Tn.}$$

### 6.1.5.2. Estimación de cantidad de RCDS de nivel II

Este criterio de estimación es para determinar la cantidad de cada tipo de residuo con una estadística de 20,00 cm de altura de mezcla de residuos por m<sup>2</sup> construido, según usos con una Densidad Tipo, del orden de 1,50 Tn/m<sup>3</sup> a 0,50 Tn/m<sup>3</sup>. Aspectos detallados en la Tabla 16:

**Tabla 16**

*Estimación de Cantidad de RCD de nivel II*

USOS	S m <sup>2</sup> superficie construida	V m <sup>3</sup> volumen residuos (S x 0'20 m)	d densidad tipo entre 1'50 y 0'50 tn/m <sup>3</sup>	Tn toneladas de residuo (V x d)
Viviendas	Sv	Sv x 0,20	1,50	Sv x 0,20x1,50 (Tn)
Garaje	Sg	Sg x 0,20	1'00	Sv x 0,20x1,50 (Tn)
Trasteros	St	St x 0,20	0'95	Sv x 0,20x1,50 (Tn)
E. comunes	Sec	Sec x 0,20	1'50	Sv x 0,20x1,50 (Tn)
<b>Total (tn)</b>			<b>Suma (tn totales de residuos)</b>	

Fuente: Este apartado se ha elaborado en base a la herramienta de cálculo facilitada por el Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia.

Se calcula el peso en unidades operativas, metros o toneladas, por cada tipo de residuo.

Se emplean estos datos comparativamente con los realizados por la Comunidad de Madrid (Plan Nacional de RCD 2001-2006); sobre la composición de los residuos según su peso, que van a sus lugares de disposición final.

**Tabla 17**

*Evaluación teórica del peso por tipología de RCD*

Evaluación teórica del peso por tipología de RCD	% en peso	Tn Toneladas de cada tipo de RCD (Tn tot x %)
<b>RCDS NIVEL II</b>		
<b>RCD: NATURALEZA NO PÉTREA</b>		
Asfalto	5	0,05 x Tn Totales
Madera	4	0,04 x Tn Totales
Metales	2,5	0,025 x Tn Totales
Papel	0,3	0,003 x Tn Totales
Plástico	1,5	0,015 x Tn Totales
Vidrio	0,5	0,005 x Tn Totales
Yeso	0,2	0,002 x Tn Totales
<b>Total Naturaleza no pétreo</b>	<b>14</b>	<b>TOTAL NO PÉTREO (Tn)</b>
<b>RCD: NATURALEZA PÉTREO</b>		
Arena, grava y otros áridos	4	0,04 x Tn Totales
Hormigón	12	0,12 x Tn Totales
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	54	0,54 x Tn Totales
Piedra	5	0,05 x Tn Totales
<b>Total Naturaleza pétreo</b>	<b>75</b>	<b>TOTAL PÉTREO (Tn)</b>
<b>RCD: POTENCIALMENTE PELIGROSOS Y OTROS</b>		
Basura	7	0,07 x Tn Totales
Potencialmente Peligrosos y otros	4	0,04 x Tn Totales
<b>Total P. peligrosos y otros</b>	<b>11</b>	<b>TOTAL P. PELIG. (Tn)</b>

Fuente: Este apartado se ha elaborado en base a la herramienta de cálculo facilitada por el Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia

Según, la tabla 17, se obtiene la información de que el 54% de los residuos son ladrillos, cerámicos y otros de similar composición, de un volumen total de 3650 Tn. Por tanto:

54% equivaldría a un volumen de 1 970 Tn de residuo.

**Tabla 18**

*Tierras y pétreos de la excavación residuos I y II nivel*

RCDS NIVEL I	D DENSIDAD TIPO
<b>TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN</b>	
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	1,50
Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05	1,00
Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07	0,50
<b>RCDS NIVEL II</b>	
<b>RCD: NATURALEZA NO PÉTREA</b>	
Asfalto	1,00
- Mezclas Bituminosas distintas a las del código 17 03 01	
Madera	1,50
- Madera	
Metales (incluidas sus aleaciones)	
- Cobre, bronce, latón	1,50
- Aluminio	1,50
- Plomo	1,50
- Zinc	1,50
- Hierro y Acero	1,50
- Estaño	1,50 -
Metales Mezclados	1,50
- Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	1,50
Papel	0,75
- Papel	
Plástico	0,75
- Plástico	
Vidrio	1,00
- Vidrio	
Yeso	1,00
- Materiales de Construcción a partir de Yeso distintos de los 17 08 01	
<b>RCD: NATURALEZA PÉTREA</b>	
Arena, grava y otros áridos -	
Residuos de grava y rocas trituradas	1,50
- Residuos de arena y arcilla	1,50
Hormigón	
- Hormigón	1,50
- Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	1,50
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	
- Ladrillos	1,25
- Tejas y Materiales Cerámicos	1,25
- Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	1,25
Piedra	1,50
- RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	
<b>RCD: POTENCIALMENTE PELIGROSOS Y OTROS</b>	

Continuación...

Basuras	
- Residuos biodegradables	0,75
- Mezclas de residuos municipales	0,80
Potencialmente peligrosos y otros	
- Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias	0,60
- Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	0,60
- Mezclas Bituminosas que contienen alquitrán de hulla	0,60
- Alquitrán de hulla y productos alquitranados	0,70
- Residuos Metálicos contaminados con sustancias peligrosas	0,60
- Cables que contienen Hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's	0,60
- Materiales de Aislamiento que contienen Amianto	0,60
- Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	0,60
- Materiales de construcción que contienen Amianto	0,60
- Materiales de Construcción a partir de Yeso contaminados con SP's	0,60
- Residuos de construcción y demolición que contienen Mercurio	0,60
- Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	0,60 -
Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	0,70
- Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 17 06 03	0,60
- Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	0,60
- Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	0,60
- Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas	0,60
- Absorbentes contaminados (trapos...)	0,60
- Aceites usados (minerales no clorados de motor.)	0,60
- Filtros de aceite	0,60
- Tubos fluorescentes	0,60
- Pilas alcalinas y salinas	0,60
- Pilas botón	0,60
- Envases vacíos de metal contaminados	0,60
- Envases vacíos de plástico contaminados	0,60
- Sobrantes de pintura	0,70
- Sobrantes de disolventes no halogenados	0,70
- Sobrantes de barnices	0,60
- Sobrantes de desencofrantes	0,60
- Aerosoles vacíos	0,60
- Baterías de plomo	0,60
- Hidrocarburos con agua	0,60
- RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	0,60

Fuente: Este apartado se ha elaborado en base a la herramienta de cálculo facilitada por el Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia.

Tomando como medio de análisis los resultados detallados en la Tabla 18, se concluiría, que los volúmenes de residuos oscilan en: 46% ladrillos, 37% tejas y un 17% de residuos mixtos.

**Tabla 19***RCD: Naturaleza pétreo*

<b>RCD: NATURALEZA PÉTREO</b>	<b>Tn</b>	<b>D Tipo (Tn/ m<sup>3</sup>) según tabla 4</b>	<b>V (m<sup>3</sup>) (Tn/d)</b>
<b>Ladrillos, azulejos y otros cerámicos (54 % del total de residuos, según tabla 3)</b>	1.971 -		
Ladrillos (46 %)	906,66	1,25	725,33 -
Tejas y Materiales Cerámicos (37 %)	729,27	1,25	583,42 -
Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos (17 %)	335,07	1,25	268,06

Fuente: Este apartado se ha elaborado en base a la herramienta de cálculo facilitada por el Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia

Cada residuo debe ser objeto de análisis mediante este procedimiento, concluyendo que dicho análisis debe contener como mínimo la siguiente información:

1. Identificación de agentes intervinientes.
2. Marco legal vigente
3. Estimación de la cantidad de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra.
4. Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
5. Acciones y operaciones tendientes a la reutilización, valorización o eliminación de los residuos generados en obra.
6. Sistemas de clasificación y separación de los residuos.
7. Disposiciones sobre el sistema de almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos.
8. Propuesta para la inclusión de un monto dentro del presupuesto, para la gestión de los residuos.
9. Planos y especificaciones técnicas.

Con este Método se puede estimar las cantidades de cada tipo de residuos que se generan en obra. (Giménez, Castilla, Cortes, Martínez y Pastor, 2010)

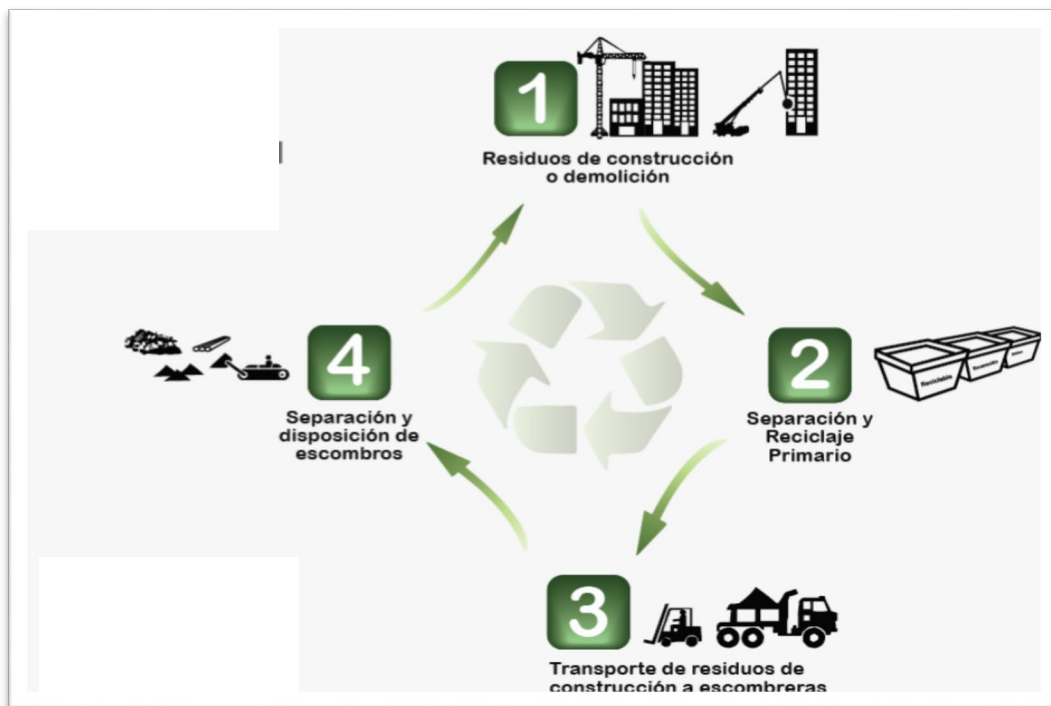
## 6.1.6. Gestión de una planta de tratamiento de residuos de la construcción

### 6.1.6.1. Criterios de diseño de plantas y selección de equipos para el reciclaje de RCD

Un criterio válido y efectivo es considerar el diseño de la planta como un flujo constante de ingreso de suministro, luego un proceso de selección, separación y reciclaje primario, seguido del transporte de residuos hacia los lugares de producción y disposición de los residuos según el producto resultante, finalmente el material que requiera realizar un tratamiento primario, regresa al punto de inicio completando así, el ciclo y garantizando el 100 % de tratamiento del volumen recibido, todo se detalla en la figura 47

**Figura 47**

*Planta de reciclaje de residuos de construcción de demolición*



Fuente: EVM Group Social Networks 2018

#### **6.1.6.1.1. Tipos de plantas de tratamiento**

Antes se tiene que entender que todo proceso de tratamiento del residuo debe considerar que las operaciones o acciones se pueden realizar en la obra o que el residuo debe ser trasladado a las instalaciones de la planta. Este es un criterio importante ya que el costo de traslado, modifica sustancialmente la rentabilidad del tratamiento en cuanto al precio final del producto.

De acuerdo a este criterio de movilidad, las plantas de tratamiento pueden clasificarse en:

- **PLANTAS MÓVILES,**
- **SEMI-MÓVILES**
- **PLANTAS FIJAS.**

Las plantas de tratamiento móvil y semi-móvil se consideran aquellas instalaciones que pueden montarse en la misma obra y reciclar directamente en ella los residuos generados.

Las plantas de tratamiento fijas, necesitan instalaciones propias y en terrenos propios, que se traducen en inversiones de consideración, tanto en su montaje como en el mantenimiento periódico.

