

UNIVERSIDAD ESAN



**Generación de Valor Público a través de un proyecto sinérgico de gestión
de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana**

**Tesis presentada en satisfacción parcial de los requerimientos para obtener
el grado de Maestro en Gestión Pública por:**

Jesús Augusto Alcántara Palacios _____

Javier Valentino Adanaqué Burga _____

Luis Alberto Gonzalo Del pino _____

Carlos Jorge Manuel Villamarín Zúñiga _____

Programa de la Maestría de Gestión Pública

Lima, 14 de marzo de 2019

Esta tesis

**Generación de Valor Público a través de un proyecto sinérgico de gestión de
residuos sólidos en Arequipa Metropolitana**

ha sido aprobada.

Víctor Tateishi Saito
(Jurado)

José Ventura Egoavil
(Jurado)

César A. Fuentes Cruz
(Asesor)

Universidad ESAN

2019

Dedico este trabajo con todo cariño y amor a mis padres, por su apoyo constante, por llenar mi vida con sus valiosos consejos.

Javier Valentino Adanaqué Burga

Dedico esta tesis a todas aquellas personas que han sido un soporte muy fuerte en todo momento, primero a Dios, por guiarme y estar conmigo en cada paso, a mi familia por siempre darme su apoyo incondicional y las fuerzas de seguir adelante.

Jesús Augusto Alcántara Palacios

Dedico esta tesis a mi madre, a mis hermanos, mi novia, mis tíos y a toda mi familia en general por brindarme todo el apoyo incondicional y, sobre todo, por creer en mí y en que lograría mi meta.

Luis Alberto Gonzalo Del pino

Dedico este trabajo a Dios y a mi familia, quienes me han brindado su cariño, amor, paciencia, apoyo y sabios consejos, haciendo posible cumplir esta meta.

Carlos Jorge Manuel Villamarín Zúñiga

ÍNDICE GENERAL

RELACIÓN DE TABLAS	viii
RELACIÓN DE GRÁFICOS	ix
RELACIÓN DE ANEXOS	x
RESUMEN EJECUTIVO	xxiii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. <i>Objetivo General</i>	2
1.1.2. <i>Objetivos Específicos</i>	2
1.2. Justificación.....	3
1.3. Alcances	4
1.4. Limitaciones	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Marco legal.....	6
2.2. Articulación de políticas públicas	13
2.3. Residuos Sólidos	15
2.3.1. <i>Definición</i>	15
2.3.2. <i>Clasificación</i>	16
2.3.3. <i>Ciclo de vida de los residuos sólidos municipales</i>	17
2.3.4. <i>Programas de segregación en fuente</i>	18
2.3.5. <i>Economía Circular</i>	24
2.4. Implicancias de la gestión de residuos sólidos en la salud pública.....	25
2.4.1. <i>Principales vectores en la transmisión de enfermedades</i>	27
2.4.2. <i>Enfermedades transmitidas por roedores</i>	27
2.4.3. <i>Enfermedades transmitidas por moscas domésticas y cucarachas</i>	27
2.4.4. <i>Enfermedades gastroentéricas</i>	28
2.4.5. <i>Enfermedades transmitidas por mosquitos</i>	28
2.4.6. <i>Enfermedades transmitidas por contaminación del medio ambiente</i> ..	29
2.5. Reaprovechamiento de residuos orgánicos	29
2.5.1. <i>Abonos orgánicos</i>	29
2.5.2. <i>Compost</i>	30

2.5.3. <i>Proceso de elaboración de compost</i>	31
2.5.4. <i>Tipos de compost</i>	31
2.5.5. <i>Parámetros de calidad para el compostaje</i>	32
2.5.6. <i>Ventajas del compost</i>	34
2.5.7. <i>Propuesta para la producción de compost</i>	35
2.5.8. <i>Proceso del compostaje</i>	36
2.5.9. <i>Microorganismos eficaces</i>	36
2.5.10 <i>Calidad del compost</i>	37
2.6. Modelos de gestión de residuos sólidos municipales.....	39
CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	42
3.1. Generación de residuos en Arequipa Metropolitana.....	42
3.2. Enfoque individual y global de la gestión de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana	44
3.2.1. <i>Enfoque individual</i>	44
3.2.2. <i>Enfoque global</i>	46
3.3. Identificación de brechas en el servicio de limpieza pública.....	48
3.3.1. <i>Brechas correspondientes a aspectos operativos</i>	48
3.3.2. <i>Brechas correspondientes a aspectos financieros</i>	50
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE STAKEHOLDERS	55
4.1. Identificación de Stakeholders	55
4.2. Análisis de Stakeholders	55
4.2.1. <i>Gobiernos Locales</i>	55
4.2.2. <i>Trabajadores municipales</i>	56
4.2.3. <i>Recicladores</i>	57
4.2.4. <i>Intermediarios</i>	59
4.2.5. <i>Población de Arequipa Metropolitana</i>	59
4.3. Análisis de poder e interés	60
CAPÍTULO V. PROPUESTA DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA	64
5.1. Delimitación de la propuesta.....	64
5.2. Finalidad de la propuesta	64
5.3. Alcance de la propuesta	65
5.4. Duración de la propuesta.....	65
5.5. Propuesta de valorización	65

5.6. Propuesta de integración municipal	65
5.7. Estimación de la evolución demográfica y generación de residuos en Arequipa Metropolitana	66
5.7.1. <i>Evolución demográfica</i>	67
5.7.2. <i>Evolución de generación de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana</i>	68
5.8. Metodología para formular la propuesta de APP	69
5.9. Diseño de la propuesta	69
5.9.1. <i>Servicio de barrido