##### **6.1.6.1.1.1. Plantas móviles y semimóviles**

Son aquellas que pueden tener una ubicación o emplazamiento eventual en el lugar donde se generan los residuos

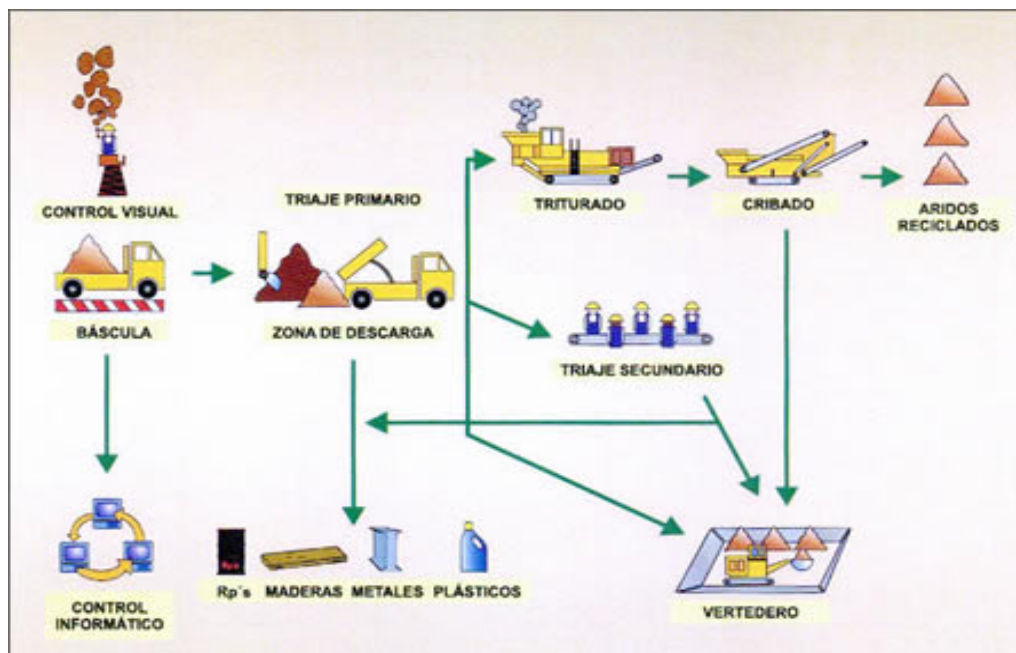
Estas instalaciones por su naturaleza temporal son más costosas que las de operación fija. Por lo cual se debe considerar el tonelaje de residuo a tratar. Su ventaja reside en que estas plantas son más selectivas en cuanto al tipo y tamaño del residuo, por lo cual el traslado y tratamiento del residuo es de bajo costo. Otra de sus ventajas es el tiempo de instalación por su naturaleza modular

### 6.1.6.1.1.2. Plantas fijas

Estas plantas desarrollan el tratamiento de todo tipo de residuos, que se haya generado en la construcción, en su mayoría este residuo llega a la planta en una mezcla diversa y heterogénea, tanto en su composición como en los volúmenes de la misma. La heterogeneidad de estos RCD, exige y demanda instalar equipos y maquinaria de gran tamaño y que en algunos casos debe ser sobredimensionada para la capacidad nominal, esto en previsión a que el volumen del residuo no siempre es de la misma magnitud. Estas plantas gestionan residuos muy heterogéneos y cuando se elige su emplazamiento, se debe tomar en cuenta: la cantidad de material residuo que se va a tratar, la cantidad del material que se va producir, el radio de influencia que va a tener, en lo que respecta a obras que requieran el material resultante del proceso de tratamiento. Se estima asimismo las distancias o recorridos de traslado y finalmente el volumen de material excedente de es llevado al vertedero. El proceso indica una secuencia de producción industrial, según indica la figura 48.

**Figura 48**

*Planta fija de tratamiento de residuos de construcción - Esquema general.*



Fuente: Iniciativas Medioambientales. 2007, S.L.,

## **6.1.6.2. Niveles tecnológicos**

### **6.1.6.2.1. Separación y liberación de elementos**

El proceso más importante en una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición, se define en los métodos que implican una efectiva separación de todos los materiales a tratar, afín de viabilizar y optimizar cualquier proceso de tratamiento.

La clasificación en diferentes niveles según su nivel tecnológico considerando la particularidad y especialización de cada operación:

#### **6.1.6.2.1.1. Plantas de nivel tecnológico 1**

Clasificación por el tamaño unitario del residuo.

Desbrozado inicial de manera manual, por lo que se hace necesario el empleo de operarios para realizar la selección y separación de residuos que por su tamaño deban ser retirados por que las maquinarias de la planta no podrían triturarlos.

En estas plantas es fundamental la utilización de maquinaria especializada y como instalaciones complementarias a las mismas, se debe considerar vertederos o lugares de transferencia, a fin de elevar a efectividad del reciclaje valorización, o finalmente eliminación de los productos resultantes del proceso.

#### **6.1.6.2.1.2. Plantas de nivel tecnológico 2**

Estas instalaciones tienen como objetivo la producción de materiales reciclados, que cuenten con verificaciones o pruebas de laboratorio, y puedan ser utilizadas en obras públicas.

Considera procesos fragmentación mediante medios mecánicos, para lograr la separación de los materiales que no puedan ser reciclados o requieran otro tratamiento, seguidamente ser clasificados por su granulometría, y disminuir el volumen del residuo original. Por consiguiente, el volumen que se destine al verdadero o lugar de disposición final.

#### **6.1.6.2.1.3. Plantas de nivel tecnológico 3**

Estas instalaciones son para el tratamiento de residuos que presentan bajos niveles de contaminación, residuos con porcentajes de homogeneidad los cuales permiten que el material producido sea de alta calidad. Estas plantas realizan sus operaciones con residuos principalmente hormigones de estructuras de concreto armado, cerámicos seleccionados y otros.

Estas Plantas cuentan con la maquinaria necesaria de triturar bloques de residuo de grandes dimensiones, y complementar este proceso de una trituración secundaria con rodillos de impacto.

Tienen la capacidad e lograr un material árido que cumple con los requerimientos técnicos y las normativas correspondientes para su utilización en obra.

#### **6.1.6.2.1.4. Plantas de nivel tecnológico 4**

Estas plantas realizan sus operaciones únicamente con residuos seleccionados y clasificados con porcentajes de humedad significativos, que permiten producir un material reciclado con la granulometría requerida, y en cumplimiento de las normatividades para su comercialización y utilización en obra.

#### **6.1.6.2.2. Calidad de proceso**

Para definir los niveles de calidad el producto resultante del proceso, se tiene que definir consecuentemente los sistemas de selección, separación y clasificación de los residuos, con que cuente las instalaciones de la planta.

El producto final deberá pasar controles de calidad en lo correspondiente a granulometría, así como la verificación de los equipos o maquinarias de trituración y cribado.

#### **6.1.6.2.3. Operaciones unitarias**

Las operaciones unitarias se desarrollan siempre en orden de menor a mayor complejidad. Dependiendo de la capacidad que pueda realizar la planta de tratamiento. La separación y clasificación del residuo dependerá de cuán homogéneo es el residuo, pero también de los sistemas instalados en planta.

#### **6.1.6.2.4. Selección previa**

Este proceso consiste en la determinación de la valorización y el volumen del residuo que llega a planta, este proceso puede realizarse en forma mecánica, manual o combinando ambos.

#### **6.1.6.2.5. Clasificación manual con la utilización de un estrío:**

Para cumplir con esta etapa del tratamiento, suele realizarse con la instalación de fajas transportadoras de banda ancha, rodillos blandos y de baja velocidad, sobre la cual el residuo es clasificado por operarios, y vertido a contenedores según su clasificación.

Este proceso es el más simple de instalar y se ubica a inicio del proceso

#### **6.1.6.2.6. Clasificación por tamaños o granulométrica:**

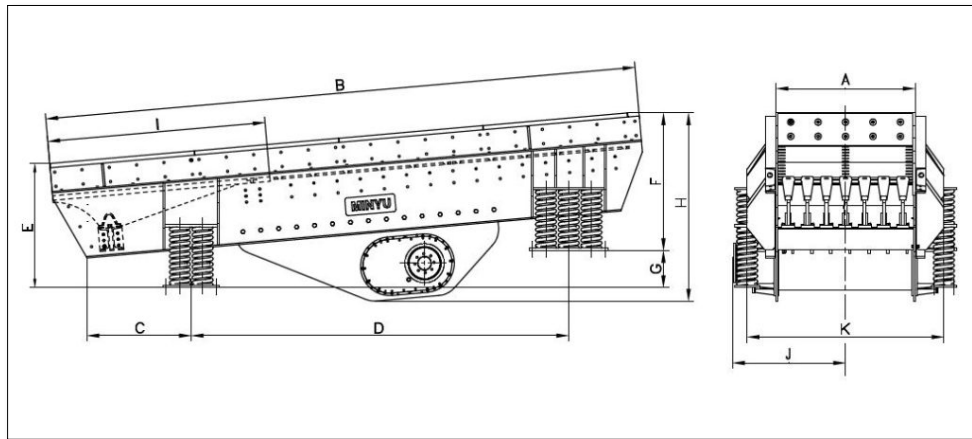
Este proceso se realiza mediante maquinaria fija instalada, que tiene la capacidad de tamizar y clasificar según su granulometría.

son los siguientes:

- Parrillas o Tamices metálicos inclinados
- Pre cribadores de vibración o "grizzly"

**Figura 49**

*Clasificación por tamaños o granulométrica*



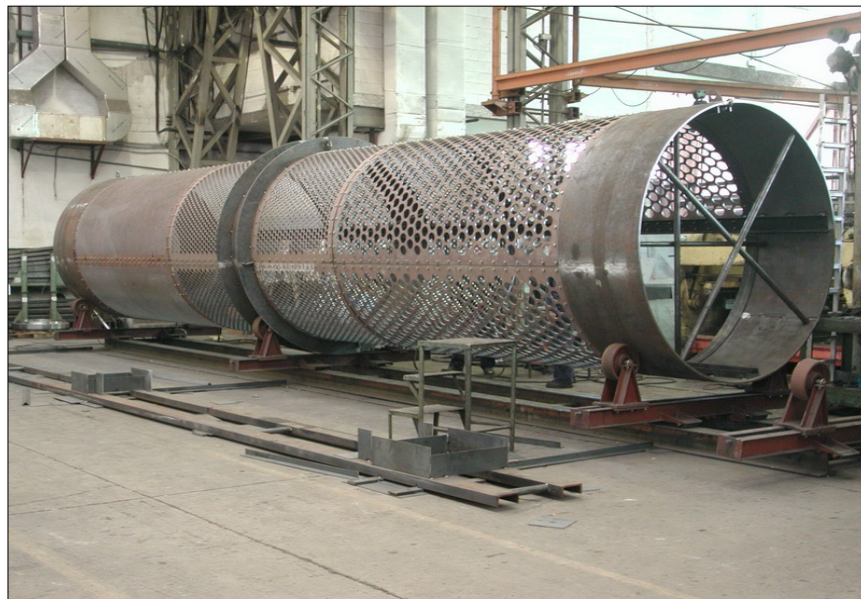
Fuente: Transportadores Universales SAC.

- **Trómeles**

Son maquinarias orientadas a la limpieza por cribado de los materiales adheridos a los residuos durante su tratamiento para su posterior clasificación

**Figura 50.**

*Trómel*



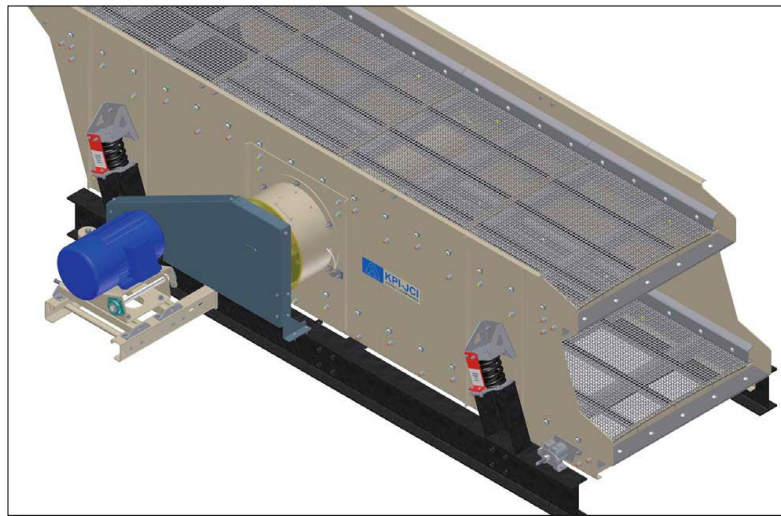
Fuente: Transportadores Universales S.A.C.

- Cribas vibrantes

Son llamadas zarandas o harneros y se utilizan para la clasificación de los materiales por tamaño. El proceso lo desarrolla mediante vibraciones programadas y controladas donde el material es tamizado hasta la granulometría requerida.

**Figura 51**

*Criba vibrante*



Fuente: ASTEC Industries, Inc.

#### **6.1.6.2.7. Separación magnética**

Es un proceso físico, que se utiliza para separar que dos materiales mediante el uso de imanes, para ello uno de os materiales tiene que poseer propiedades ferrosas o magnéticas para poder realizar este proceso. Este tipo de proceso de pueden complementarse con aparatos de detección de metales.

Esta etapa del tratamiento se ubica después de la etapa de trituración a fin de eliminar los materiales metálicos y evitar la contaminación el producto final, en razón a lo siguiente:

- La concentración de metales en los agregados reciclados, debe ser la mínima permisible, a fin de disminuir su calidad.

- En la etapa de la trituración la presencia de materiales metálicos, hace que la maquinaria sufra daños y disminuya su vida útil.
- Los materiales metálicos, tienen un valor independiente del valor del material agregado reciclado.

#### **6.1.6.2.8. Operaciones de trituración o machaqueo:**

Es el proceso mediante el cual se realiza la roturación del residuo hasta disminuir su tamaño y conseguir también la separación de materiales metálicos.

Existe una trituración primaria y otra secundaria, de acuerdo al requerimiento técnico del material solicitado. Los equipos utilizados por lo general son:

##### **6.1.6.2.8.1. Machacadoras de mandíbulas**

Las trituradoras de mandíbulas son maquinarias de instalación fija, de gran tamaño, están diseñadas para lograr la trituración primaria. Se aplica principalmente en la trituración gruesa y media de los materiales a reciclar, como hormigones y escombros de concreto.

##### **6.1.6.2.8.2. Triturador de rodillo**

Son maquinarias de instalación fija o semimóvil, y procede a la trituración del escombro situándose a nivel del suelo o mediante la instalación de una rampa de una pendiente mínima.

##### **6.1.6.2.8.3. Trituradores de impacto**

Son maquinarias de instalación fija que lanza el material a triturar contra las paredes internas, y mediante este impacto las fractura y reduce de tamaño, por la naturaleza de su proceso son muy necesarias para las trituraciones secundarias, a fin de lograr las granulometrías requeridas

#### **6.1.6.2.9. Clasificación neumática**

Este proceso de clasificación consiste en separar los materiales que son más ligeros y que contaminan el material a ser reciclado. Estos materiales son generalmente los trozos de papel o plásticos menores,

Los sistemas de separación neumática, que se pueden considerar son:

#### **6.1.6.2.9.1. De aspiración vertical**

Se desarrolla un proceso de aspirado vertical que se logra mediante un ventilador unido a un depósito cilíndrico donde se coloca los residuos y mediante la impulsión se aspira estos materiales

#### **6.1.6.2.9.2. Criba neumática**

Este proceso se desarrolla mediante la impulsión de aire a través de un tamiz metálico con el cual el material que no presenta un peso significativo y es desechado, es expulsado fuera del equipo.

#### **6.1.6.2.9.3. Túnel de viento de doble efecto**

El proceso de expulsión de los materiales ligeros, requiere un túnel que pueda realizar los dos procesos detallados anteriormente, la insuflación y el tamizado.

El avance tecnológico en los sistemas de selección en las plantas de tratamiento, realiza innovaciones que optimizan los procesos tanto de trituración como el de selección, incluyendo los conceptos de Conminución selectiva, y obtener resultados significativamente mejores en cuanto a la calidad y el cumplimiento de las especificaciones del producto reciclado.

### **6.1.6.3. Descripción de instalaciones**

#### **6.1.6.3.1. Plantas de Tratamiento nivel 1**

Esta planta tiene la capacidad de tratamiento del residuo, en las etapas de selección y clasificación, así como la separación del residuo contaminado o el residuo de gran volumen.

Seguidamente se procede al vertido del material a las tolvas de procesamiento. El proceso implica la clasificación en dos tamices

Se obtiene tres dimensiones de fracción:

- Fina de 0-20 mm

- Intermedia de 20-80 mm
- Gruesa de tamaños mayores de 80 mm

La capacidad representativa que tiene este tipo de plantas es de 100t/h, el personal requerido por lo general es de 8 operarios, y su potencia instalada requiere de 114 kW

#### **6.1.6.3.2. Plantas de Tratamiento nivel 2**

Esta planta tiene la capacidad de tratamiento del residuo, implementando el retiro de los residuos que tengan gran volumen, para luego continuar con en las etapas de selección y clasificación, mediante una pre criba, donde se selecciona el fragmento más fino.

Seguidamente se procede al vertido del material a las tolvas de procesamiento. El proceso implica la clasificación en dos tamices

Se obtiene las dimensiones de fracción:

- Fina de 0-20 mm
- Intermedia de 20-80 mm

Seguidamente el residuo es sometido a un proceso de selección manual para retirar los materiales livianos que tengan un valor. Para continuar su proceso en una trituradora de impacto y a la salida del mismo ser sometido a un proceso de selección magnética, como consecuencia se obtiene un producto de dos granulometrías de:

- 0-40 mm
- 40-80 mm

Las Plantas de nivel 2 tienen la capacidad de procesar escombros mixtos mas no escombros de concreto armado cuyas dimensiones sobrepasen el cubicaje de las tolvas, el personal requerido por lo general es de 9 operarios, y su potencia instalada requiere de 240 kW

#### **6.1.6.3.3. Plantas de Tratamiento nivel 3**

Esta planta es de características similares a las plantas de nivel 2, pero con el complemento de que puede realizar la trituración primaria del residuo.

Es necesario que se realice previamente la trituración para una reducción del residuo y que este pueda ser trabajado. Son equipos de gran tamaño y potencia, cuentan con rodillos o mandíbulas de trituración y de un separador magnético.

El producto final, es un material triturado de 0-200 mm

#### **6.1.6.4. Criterios económicos**

La calidad del producto que se obtiene, luego del proceso de tratamiento, debe tener una homogeneidad que le permita ser un producto competitivo y de aceptación en el mercado. Esta calidad depende directamente de las características de la planta demostrando con ello su rentabilidad.

La rentabilidad de la planta debe considerar:

- Un residuo heterogéneo demandará un elevado costo de reciclado, por lo cual su aceptación o rechazo es un factor condicionante para la calidad del producto final.
- Los residuos homogéneos reducen sus costos de producción y elevan la calidad del producto.
- Un proceso de separación previa optimiza la gestión económica de la empresa.
- Se debe evaluar la correspondencia entre el precio del producto en el mercado, con los costos de acopio traslado y evaluación del producto.
- Las plantas de tratamiento deben evaluar su ubicación, a fin de optimizar y disminuir costos de acopio y traslado del residuo desde los centros de generación.
- El rechazo no debe exceder el 8 % del volumen total del residuo, para tener un índice de rentabilidad óptimo y aceptable.

#### **6.1.6.4.1. Inversiones, ingresos y gastos**

##### **6.1.6.4.1.1. Terrenos:**

El espacio físico para la instalación de una planta determina en gran medida la rentabilidad del proyecto. Condiciona si se compra o alquila el terreno.

El terreno necesario para la instalación de una planta de tamaño medio a grande, requiere de un promedio de tres hectáreas.

La disponibilidad del terreno deberá estar definido por el tipo de administración que tenga. Sea esta pública o privada.

Su ubicación deberá ser estratégica, cerca de zonas en crecimiento de la ciudad, a fin de reducir costos de traslado del residuo, esto como parte de las políticas de gestión que se deban implementar para generar la aceptación en el mercado del producto reciclado.

##### **6.1.6.4.1.2. Equipos fijos:**

Es la implementación de toda la maquinaria necesaria, que permita realizar:

- Trituración primaria y secundaria,
- Cintas transportadoras,
- Equipos de separación,
- Equipos de clasificación

Su implementación en la planta es el más significativo en cuanto a inversión, considerando que su instalación requiere obras preliminares y asesoría técnica correspondiente para garantizar su funcionamiento.

##### **6.1.6.4.1.3. Otras inversiones:**

- Movimiento de tierras, accesos, Suministro Eléctrico y acometidas, vallado y cimentaciones.
- Cerco perimetral para reducir el impacto ambiental.
- Embalaje y Transporte de los equipos
- Estructuras, Instalaciones Eléctricas y Sanitarias
- Montajes Mecánico y Eléctrico de Maquinarias

- Montaje de Báscula de acuerdo al volumen programado
- Cabina de recepción y vestuarios de Personal
- Equipamiento de oficinas.
- Tópico o Ambiente de Atención Médica.
- Equipo móvil y Estacionamientos.
- Proyecto Arquitectónico y licencias Municipales.

#### **6.1.6.4.2. Los ingresos de la planta de tratamiento**

##### **6.1.6.4.2.1. Criterio de admisión de residuo**

La admisión de residuo según su heterogeneidad será el criterio predominante para la aceptación o rechazo

##### **6.1.6.4.2.2. Precio de venta de agregado árido reciclado**

La característica más relevante de la rentabilidad del producto reciclado es tener un precio en el mercado inferior al precio del agregado natural.

##### **6.1.6.4.3. Costos operativos**

Las plantas de tratamiento deben proyectarse a una producción neta de un 60 %, a fin de garantizar una rentabilidad de la misma, en función a su efectividad y aceptación en el mercado las plantas podrán incrementar su producción hasta un %, nivel de producción óptima.

Según los datos de la Tabla 24, se pueden identificar las características de funcionamiento de la planta a un 60%.

### **Tabla 20**

#### *Características de funcionamiento de la planta de tratamiento*

Funcionamiento	:	Se determina en horas / año
Capacidad teórica tratamiento	:	200 Tn /hora
Capacidad real	:	120 Tn / hora
Disponibilidad	:	60 %
Material tratado	:	327,919 Tn. / año

Fuente: Concretosline SA:

#### 6.1.6.4.3.1. Los costos fijos de la planta:

Personal de planta: Un promedio de 28 trabajadores

- Gerente general.
- Encargado de producción,
- Operarios por frente,
- Empleados Administrativos
- Guardianes y vigilantes nocturnos.

Administración general:

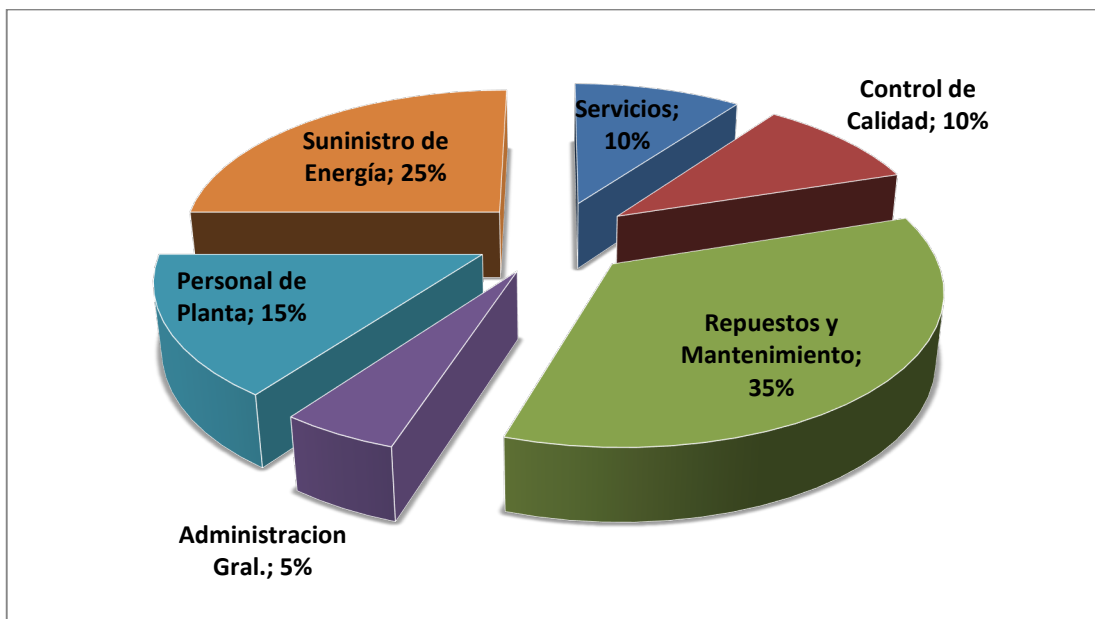
- Gastos de funcionamiento
- Campañas de publicidad.
- Comercialización y Promoción de los productos de la planta.

Otros:

- Suministro de energía
- Repuestos y mantenimiento de maquinaria.
- Controles de calidad
- Servicios generales

**Figura 52.**

*Costos fijos de la planta*



Fuente: Concretosline SA.

#### **6.1.6.4.4. Análisis de sensibilidad**

El análisis de sensibilidad considera estos parámetros:

- Disponibilidad o capacidad de la planta
- Monto por admisión del residuo
- Inversión en terrenos

La sensibilidad de la rentabilidad de una planta, sin importar el nivel que tenga, es la disponibilidad o capacidad de la misma.

Una capacidad inferior al 50 % genera un riesgo sensible de pérdida, en las ganancias y la rentabilidad.

La capacidad operativa de la planta podrá acondicionarse o adaptarse a los requerimientos del mercado, tanto en volumen de material reciclado, como en la calidad o especificación del producto.

El cobro por admisión del residuo en la planta, es también un factor muy sensible que puede alterar o definir la rentabilidad del producto. En nuestra realidad la aceptación del producto solo presenta la restricción del recorrido o la distancia que el residuo transita desde los puntos de generación, no se realiza ningún pago para que el residuo se dispuesta en el vertedero. Aun no se visualiza a este residuo como un material que puede ser vendido por el propietario.

En caso de que el residuo tenga que pagar una tasa de aceptación para la planta, este no llegara a la misma por no significar un monto positivo para el mercado por el contrario será un monto negativo que no revertirá ninguna ganancia para el propietario. Por consiguiente, este residuo será arrojado en vertederos informales, con las negativas consecuencias ambientales.

Finalmente, el precio y estado legal del terreno influye directamente en la rentabilidad de la planta. Así como el tipo de administración de la misma.

Cuando la planta pertenece a la administración pública su emplazamiento estará sobre terrenos de propiedad pública. Y esta ocupación concebida como una inversión en beneficio de la comunidad.

### **6.1.7. Evaluación y mejora**

#### **6.1.7.1. Evaluación según el modelo de planificación del “Lean Construction”**

Se Entiende al modelo “Lean Construction”, como un modelo sistémico de gestión de proyectos en general, pero aplicado a la construcción, teniendo como objetivo el Lean Manufacturing, es decir: a mejorar continua, la disminución de las pérdidas e incrementar sosteniblemente el valor del producto final. Este modelo se aplica en todas las etapas del proceso de construcción o ejecución del proyecto.

##### **6.1.7.1.1. Resultados negativos de la construcción**

La construcción, como actividad productiva, es una de las actividades que presenta mayor porcentaje de resultados negativos, que afectan directamente al resultado final.

Esta evaluación porcentual se expresa en términos de:

##### **6.1.7.1.2. Uso de recursos**

Por el volumen de desperdicios y suministros que son utilizados deficientemente o no son empleados en el proceso de construcción, pero afectan a los presupuestos de obra y quedan como saldos de obra.

##### **6.1.7.1.3. Cumplimento de los plazos de ejecución de obra**

Es común que toda obra sufra reprogramaciones de los plazos para la ejecución de alguna de sus partidas, como consecuencia la inversión de recursos materiales y humanos se incrementa, durante este proceso de adaptación del nuevo plazo de ejecución, se generan desperdicios cuyo tratamiento no estuvo

considerado en el reducido presupuesto para la gestión de los residuos de obra en dicha partida.

#### **6.1.7.1.4. Niveles de contaminación ambiental**

Generados por la cantidad y tipo de desperdicios que generan.

#### **6.1.7.1.5. Control de calidad**

Por varias razones, pero en esencial por la premura de entrega del producto final (obra concluida), que no permite la implementación de un sistema de control riguroso, para garantizar los estándares óptimos. Lo que se hace en obra presenta márgenes de error y estimaciones referenciales, en algunos casos refrendados por pruebas de laboratorio, pero que en realidad carecen del control específico según la partida. Más aún que este control de calidad depende del tipo de gestión de ejecución que tiene la obra, la cual puede ser privada o pública.

#### **6.1.7.1.6. Seguridad laboral**

Esto por razones obligadas, por la cantidad de accidentes laborales registrados en algunos casos fatales o incidentes menores durante la jornada laboral, es que se demanda la implementación de planes de gestión de seguridad laboral como un elemento base y vital para la ejecución de una obra.

Diversos motivos o causantes pueden sustentarse para explicar esto, se tiene dentro de las más relevantes:

El trabajo en sitio, factor interno de entendimiento del problema, ejecución en el sitio el cual, puede no ofrecer comodidad o características idóneas para el desarrollo de las actividades.

La singularidad de los proyectos, que son el reflejo de las características propias de la formulación, planificación y metas que el proyecto se proponga.

Del lugar de emplazamiento, factor externo que genera también influencia en la ejecución de la obra, factores como la ubicación en relación a la

accesibilidad, a horarios punta o de uso intenso de las vías de acceso, entre otros.

La poca especialización de la mano de obra en su mayoría la mano de obra no es calificada por lo cual el proceso de producción en la construcción genera grandes volúmenes de desperdicios y residuos que pueden ser disminuidos, de contar con una mano de obra preparada y capacitada en la optimización del uso de los recursos materiales con que se cuenta, así como las acciones en los plazos y tiempos de rendimiento establecidos, que garanticen la culminación ordenada de las partidas así como el 1 000 % de la meta proyectada.

La gran cantidad de disciplinas involucradas, disciplinas que van más allá de la ingeniería y la arquitectura, comprometen las metas y procesos del proyecto en los aspectos sanitarios, legales, de seguridad ambiental y más.

Entonces, por conclusión tenemos que la planificación, la ejecución y el control de los proyectos, son directamente responsabilidades del proceso de gestión de la construcción

#### **6.1.7.2. Lean Construction (construcción sin pérdidas)**

La gestión de un proyecto de construcción con los lineamientos conceptuales del Lean significa:

- **Objetivos:** la objetividad de los mismos condiciona el entendimiento de los requerimientos de la parte usuaria, expresados en el programa arquitectónico.
- Superación sostenible del resultado del proyecto propuesto por los requerimientos del usuario.
- Diseñar simultáneamente las características e innovaciones que se logre en el producto, como el proceso mismo.
- Realizar constantemente controles de calidad, en las etapas de formulación, ejecución, producción y cierre del proyecto.

### 6.1.7.3. ¿Qué tipo de producción es la construcción?

La construcción es un tipo de producción cuyo resultado es un producto único (edificios o proyectos de construcción).

El producto es el resultado de procesos de conceptualización, diseño, programación, ejecución o montaje en un lugar, se constituye en el reflejo de la programación arquitectónica de los requerimientos del usuario y de las condicionantes y determinantes del sitio. Emplea equipos de trabajos temporales y multidisciplinarios.

### 6.1.7.4. Reducción de RSC Residuos Sólidos de la Construcción por el proceso “Lean Construction”

Figura 53.

*Proceso “LEAN CONSTRUCTION” Como objetivo para la reducción de residuos en la Construcción.*



Fuente: <https://blog.zlien.com/construction-payment/what-is-lean-construction/>

Un proceso “Lean” significa:

1. Incorporar en la construcción los procedimientos constructivos, convencionales y regularmente perfeccionados, en la industria manufacturera moderna y donde se debe minimizar las peculiaridades propias de cada proyecto que promueve la generación de los desperdicios.
2. Implementar técnicas que promuevan optimizar la dinámica del proceso de construcción, para las etapas que no pudieron ser normalizadas.
3. Incorporar canales fluidos de comunicación con los frentes de trabajo, a fin de resolver conflictos en las secuencias de producción.
4. Adopción de un VALUE STREAM MAPPING (VSM o Mapa de Cadena de Valor) lo cual es:
  - a. Tener una visión integral del proceso el mismo que deberá estar expresado gráficamente.
  - b. Entendimiento del proceso, de manera que se tenga la información necesaria del producto al llegar al usuario.
  - c. Identificar las acciones innecesarias o que no aportan valor al proceso, por ende, al producto y para luego realizar procedimientos que culminen con su eliminación.
  - d. Es una eficaz técnica para la mejora continua que permite optimizar acciones en una etapa del proceso para obtener un mejor producto.

Por consecuencia:

Adoptar una Técnica “LEAN” y aplicarla a la construcción, es tener un instrumento de conocimiento integral del proceso de producción, a fin de implementar correcciones y mejoras necesarias, que incidan y se muestren en las características y calidad del edificio.

El asumir un sistema que pretende la efectividad de los procedimientos y una mejora en el desempeño de todas las actividades, así como la eficiente utilización de los recursos, es asumir un sistema de planificación Last Planner (Último Planificador)

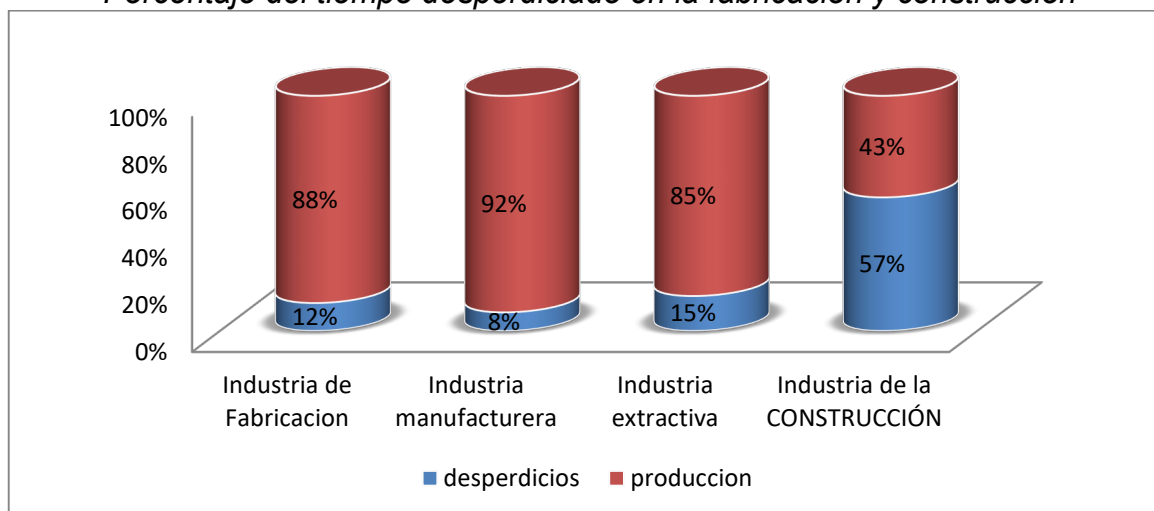
Nos permite enfrentarnos a que los proyectos varían por la naturaleza de los procesos constructivos, se debe apuntar a planificar tomando en cuenta las programaciones viables y reales, para que afecten el cumplimiento de los objetivos.

Es en si la definición de las etapas del proceso productivo donde se originan lo residuos o desperdicios, y mediante estas técnicas podemos implementar las medidas correctivas no solo para la mejora de la producción sino para la reducción del volumen o características de los residuos.

#### 6.1.7.5. El “Lean Manufacturing” aplicado a la construcción

**Figura 54**

*Porcentaje del tiempo desperdiciado en la fabricación y construcción*



Fuente: <https://blog.zlien.com/construction-payment/what-is-lean-construction/>

Conclusión obligada es la planificación de tiempos de ejecución y optimización de tiempos de producción a fin de disminuir el porcentaje de desperdicio.

#### **6.1.7.6. Mejora de la productividad con Lean Construction**

Directamente el sistema Lean Construction muestra sus resultados en:

- Los costos totales de producción son disminuidos sustancialmente.
- El control de calidad del producto en todas sus etapas, se constituye en una característica relevante y por consecuencia su atributo final
- Los plazos de entrega del producto (edificaciones) se reduce sosteniblemente
- Finalmente, el mayor valor para el mercado según las necesidades del cliente, considerando el impacto en la sociedad y medio ambiente.

Así mismo, de acuerdo Alexandria Engineering J. (2015), nos indica que las ineficiencia o desperdicios pueden tener lugar en la construcción y que podrían evitarse con el método Lean Construction son las siguientes:

- Tiempos de espera por insuficientes equipos, herramientas o materiales.
- Tiempos de espera debido a actividades anteriores inacabadas o mal realizadas.
- Tiempos de espera por falta de una correcta instrucción para realizar el trabajo (estándares de trabajo).
- Tiempo de inactividad debido a la actitud del trabajador o al exceso número de trabajadores en un área determinada de trabajo (se genera sobreproducción en momentos puntuales).
- Desplazamientos innecesarios provocados por recursos insuficientes y por falta de una adecuada planificación.
- Acumulación de materiales en plazos no adecuados (se generan almacenes e inventarios innecesarios).

- Retrasos por incumplimiento de las especificaciones y cambios en el diseño.

## **6.2. VARIABLE DEPENDIENTE – INDICADORES**

Contaminación ambiental por residuos sólidos de la construcción.

### **6.2.1. Volúmenes de recepción y tratamiento de los residuos sólidos de concreto.**

Resultados de la evaluación de los residuos de construcción y demolición del Centro Poblado Augusto B. Leguía, Provincia de Tacna, Región de Tacna.

#### **6.2.1.1. Característica de procedencia de los RCD**

A fin de determinar la procedencia del residuo, es necesaria la incorporación de medidas o normas que permitan la identificación y pre selección de los residuos durante la ejecución del proyecto.

Las medidas de preselección, tiene como objetivo la clasificación previa de residuos en dos categorías

Residuos de tipo 1: Residuos de obras viales, que por lo general son menos contaminadas con otros materiales y de tamaños regularmente uniformes, son los tienden a alcanzar un 80 a 90%.

Residuos de tipo 2: Residuos de las actividades de construcción y demolición, se presentan en variedad de tamaños y dimensiones, por o cual están contaminados por materiales o agentes que son difíciles e segrrgar para dejar el residuo limpio.

Las diferencias de densidad se expresan en que los de gran volumen pueden tener 1 000 a 1 200 kg/cm<sup>3</sup> y para aquellos residuos más ligeros como papel y otros sus densidades pueden ser de 150 kg/cm<sup>3</sup>.

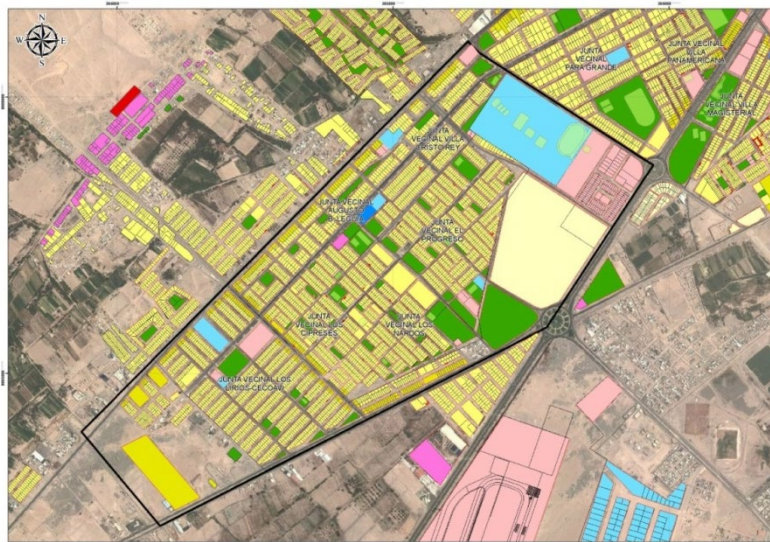
### **2.2.1.2. Zona de muestreo**

El centro Poblado Leguía no cuenta con una delimitación establecida, más bien está dividido por juntas vecinales que sí cuentan con jurisdicción descritas en el plano catastral de la Municipalidad Provincial de Tacna que lo divide en:

1. Junta Vecinal Los Lirios – CECOAVI
2. Junta Vecinal Los Cipreses
3. Junta Vecinal Los Nardos
4. Junta Vecinal Augusto B. Leguía
5. Junta Vecinal el Progreso
6. Junta Vecinal Cristo Rey
7. Av. Ejército
8. Av. Collpa
9. Av. 200 millas
10. Calle 06 con calle 15,
11. Calle 08 con calle 15
12. Calle 05 con calle 18
13. Av. Caplina con calles 05, 06,08
14. Av. 200 millas con esquinas,
15. Av. José Gálvez con Av. 200 millas,
16. Calle Nora Flores con calle 25
17. Calle La Perla,
18. Calle Nora Flores con calle al Perla,
19. Calle Nora Flores Torres,
20. Ovalo Tarapacá,
21. Calle Nora Flores,
22. Calle Cristo Rey.

## Figura 55

### *Distribución del Pueblo Joven Leguía*



Fuente: Base Catastral 2016 de la Municipalidad Provincial de Tacna

### **6.2.2. Metodología para la determinación de la cantidad de RCD**

Revisando la bibliografía para poder identificar un método de cálculo que permita determinar los volúmenes existentes en los botaderos informales que fueron detectados en las áreas de estudio, se recurrió a: “Cálculo de cubicaciones mediante aproximación funcional e integración” de F.J. Cisneros, S. Morillas, J.G. Camarena, que desarrolla los métodos para el movimiento de tierras, utilizados con mucha frecuencia en edificaciones de toda índole.

Brindan un Método Convencional con una aproximación, de volumen, dependiente de las mediciones en campo que se realicen, pero previamente identificando la forma del cúmulo o acumulación de los residuos.

Se debe entender también que existe un porcentaje de residuos de carácter variado y en este caso solo deberá considerarse los que son de origen de la actividad de la construcción, los demás, serán considerados dentro del porcentaje de error que el método tendrá.

Es por esto se prefirió la utilización de una metodología sencilla para el cálculo de estos volúmenes de residuos de construcción y demolición.

Existen otros métodos como el uso de Software, o proyecciones estadísticas a través de imágenes satelitales obtenidas en años anteriores donde se puede observar el comportamiento de estos lugares de muestreo en el transcurso del tiempo.

Es por ello que se debe mencionar que se utilizó un método que es capaz de determinar volúmenes medibles en campo más no de los que se encuentran por debajo del perfil actual, por lo que se debe de considerar gran parte del Pueblo Joven Leguía está construido sobre rellenos de construcción y demolición siendo una zona vulnerable frente a acontecimiento sísmicos.

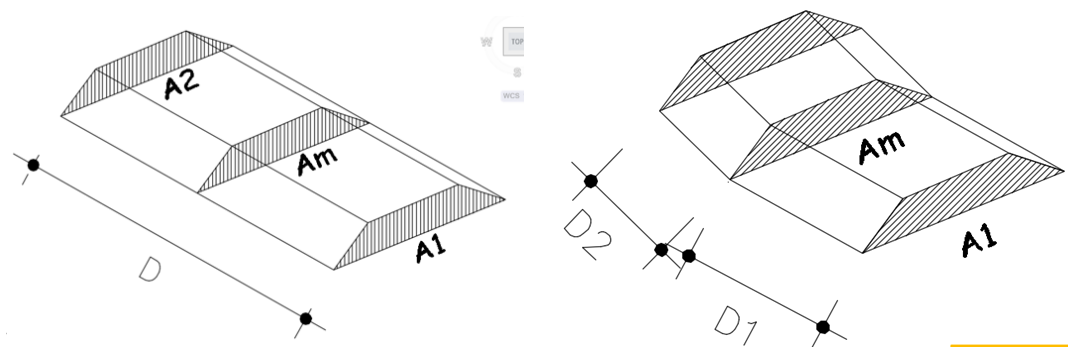
### 6.2.2.1. Método de cálculo convencional

Según F.J. Cisneros, S. Morillas, J.G. Camarena, se trata de calcular el volumen de terreno a extraer de un área determinada, empleando el cálculo de determinación del prismoide y la determinación de la media del volumen de las áreas calculadas en este caso la distribución espacial de los desmontes o áreas a ser removidos. Indicada en la Figura 56.

$$V = (D (A1 + 4Am + A2)) / 6$$

**Figura 56**

*Distribución espacial de los desmontes*



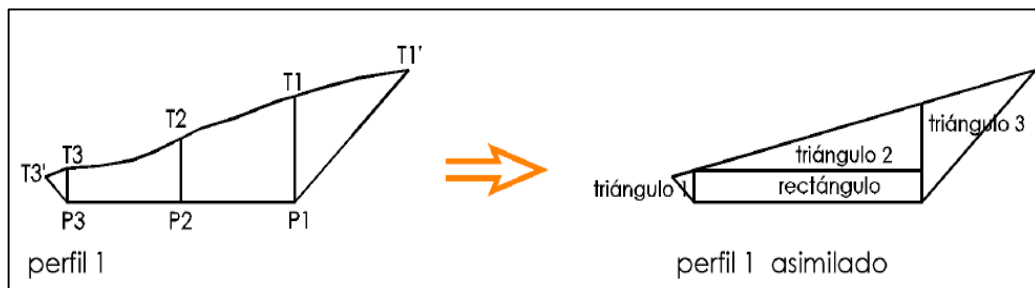
Fuente: Elaboración propia tomando como método base F.J. Cisneros, S. Morillas, J.G. Camarena

### 6.2.2.2 Simplificación formal de los perfiles del cúmulo de escombros

Después de realizar el levantamiento topográfico de terreno que requiere en cálculo de volumen en movimiento. Tomando en cuenta los perfiles de las secciones correspondientes, se traza una línea horizontal desde la cota menor, estimando una longitud que abarque el volumen a calcular. Luego se divide en secciones el polígono resultante, y se designa nomenclatura y áreas correspondientes abarcando la totalidad del polígono de la sección. Este método de cálculo de áreas se realiza geometrizando los perfiles de las secciones a formas regulares, como el rectángulo o el triángulo, al encontrar estos valores, cada perfil cuenta con un área aproximada y al culminar con la sumatoria se puede estimar un volumen

**Figura 57**

*Simplificación formal de los perfiles del cumulo de escombros*



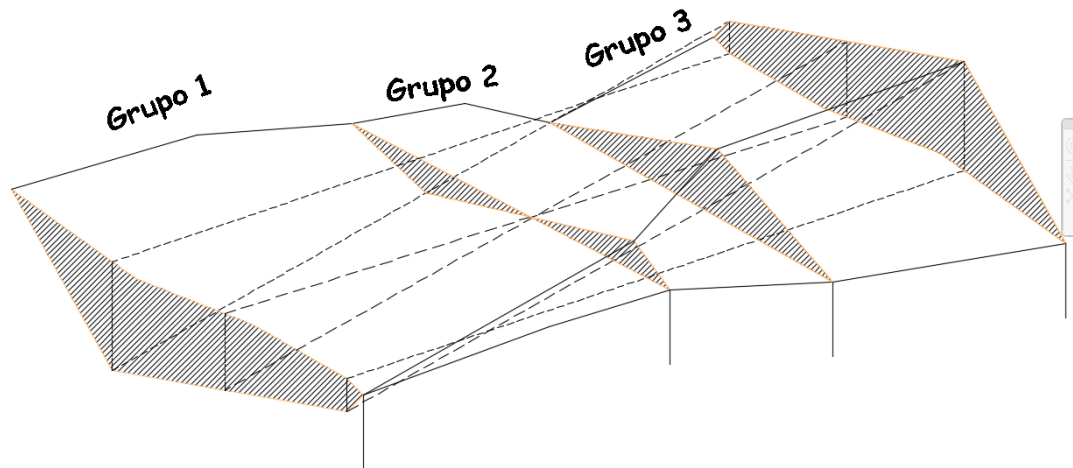
Fuente: Elaboración propia tomando como método base F.J. Cisneros, S. Morillas, J.G. Camarena

Estos volúmenes aproximados pueden referenciar el terreno analizado en tres grupos de perfiles, (Figura 57) y aplicar la fórmula exacta o del prismoide (Figura 58):

- Grupo 1: perfiles 1,2 y 3
- Grupo 2: perfiles 3, 4 y 5
- Grupo 3: perfiles 5, 6 y 7

**Figura 58**

*Distribución espacial del perfil del terreno*



Fuente: Elaboración propia tomando como método base F.J. Cisneros, S. Morillas, J.G. Camarena

Aplicando el método el cúmulo de escombros se dividen en los perfiles que se necesiten, esto de acuerdo al criterio del investigador. se obtiene resultados detallados en la figura 59

En estos resultados tenemos que la proyección de los mismo se puede generalizar toda la extensión del terreno o área de análisis, la generalización de dicho volumen con un margen de error que se estima en un 10 % considerando la variedad del residuo a su como el esponjamiento que sufre al ser trasladado, más aún por no ser un material compactado como puede ser el caso de un terreno natural.

El volumen total obtenido es de 152 814,00 m<sup>3</sup> en los 22 botaderos o puntos críticos identificados en la zona de muestreo, esto sin considerar que aún existen algunos que no fueron muestreados ya que se encontraban en propiedades privadas o en lugares de poco acceso.

**Figura 59***Resultados en volúmenes aproximados obtenidos en campo*

	Ubicación UTM	grupo 01		grupo 02		grupo 03		Volumen
		Desmonte	Terraplén	Desmonte	Terraplén	Desmonte	Terraplén	S. TOTAL en m3
1	365795 ; 8005726	128	0	145	25	145	47	490,00
2	365625 ; 8005617	4 582,00	0	2 789,00	121	3 845,00	39	11 376,00
3	365425 ; 8005618	3 589,00	0	4 689,00	145	278 00	164	8 865,00
4	365345 ; 8005287	1240	0	45	10	70	0	1 365,00
5	364284 ; 8005191	38	0	14	5	29	3	89,00
6	364737 ; 8004784	12	0	10	1365	10	4	1 401,00
7	364011 ; 8004791	253	0	1 200,00	13	321	68	1 855,00
8	364998 ; 8004992	11	0	8	0	14	3	36,00
9	364957 ; 8005024	645	0	1257	1	167	54	2 124,00
10	363615 ; 8004395	141	0	11	2336	15	222	2 725,00
11	365795 ; 8005728	26351	0	145	512	145	47	27 200,00
12	365625 ; 8005617	4 182 00	0	2 191,00	26155	374,00	362	33 264,00
13	365328 ; 8005614	358.00	0	468,00	154	268,00	164	1 412,00
14	365345 ; 8005297	120	0	56	165	70	0	411,00
15	364284 ; 8005191	24	0	46	52	169	6	297,00
16	364737 ; 8004789	1298	0	524	5843	1125	8	8,798,00
17	364021 ; 8004792	253	0	105,00	784	321	68	1 531,00
18	364998 ; 8004992	1414	0	37	754	14	3	2 222,00
19	364957 ; 8005022	1384	0	85	20	18754	261	20 504,00
20	363614 ; 8004395	168	0	11	132	15	0	326,00
21	364797 ; 8004781	15025	0	10	2	10	9951	24 998,00
22	365315 ; 8005292	297	0	253	101	874	0	1 525,00
<b>TOTAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN VISIBLES EN m3</b>								<b>152 814,00</b>

Fuente: Elaboración propia. Resultado de medición en campo. 2018

En el trabajo de campo también se realizó un estudio de caracterización de residuos de construcción y demolición al tomar una muestra de 100 kg y clasificándolos de acuerdo a su naturaleza de origen obteniendo los resultados que se muestran en la figura 60.

La mayoría de materiales encontrados en los residuos de construcción y demolición son los restos de concreto, fierros oxidados, cerámicas, bolsas de cemento, vidrios, tecnopor, cartones, papeles, bolsas plásticas y en menor Proporción residuos sanitarios.

**Figura 60**

*Residuos de construcción en términos de peso aproximado y porcentajes.*

<b>MATERIAL RCD</b>	<b>PESO Kg.</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Concreto	64,15	64,2%
Fierros	12,25	12,3%
Cerámicas	4,58	4,6%
Bolsas de cemento	2,15	2,2%
Vidrios	1,5	1,5%
Baldes de metal	2,4	2,4%
Contenedores rotos	1,4	1,4%
Tecnopor	1,12	1,1%
Cartones	0,9	0,9%
Papeles	0,78	0,8%
Caucho	3,15	3,2%
Bolsas plásticas	0,97	1,0%
Restos de comida	0,25	0,3%
Residuos Sanitarios	0,15	0,2%
Pilas	0,12	0,1%
Otros	4,13	4,1%
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: elaboración propia. Resultado de medición en campo. 2018

#### **6.2.2.3. Caracterización de residuos de construcción en términos de porcentaje**

Los porcentajes consecuentes del trabajo de campo claramente indican una mayoritaria cantidad del residuo de concreto. Como se indica en la figura 61



### **6.2.3.1.1. Metales**

En las obras se puede identificar principalmente los siguientes: Los Metales, los cuales son los más utilizados en la construcción; el hierro, el acero, el plomo, el cinc, el cobre, el estaño y el aluminio. Estos metales aparecen tanto como componentes o como material, el cual se presenta en aleación o amalgama con otro metal.

La utilización de los metales en la construcción, es en razón a las características mecánicas y químicas que presentan, características intrínsecas como la densidad, dureza, maleabilidad, elasticidad, tenacidad, conductividad, etc.

#### **6.2.3.1.1.1 El Hierro**

El hierro aparece en las obras como fierro de construcción, en distintos diámetros y varillas estandarizadas para su producción y comercialización, desarrolladas las entrevistas y observaciones en campo se pudo encontrar poco residuo de este material, que fuera dejado en los botaderos, aunque este material se encuentre en proceso de oxidación.

El material es acopiado o seleccionado por los recicladores y dependiendo de su grado de deterioro es tratado de distintas maneras, los trozos medianos se vuelven cinceles y barrenos, de diferentes tipos de punta, para diferentes funciones,

Los trozos que no son aptos para esta transformación son utilizados como refuerzos y cartelas que son soldadas a las piezas de mayor dimensión, o incluso a las herramientas de mayor trájín, como las carretillas o bugiees, es decir, aunque de manera informal no es dejado sin que la propia actividad demande sea utilizado.

Finalmente, aquellos trozos de dimensiones menores, como clavos doblados etc. Son acopiados para ser vendidos a las fundiciones como material para la fabricación de piezas de variadas formas. Se tiene en este proceso dos formas en las cuales se transforma este material como hierro fundido o como hierro forjado.

Tapas de buzones de agua o de desagüe, bancas ornamentales etc. Generalmente se fabrican con el hierro fundido que se funde, se vierte y se moldea. A diferencia del mismo, el hierro forjado se enrolla y se fabrican detalles ornamentales que se incluyen en las ventanas, barandas y otros.

#### **6.2.3.1.1.2. El acero**

La industria de la construcción utiliza cantidades muy significativas de este material, las estructuras que sostienen los edificios garantizan su estabilidad porque el acero en sus distintas calidades son empleadas en la edificación.

Este material por las posibilidades que ofrece es el metal más utilizado, así como el más reciclado en la tierra. Así mismo, la industria del hierro y el acero genera del 6,7 % del total de emisiones de CO<sub>2</sub>.

#### **6.2.3.2. Residuos de concreto:**

El concreto es un material elaborado por la unión de varias sustancias extremadamente perdurable y puede conservarse por cientos de años, pero su gran beneficio de la durabilidad contrasta sosteniblemente con los volúmenes de desperdicio que genera, los desechos de concreto que se originan en las obras constituyen un material contaminante de mucho efecto sobre el medio ambiente, no solo como producto final sino también por los materiales que se requiere para fabricarlo. El concreto es el material más consumido en la obra y moldea nuestro entorno.

El cemento demanda grandes cantidades de materiales naturales y que en el proceso de producción del mismo se libera grandes cantidades de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, además de la extracción de calizas que son su materia prima.

Seguidamente la extracción de materiales áridos o agregados, de canteras naturales, cambian el paisaje y alteran las distribuciones naturales de suelos.

En conclusión, los desechos de concreto producto de los procesos constructivos o de las demoliciones, no son tratados debidamente, son llevados a botaderos y dejados en acumulaciones cada vez más crecientes, en lugares no planificados.

Según el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible, se estima que alrededor de más de 900 millones de toneladas por año de residuo de concretos se producen tan solo en Europa, los Estados Unidos y Japón, y otro tanto desconocido en el resto del mundo.

#### **6.2.3.2.1. Datos importantes de la recuperación de concreto:**

De acuerdo a Álvarez, J. (2012)

“Se estima que, en el mundo, se fabrican alrededor de 25 billones de toneladas de concreto cada año. Esto representa más de 1.7 billones de cargas de camiones anuales, o cerca de 6,4 millones de cargas diarias, o más de 3,8 toneladas por persona en el mundo cada año.

En el mundo, la cantidad de concreto utilizado en construcción dobla la cantidad del resto de materiales utilizados incluyendo madera, acero, plástico, y aluminio.

Cerca de 1 300 millones de toneladas de desechos son generadas en Europa cada año, de las cuales el 40 %, o 510 millones de toneladas, corresponden a residuos de construcción y demolición (RCD). Los Estados Unidos producen cerca de 325 millones de toneladas de RCD y Japón unos 77 millones. Dado que China e India están produciendo y consumiendo más del 50 % del concreto en el mundo, su generación de desechos también será significativa a medida que su desarrollo avanza.”

Las descripciones de estos aspectos son importantes para la recuperación de concreto.

### **6.2.3.3. Principales generadores de desechos de concreto**

#### **6.2.3.3.1. Escombros de construcción**

En el sector de la construcción los agregados representan alrededor de un 75 % del total de materiales empleados, mientras que un 15 % corresponde a cementos, carbonato cálcico, arcillas, piedra y yeso. El 10 % restante está formado por metales, madera y plástico.

#### **6.2.3.3.2. Plantas pre mezcladoras**

- Usadas para mezclar las materias primas del concreto antes de ser transportado.
- Generan un 10 % de desperdicio en obra. Generalmente, dentro de los expedientes técnicos se considera este desperdicio como fallas en el metrado, o en la dosificación.
- Pérdida de materias primas no renovables. Tanto los agregados finos como los gruesos.
- Desperdicios requieren un sitio de deposición final.

#### **6.2.3.4. Solución ambiental: Reciclaje del concreto**

Las alternativas de solución para el problema ambiental residen en definir las alternativas de uso nuevo. Que muestra su eficiencia y cumplimiento de funciones así también que su proceso de cambio sea rentable tanto en costos de producción como de utilización.

Se propone:

- Como gravilla para nuevos proyectos de construcción.
- Para la capa base de las obras viales o carreteras.
- Control de erosión utilizando los trozos de gran dimensión.

- Construcción de muros de contención económicos o muros de separación mediante el sistema de gaviones.
- Finalmente, como agregado seco para la elaboración de concretos nuevos

#### **6.2.3.4.1. Aspectos de valoración conceptual**

##### **6.2.3.4.1.1 Aspectos favorables**

Existe un posible mercado potencial, donde los residuos de la construcción, representen un monto a disminuir de los costos directos de ejecución de la obra. Ya que al ser un residuo que presenta un valor puede ser vendido a las empresas que reciclen el concreto, logrando beneficios para el presupuesto general de la obra.

##### **6.2.3.4.1.2. Aspectos desfavorables**

Requiere control de calidad del residuo antes de procesarlo, por ello es necesario estudiar los materiales con más detalle.

Presencia de contaminantes como pinturas (con plomo) o aditivos, de alto impacto ambiental.

Recolección selectiva de la materia prima (escombros y desechos industriales), generalmente este residuo llega a la planta mezclado o contaminado, por lo que requeriría una selección previa.

#### **6.2.3.5. Aspectos consecuentes de reciclaje de los RCD**

##### **6.2.3.5.1. Cumplimiento de condicionantes y determinantes de diseño:**

- Cumplir rigurosamente con el diseño de mezclas y las dosificaciones correspondientes para la obtención de mayor resistencia a la afectación del agua (pavimentos).
- Optimizar el comportamiento dinámico (pavimentos).
- Diseñar estructuras de mejor desempeño mecánico, en relación a las características mecánicas del material reciclado.

#### **6.2.3.5.2. Beneficios por la reducción del impacto ambiental**

- Se disminuye la necesidad de explotar nuevas fuentes naturales de materiales
- Disposición de los escombros, no requerirá la ubicación forzada de lugares, de disposición final, cercana a las ciudades, con la consecuente contaminación de suelos.
- Menor consumo de energía y contaminación generada por transporte de materias primas menores tiempos de ejecución

En la definición de una manera apropiada de la gestión del residuo de concreto se debe tener en cuenta los importantes beneficios del logro de este objetivo.

Reducir la explotación y utilización de materiales en estado natural como los áridos y más.

Los elevados costos ambientales que implica la exploración y explotación de estos recursos naturales, asociados directamente al transporte de los mismos a los lugares de consumo.

Reducir el volumen del residuo de concreto, ya que los materiales con que se produjo el concreto que es desechado, puede ser nuevamente utilizado mediante el reciclaje y recuperación selectiva.

El reciclar un desecho tradicionalmente inútil para el proyecto, podría revertir su inversión en la recuperación parcial del monto invertido para el concreto inicial.

Según el Consejo Mundial Empresarial para El Desarrollo Sostenible – WBCSD; se reduce sostenible y notablemente la huella de carbón que toda actividad e industria convencional produce. La producción de cemento es la fuente más relevante de producción de emisiones de carbono del concreto.

### **6.2.3.6. Concretos reciclados**

#### **6.2.3.6.1. ¿Qué es el concreto reciclado?**

En la industria de la construcción, en cada etapa o momento se hace necesario evitar el consumo de materiales que originen cantidades preocupantes de residuos, por ello el entender el tratamiento de los residuos de concreto para incluirlos nuevamente en el ciclo del proceso constructivo es un logro significativo para la solución del problema de la contaminación ambiental que ocasiona, por considerar que el concreto reciclado como es el resultado de un proceso de selección, machacado y pulverización del concreto de desecho, separando materiales servibles como los agregados finos y gruesos para la mezcla de un nuevo concreto.

#### **6.2.3.6.2. Etapas del proceso de producción de agregados reciclados**

- 1) Los residuos sólidos de la construcción y demolición llegan a la planta, mezclados dentro del contenedor y descargados en el suelo. Mediante selección manual o la utilización de grúas se extraen las piezas mayores de madera, de acero, paredes aislantes y otros metales. Los bloques mayores de concreto se reducen con un martillo en un pre triturado, hasta conseguir el tamaño adecuado.
- 2) Antes de triturar y clasificar el material se realiza un pre cribado del mismo con el fin de realizar un control de tamaño.
- 3) La trituración primaria consta de la primera trituración, la cinta de alimentación del molino rompe los bloques a través de la acción de pantallas solidarias al bastidor de trituración mediante esfuerzos de compresión y cizalladura.
- 4) El separador magnético, situado a la salida del molino, separa los elementos metálicos.
- 5) El material resultante pasa a una cabina de triaje donde, de manera manual, se eliminan los restos de plásticos, maderas, o metales no detectados en el separador magnético.

6) El agregado reciclado se introduce en una tolva con una criba de corte a través de una cinta transportadora. Todo lo que pasa se transporta a otras cribas dispuestas en serie y con luces de malla correspondientes a los cortes de la grava, formando los diferentes acopios. Lo que queda retenido pasa a la trituración secundaria.

7) En la trituración secundaria se reduce el tamaño del material utilizando otro molino de impactos hasta obtener la granulometría adecuada.

#### **6.2.3.6.3. Proceso de producción de RCD.**

##### **6.2.3.6.3.1. Demolición selectiva**

Cuando se realiza un proceso de demolición, se debe tomar las medidas necesarias para que los residuos de concreto no se contaminen o mezclen con otros materiales de la demolición, como plásticos, residuos orgánicos y otros.

Estos procesos de obligada selección incrementan los costos de producción y operación en las plantas de tratamiento, incluso afectan la calidad del material resultante, por ello su importancia.

##### **6.2.3.6.3.2. Plantas de producción de agregados reciclados**

En ítems anteriores se indicó que las plantas de producción de agregados reciclados pueden clasificarse en función de su movilidad en fijas, semifijas y móviles.

Las plantas de 1ª generación no tienen la capacidad en su proceso de producción de eliminar materiales que contaminen el producto final, utilizan restringidamente equipos de separación magnética, para el logro de la calidad esperada en el material reciclado.

Las plantas de 2ª generación tienen en una etapa inicial al proceso de machacado, sistemas de selección de materiales que puedan contaminar el material final, estos sistemas que pueden ser manuales o mecánicos, son los más comúnmente incorporados en las plantas de reciclaje

Las plantas de 3ª generación los productos finales del proceso de selección y machado, son de los diámetros, dimensiones y composición de agregados, con la calidad requerida para su utilización en cualquier mezcla de concreto que se requiera en obra.

#### **6.2.3.6.3.3. Producción de agregados o áridos reciclados.**

Es evidente que la producción de las plantas fijas es superior a las plantas móviles, esto por la incorporación en el proceso de sistemas de selección y limpieza de impurezas, pero las plantas móviles tienen amplia ventaja, en la producción de reciclados en el mismo lugar de generación del residuo disminuyendo costos de transporte y de otros. En algunos casos se puede operar dichas plantas como sistemas complementarios de las plantas fijas. Por lo cual, la producción de agregados se incrementa, el residuo llega a planta con un tratamiento primario y en mayor volumen, en razón a que la planta móvil realiza un triturado inicial y por cuanto el volumen de residuo que se transporta a planta es de mayor cantidad.

#### **6.2.3.6.3.4. Mortero adherido**

Esta es una de las principales características que establecen una diferencia entre los morteros naturales y los que son producidos con agregados reciclados; estos últimos presentan un nivel mayor de absorción de agua, una menor densidad y por consiguiente una menor resistencia.

La Resistencia a la compresión disminuye en 15.49% en concretos  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> mostrando, una evidente diferencia en el concreto elaborado con agregados naturales y el elaborado con agregados reciclados.

#### **6.2.3.6.3.5. Granulometría**

Esta es una característica que se define por la forma y sistema de trituración que el residuo haya sido sometido, que genera un tamaño específico según las especificaciones, pero se debe tener cuidado especial a sus características formales, el agregado reciclado por haber sido sometido a un

proceso de trituración, presenta formas angulosas y el mortero que tiene adherido le da una apariencia de rugosidad.

Finalmente, el agregado reciclado que tiene un tamaño aún grande, sufre un proceso de disgregación, como consecuencia de ser transportado y el luego almacenado. Ésta disgregación alcanza niveles de 0,5 % y el 2 %. Y sumándose al porcentaje de mortero que el agregado tiene, afecta negativamente en las propiedades mecánicas de concreto.

#### **6.2.3.6.4. Características importantes en reciclaje de concreto**

##### **6.2.3.6.4.1. Recolección selectiva**

La recolección implica considerar los siguientes aspectos:

- Identificar y separar los residuos que pueden ser reciclados de los que no, sin generar una contaminación a la totalidad del residuo recibido.
- Controlar la contaminación del producto final, por sustancias orgánicas como limos, hongos o materia orgánica.

##### **6.2.3.6.4.2 Caracterización de los agregados reciclados**

Características:

- Absorción de los Agregados Reciclados: En las pruebas que realizan en laboratorios demuestran que el agregado reciclado por ser más ligero y más poroso que el agregado natural, este tiene una mayor capacidad de absorción.
- Gravedad Específica: Los agregados naturales tiene una mayor gravedad específica, esta característica afecta radicalmente las propiedades del agregado reciclado.
- Densidad de Agregados de Concreto Reciclado: Se puede concluir que la densidad tiene una disminución por el incremento de orificios o huecos en el agregado reciclado por lo cual tendrá una mayor absorción.

- Desgaste: En razón a sus características de absorción y densidad el agregado reciclado presenta una mayor pérdida por el uso y el desgaste normal al cual el concreto sea sometido.

#### **6.2.3.6.4.3 Limpieza preliminar y reducción de tamaño.**

- Trituración primaria
- Separación manual y magnética de fragmentos ferrosos.
- Selección de impurezas ligeras.
- Trituración secundaria.

## CONCLUSIONES

Como política de gestión pública

1. El Reciclado de Residuos de Construcción y Demolición debe ser una política de Gestión Pública, este tipo de residuos requiere estar dentro de las políticas de gestión adecuadas, para lograr y mantener un desarrollo sustentable y sostenible de las ciudades, con la menor contaminación posible del medioambiente.

El Plan de Gestión de los Residuos debe contar con la normatividad necesaria, como con leyes, normas y reglamentos, que se establezca primeramente el compromiso de la sociedad, tanto de las instituciones como de la población y asumir su importancia por el bien del futuro de las ciudades. Así también la promoción del mismo en todos sus aspectos, cumplirá un papel importante en la consecución de las metas que se pretenda, así como la sostenibilidad del proyecto en sí.

2. Con la aprobación de ordenanzas municipales que autoricen el uso de materiales reciclados y penalizar el vertido abusivo de fracciones que son potencialmente reciclables y mediante incentivos y facilidades por parte la autoridad municipal se alentará a que el desarrollo de las actividades de la construcción, por parte de los pobladores o las empresas constructoras, sea en cumplimiento de normatividades ambientales y el correcto tratamiento de sus residuos y así evitar la acumulación informal de residuos de construcción en su jurisdicción.
3. Los RCD son materia prima, de un valor hasta el momento no considerado como rentable para los proyectos, por lo cual se hace un importante que la difusión de los beneficios ambientales y económicos de la gestión de estos residuos los mismos sean asumidos por las autoridades y los sectores comprometidos en las actividades de la construcción.

4. La gestión de los RCD demanda acciones concretas para ser una real alternativa de solución a los problemas de contaminación que genera la actividad de la construcción, por lo cual una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición en el Centro Poblado Leguía se constituye en la propuesta más viable y apropiada, considerando la reglamentación, el marco normativo vigente y el compromiso de la Municipalidad Provincial de Tacna en conjunto con el Gobierno Regional y el resto de la comunidad. La tecnología para el reciclaje de los escombros procedentes de construcción y demolición (RCD) es en realidad una tecnología sencilla, que demanda únicamente la selección para el logro de una homogeneidad de los residuos y seguidamente su fragmentación por medios mecánicos, y así lograr un material reciclado, convertido en materia prima para ciertas partidas, marcando sosteniblemente una diferencia en la calidad e inversión en obra.

Con respecto a la planta de tratamiento de los residuos:

5. La movilidad de la planta de tratamiento propuesta deberá considerar la temporalidad y las características de la generación, tipología, ritmo y origen del residuo, así mismo condicionará el nivel tecnológico que deba tener sus instalaciones. Por consecuencia los cobros que se realicen para la admisión de los residuos en la planta son aspectos determinantes para que la inversión privada participe. Finalmente, el producto final, es decir el agregado reciclado que produzca la planta llegará al mercado como un nuevo material de su bajo costo y siempre con las restricciones técnicas que tiene. Por lo cual la Instalación de una planta de tratamiento será la solución del destino final de este tipo de residuos.
6. Aplicación de sistemas de planificación controlada a fin reducir los volúmenes de residuos. Esto tomando los principios indicados en el LEAN CONSTRUCTION y el Modelo MALCOLM BALDRIGE, de que la obra debe ejecutarse con cero desperdicios, y optimizando la inversión de los recursos y los tiempos de ejecución de la misma.

7. Considerando que las empresas constructoras no realizan ninguna gestión de los residuos que generan, es importante definir parámetros que permitan beneficios económicos a través de la tributación o autorización municipal. para que, dentro de la programación de la obra y el presupuesto a ejecutarse, considere las acciones que permitan disminuir los volúmenes de residuos generados y así contribuir a la gestión sostenible de los mismos. Se tiene en cuenta que en el ámbito de estudio se determinó aproximadamente un volumen de 152 814,00 m<sup>3</sup> de residuos de construcción, esto considerando las segregaciones y selección previas, es decir el volumen a tratar, el tamaño y capacidad de la planta deberá estar en relación directa, para garantizar el tratamiento sostenible de este volumen.

## **RECOMENDACIONES**

1. Para la instalación de la planta, definiendo su ubicación dentro de la jurisdicción del ámbito de estudios, deberá evaluarse previamente la disponibilidad técnica, esto implica: la superficie requerida de acuerdo al volumen a ser procesado, el estado de la propiedad, así como la distancia que se deberá recorrer para el traslado de los residuos a la planta.
2. El cumplimiento del Plan Director de la ciudad a fin de que la compatibilidad de la planta sea acorde con los planes de crecimiento y desarrollo urbano de la ciudad.
3. Este Modelo de Gestión presenta el aporte de poder ser implementado en un ámbito mayor, como la ciudad de Tacna en su conjunto donde el volumen de residuo será mayor y los agentes participantes o intervinientes son por ende en mayor número y mayor capacidad operativa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca-Guerrero (2015). *Modelo de la Gestión Integrada de Residuos Sólidos*, artículo publicado en la revista *Tecnología en marcha* Vol. 28 N°2. Lima Perú
- Arregi Goikoetxea, (12 junio 2010). *Estudio Técnico, Económico y Financiero de Viabilidad de una Planta de Tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición en la Mancomunidad de Urola Medio, Guipúzcoa. Ingeniería en organización industrial orientada a la edificación*, Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona España.
- Ayuntamiento de Huelva (2016). *La educación Ambiental – Sensibilización y concienciación ambiental*. Recuperado de: <http://www.lineaverdehuelva.com/lv/consejos-ambientales/educacion-ambiental/sensibilizacion-y-concienciacion-ambiental.asp>
- Álvarez, J. (2012). *Describe los siguientes aspectos importantes de la recuperación de concreto*: Recuperado de: Prezi, Art. “Concreto Reciclado” <https://prezi.com/o5w3raulsl-7/concreto-reciclado/>
- Bartesaghi Koc. (2011). *Reciclaje Sistémico – Instalaciones de tratamiento y disposición final de los residuos urbanos de Arequipa metropolitana*. P.114. Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Arequipa –Perú.
- Berent, R. & Vedoya, D., (08 Julio 2006). *Modelo de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos Urbanos*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional del Nordeste. Provincia de Chaco Argentina.
- Berent, Mario R. (2001). *Gestión Ambiental de Residuos Sólidos en Pequeñas Ciudades del Nordeste Argentina*. Leandro N. Alem. Mimeo 140p. Universidad Nacional del Nordeste - República Argentina.
- Bermejo Urzola, Gustavo Adolfo (Octubre – 2016) *Lineamientos Para La Gestión Ambiental de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) Generados en Barranquilla D.E.I.P. ///* Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Estudios Ambientales y Rurales Maestría en Gestión Ambiental/// Barranquilla//Colombia.

- Burguera Andrés; Duran Neliana Álvarez Evic; Montilla Gabriel; (2015) *Reciclaje de materiales de escombros para ser utilizados por las nuevas generaciones*. Mérida Colombia.
- BVSDE, Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental (2000). Tema 17. *Método sencillo del análisis de residuos sólidos*. Washington D.C., Estados Unidos. Recuperado de:  
<http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>
- Carrasco Días, S. 2012. *Metodología de Investigación Científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Lima: Editorial San Marcos.
- Cámara Chilena de la Construcción Unidad de Estudios (2014). *Estudio Preliminar Residuos De La Construcción En Antofagasta RESCONII / Antofagasta, Chile*.
- Castaño, Rodríguez, Lasso, Cabrera, Ocampo, (2013). *Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes*. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v17n38/v17n38a10.pdf>
- Castrillón M., González H., Quispe O., Urhán R., Fandiño G. (2014). *Metodología para la Implementación del Sistema de Gestión Integral de la Energía. Fundamentos y Casos Prácticos*. Primera edición, 2014, Universidad Autónoma de Occidente km. 2 vía Cali-Jamundí, A.A. 2790, Cali, Valle del Cauca, Colombia.
- Castro G., & Vega O., (2009). *Plan de Manejo Integral de Residuos, Planta de Concreto Puente Aranda, Holcim Colombia S.A. Año 2009*. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Especialización en Ingeniería Ambiental, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Cisneros, S. Morillas, J., Camarena (2012). *Cálculo de cubicaciones mediante aproximación funcional e integración*. "Modelling in Science Education and Learning, Volumen 5, No. 1, 2012. Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada, Universidad Politécnica de Valencia
- Congreso de la Republica (2000). Ley 27314 Ley General de Residuos Sólidos. Lima. Perú.

- Chávez, P. & Guarín, C. (2014). *Gestión logística y operacional de la unidad de reciclaje de residuos de construcción y demolición*. Revista Ingeniería Industrial. Vol. 13 Núm. 2. Recuperado de: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/89>
- De Souza, C. A. (2006). *Utilização de Resíduo de Concreto como Agregado Miúdo para Argamassa de Concretos Estruturais Convencionais*. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais UFMG, Belo Horizonte. Brazil.
- Dirección Provincial de Servicios Comunes de la Ciudad de La Habana Laboratorio de Análisis de Residuos. *Guía para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (2007)* Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) Secretaría Estatal para Asuntos Económicos (SECO) Laboratorio de Análisis de Residuos (LARE) M.Sc. Alejandro Fernández Colomina Director Nacional del Proyecto de Manejo de Residuos Urbanos M.Sc. Mayra Sánchez-Osuna Vice-Directora de la Sección de Energía y Producción Más Limpia de la ONUDI La Habana Cuba.
- Diario El Peruano. “*Ley general de residuos sólidos N° 27314*”.
- Diputación de granada (11 de mayo 2001). *Plantas de residuos de construcción y demolición. Servicios de Tratamiento de Residuos Municipales*. Recuperado de: [http://www.resurgranada.es/plantas\\_rcd.php](http://www.resurgranada.es/plantas_rcd.php)
- D.S. 019 - 2016- VIVIENDA *Decreto Supremo que Modifica el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición*, Aprobado por Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA; Lima Perú.
- Engineering J. (2015). Lean construction: *La mejora continua en el sector de la construcción*. Australia. Fuente <http://www.progressalean.com/lean-construction-mejora-continua-sector-construccion/>
- Formoso, C., JOBIM, M., (1998). *Perdas de Materiais na construção de edificações: Estudo em Canteiros de Obras no Estado do rio Grande do Sul*”, Sao Paulo Brasil.

- Galarza, M. (2011). *Desperdicio de materiales en obras de construcción civil: métodos de medición y control*. Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima Perú.
- Guía Informativa en Obras Menores del Ministerio del Ambiente, Dirección General de Calidad Ambiental, (mayo 2016). *Manejo de residuos de construcción y demolición*. Perú.
- <https://es.slideshare.net/FabianRuiz5/manejo-de-residuos-de-construccion-y-demolicion>
- Guía para Evaluación de Impacto Ambiental para Proyectos de Residuos Sólidos Municipales, (1997)*. Banco Interamericano de Desarrollo diciembre. Plan Nacional de RCD de la Comunidad de Madrid - 2001-2006.
- Guzmán M. (2014). *Problemas socioeconómicos de Guatemala*
- Huaricallo, Gordillo (2016) *Centro sostenible de gestión integral y de reciclaje industrializado de los residuos sólidos urbanos en la provincia de Tacna. Tacna Perú*.
- Jofra Sora, Marta, (2016) *Metodología gestión ambiental de RCD en ciudades de América Latina*, Fundación ENT Barcelona España.
- Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental LEY N° 27446 (20 de abril de 2001). *Reciclaje artístico – transformación de desechos*. Pág. 06. Recuperado de:
- [http://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/blog/images/trabajos/10775\\_41496.pdf](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/blog/images/trabajos/10775_41496.pdf).
- Limache Quispe, Nieves Esmeralda (2016) *“Planta de Reciclaje y Procesamiento para Residuos Sólidos Urbanos en la Provincia de Tacna – 2016”*. Tacna Perú
- López, C. (2001). *Modelos de Gestión de Calidad. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del año 2001*.
- <http://www.jesuitasleon.es/calidad/Modelos%20de%20gestion%20de%20calidad.pdf>

- Llave Escobedo, Elia Emma; Ulloa Zavaleta, José Luis; Vega Acosta, Larry Alexis. (2016) *Conocer el problema ambiental generado por los residuos de la construcción civil*. Trujillo Perú
- Ministerio del Ambiente (2009). *Informe Anual de Residuos Sólidos Municipales en el Perú, Gestión 2008*. Lima.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente de la Ciudad de La Habana/ Dirección Provincial de Servicios Comunes / Agencia de Cooperación Internacional del Japón (Jica) República de Cuba (marzo, 2007) *Estudio del Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de La Habana/ Informe Final*. La Habana, Cuba.
- Ministerio de Energía Chile (2011). *Manual de Biogás*. Santiago de Chile. Pág. 16.
- Ministerio del Medio Ambiente República de Chile (2013) *Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental Chile*. Santiago de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente República de Chile (2013) *Reglamento de la Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental Santiago de Chile*.
- Ministerio de Vivienda, *Decreto Supremo N° 003--2013-Vivienda, (2016) que modifica el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición*, D.S. N° 019 – 2016- MVCS.
- Martínez, M. (2015). *Ecosistemas*. Universidad Nacional de San Luis. San Luis. pág. 02.
- Municipalidad Provincial de Tacna; Equipo Técnico de la Municipalidad Provincial de Tacna (2001) *“Plan director año 2001-2010”*. Tacna Perú
- Municipalidad Provincial de Tacna; Equipo Técnico Gerencia de Desarrollo Urbano (2014) *Mejoramiento del Servicio de Ordenamiento Territorial en la Provincia de Tacna // Plan Desarrollo Urbano de la Ciudad de Tacna 2014 – 2023*. Tacna Perú
- Municipalidad Provincial de Tacna; Equipo Técnico de la Unidad Formuladora de la MPT. 2007; *Estudios de Pre Inversión a Nivel Perfil Mejoramiento de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales en el Distrito de*

- Tacna y la Disposición Final de los Residuos Municipales en la Ciudad de Tacna, Provincia de Tacna, Departamento de Tacna.* Tacna Perú
- Municipalidad Provincial de Tacna Equipo Técnico de MPT de gerencia de gestión ambiental (2010); Aprobación de proyecto “*Mejora del sistema integral del manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Tacna*”. Tacna Perú
- Municipalidad Provincial de Tacna, Asistencia Técnica PAT-PDU/MPT (2015). *Proyecto mejoramiento del servicio de ordenamiento territorial en la provincia de Tacna. Convenio de asistencia técnica para la formulación del plan de acondicionamiento territorial y del plan de desarrollo urbano.* “*Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Tacna 2015-2025*”. Tacna Perú
- Muñoz, A. Fabres, J. y Cardenas, R. (2011). *Residuos sólidos del proceso de construcción de viviendas en Chile – cuantificación, caracterización y establecimiento de indicadores.* Chile. VI Encuentro Nacional e IV Encuentro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis – Vitória.
- OEFA Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, Informe 2013 – 2014 *Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de Gestión Municipal Provincial / / Índice de Cumplimiento de los Municipios Provinciales a Nivel Nacional.* Lima Perú
- Platzeck, Maria E. Campaña, Horacio. (2007). *Diseño y Evaluación de Estrategias para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos.* Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Bahía Blanca. Argentina.
- Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (2004).* Tacna PIGARS Tacna.
- Progressa lean, (2015). *Lean construction: la mejora continua en el sector de la construcción.* <http://www.progressalean.com/lean-construction-mejora-continua-sector-construccion/>
- Ramírez, T. (2014). *Instrumentos para el Mejoramiento en la Gestión de la Política de Aprovechamiento de Residuos de Construcción y Demolición en Bogotá D.C. A Partir de las Percepciones de los Constructores de Obras Públicas.* Facultad de Estudios Ambientales y Rurales Maestría en

- Gestión Ambiental, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá Dc. Colombia.
- Ramos O., (2013). *Propuesta de gestión ambiental de residuos sólidos para el distrito de Locumba, Provincia Jorge Basadre – Tacna*. (Tesis de maestría). “Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann”, escuela de post grado7/ Maestría en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible.
- Sakurai Kunitoshi (2000) *Método Sencillo del Análisis de Residuos Sólidos Asesoría Regional en Residuos Sólidos CEPIS/OPS 2000* recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>
- Salazar Falla, María Margarita (2010) *Formulación del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos del Centro Comercial San Pedro Plaza de la Ciudad de Neiva- Huila --- ///Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Carrera de Ecología, Bogotá, dc. Colombia*.
- Semana de la ciencia (12 de julio de 2018). *Los residuos urbanos y su problemática. Gestión y Tratamiento de los Residuos Urbanos*. Recuperado de: <http://www2.uned.es/biblioteca/rsu/pagina1.htm>
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2001). *Guía para la Gestión de residuos sólidos Municipales*. México 2001.
- Secretaria General de Medio Ambiente (14 de junio 2001). *Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demoliciones. España*. Madrid 14 de junio.
- Tchobanoglous, George. y otros. (1994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos. Madrid, McGRAW-HILL*.
- UNED, 2009” *Los residuos urbanos y su problemática” Gestión y Tratamiento de los Residuos Urbanos –2009 Madrid España*
- Zarate, Rendón, Reyes, Cuevas, Galván, y Rojas. (1999). *Composición Arquitectónica*. Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.

# **ANEXOS**

## ANEXOS, PLANOS Y REGISTRO FOTOGRÁFICO.

Anexo 1.

Formato de encuesta realizada a la población del C.P.M. Augusto B. Leguía

### FORMATO DE ENCUESTA REALIZADA A LA POBLACION DEL C.P.M.AUGUSTO B. LEGUIA SOBRE EL MANEJO DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION

#### DATOS GENERALES DEL USUARIO:

Nombres y Apellidos			
Dirección			Referencia
Ocupación			Tiempo de residencia Aprox.
Número de familias que ocupan el predio			

#### DATOS GENERALES DEL PREDIO

Área Aprox.	Frente del lote	Perímetro Aprox.	
Forma del Predio:	Regular	Irregular	
Ubicación en la Manzana:	Esquina	Interior de la cuadra	
Topografía:	Llano	Con pendiente	Mixto

Usos	Vivienda		Viv. Comercio	Viv. Taller	Deposito	Otro	
Áreas Libres	SI	NO	Uso área libre	Jardín	Deposito	Expansión	Otro
Materiales Predominantes	Concreto		Adobe	Mixto ( Concreto- Madera)		Precario	
Altura de la Edificación	Un nivel + azotea		2 niveles + azotea	3 niveles + azotea		4 niveles a mas	
Estado de Conservación	Bueno		Regular	Malo		Provisional	
Servicios Básicos	Todos		Agua y Desagüe	Luz y Telefonía		Ninguno	

#### SOBRE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION

##### ESTADO DE LA EDIFICACIÓN:

Culminada	En proceso y ejecución	En proceso interrumpido	Sin proyecto ni ejecución de obra
-----------	------------------------	-------------------------	-----------------------------------

#### SOBRE LAS OBRAS A EJECUTAR

Construcción nueva	Ampliación con demolición	Ampliación sin demolición
Modificación con demolición	Mantenimiento Edificación Existente	Sin Ejecución

#### RESPONSABILIDAD DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Profesional	Empresa contratista	Maestro de obra	Autoconstrucción
-------------	---------------------	-----------------	------------------

**MANEJO DE LOS RESIDUOS****DISPOSICIÓN FINAL:**

Pago a terceros por limpieza y eliminación del residuo a botaderos

Eliminación del residuo en lugar cercano al predio

¿Reciclaje o reutilización del residuo?

Cuál es el residuo que recicla:	Concreto	Madera	Fierro o Metal	Otro
---------------------------------	----------	--------	----------------	------

¿Qué hace con el residuo que no lo recicla?, ¿Lo desecha?

Venta a terceros	Reciclador ambulante (Cachinero)	( Lo lleva y vende "Cachina"	Camión desmote
------------------	----------------------------------	------------------------------	----------------

¿Lo utiliza en su construcción o en su predio?

¿Lo guarda indefinidamente o hasta cuando lo necesite?

**SOBRE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

¿Cree que la disposición de los residuos de la construcción origina una situación de contaminación ambiental?

SI	NO	NO SABE
----	----	---------

¿Qué tipo de contaminación cree que se genera?

Aire	Agua	Suelo	Visual u Ornato	Otro
------	------	-------	-----------------	------

En la actualidad la disposición final de los residuos de construcción se da en botaderos informales áreas públicas reservadas para equipamientos y a veces en lotes cercanos a su predio y que aún no son ocupados.

¿Dónde cree que se debiera realizar la disposición final de los residuos de construcción?

En botaderos fuera de la ciudad	cercanos de su ámbito	NO es sabe , no opina
---------------------------------	-----------------------	-----------------------

**SOBRE EL PLAN DE GESTIÓN**

Estaría dispuesto a participar en un Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición	SI	NO
---	----	----

¿Quién o Quiénes cree que deban ser los responsables de ejecutar el Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición?

Gob. Regional	Municipalidad Prov.	Junta vecinal	Asoc. de Vivienda
---------------	---------------------	---------------	-------------------

**SOBRE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE CONCRETO.**

Que opina si pudiera disponer de sus residuos de construcción en una planta de tratamiento

De Acuerdo	En Desacuerdo	No Sabe, No opina
------------	---------------	-------------------

Anexo 2.

Formato de encuesta a empresas constructoras que operan en el C.P.M. Augusto b. Leguía

**FORMATO DE ENCUESTA A EMPRESAS CONSTRUCTORAS QUE OPERAN EN EL C.P.M. AUGUSTO B. LEGUIA**  
**SOBRE EL MANEJO DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION**

**DATOS GENERALES DE LA EMPRESA:**

<b>Razón Social</b>			
<b>Dirección</b>			<b>Referencia</b>
<b>Ocupación</b>			<b>Tiempo de residencia Aprox.</b>

<b>¿Desde cuándo opera en la ciudad de Tacna?</b>		
0- 5 años	5 años a 10 años	10 años a mas

<b>¿Qué tipo de obras ejecuta?</b>			
Obras civiles	obras de saneamiento	obras de mantenimiento	obras de Asfalto

<b>Las obras más frecuentes que realiza:</b>		
Construcciones nuevas	Casco Gris	Acabados en general
Carpintería Metal y Madera	Demoliciones totales	Demoliciones parciales
Refacciones y reparaciones	Pintura en general	Instalación de Vidrios
Instalaciones sanitarias	Instalaciones eléctricas	Instalaciones especiales
Movimiento de tierras	Eliminación de desmonte	Compactación de terreno
Excavación de zanjas	Base y sub base	Imprimado y Asfalto
<b>¿Cuál es el material residuo que más genera?</b>		
Concreto	Retazos de madera	Trozos metálicos
Envases varios	Residuos orgánicos	Basura variada (papel, telas .etc)
Retazos cerámicos	Residuos de asfalto	Otros

<b>¿Qué hace con los residuos que genera en los procesos constructivos?</b>	
Se selecciona y rehúsa lo que aun sirva	Se vende al reciclador
Se acumula y se elimina aun botadero	Lo deja dentro del terreno dela obra
Se contrata un tercero para que se lo lleve	No realiza ninguna acción

¿Realiza algún trabajo de reciclaje o reúso del material residuo que se genera durante la obra?

**SOBRE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

<b>¿Cree que la disposición de los residuos de la construcción origina una situación de contaminación ambiental?</b>		
SI	NO	NO SABE

<b>¿Qué tipo de contaminación cree que se genera?</b>				
Aire	Agua	Suelo	Visual u Ornato	Otro

En la actualidad la disposición final de los residuos de construcción se da en botaderos informales áreas públicas reservadas para equipamientos y a veces en lotes cercanos a su predio y que aún no son ocupados. ¿Dónde cree que se debiera realizar la disposición final de los residuos de construcción?		
En botaderos fuera de la ciudad	cercanos de su ámbito de trabajo	NO es sabe , no opina

<b>SOBRE EL PLAN DE GESTIÓN</b>
---------------------------------

Estaría dispuesto a participar en un Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición	SI	NO
---	----	----

¿Quién o Quiénes cree que deban ser los responsables de ejecutar el Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición?			
Gob. Regional	Municipalidad Prov.	Junta vecinal	Asoc. de Vivienda

<b>SOBRE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE CONCRETO.</b>
---

Que opina si pudiera disponer de sus residuos de construcción en una planta de tratamiento		
De Acuerdo	En Desacuerdo	No Sabe, No opina

## EXPEDIENTE FOTOGRÁFICO

### PROCESO DE GENERACION DE UN BOTADERO INFORMAL

#### 1ºEtapa

Llega el residuo de la construcción en volúmenes pequeños y casi siempre no es percibido.



## 2° Etapa

Se empieza a acumular el residuo doméstico y como este, es más frecuente la acumulación se hace evidente, y ya trae alteración en su entorno.



### 3° Etapa

Finalmente, la acumulación se hace más que evidente, son volúmenes de residuos variados que afectan su entorno sosteniblemente y demandan procesos de erradicación muy costosos



## TRABAJO DE MEDICIONES EN CAMPO DE LOS PUNTOS CRÍTICOS.

### 1. Junta Vecinal Los Nardos



## 2. Junta Vecinal Augusto B. Leguía



### 3. Junta Vecinal Cristo Rey



4. Junta Vecinal Los Lirios – Cecoavi



## Generación de los Residuos de la Construcción y Demolición



Limpeza del terreno



Excavaciones y demoliciones



Organización de la obra.

Residuos de ladrillos y otros



Residuos de Maderas.



Residuos Plásticos



Residuos Metálicos.



En algunas Obras Residuos de Asfalto



Residuos de preparación de asfalto y otros.

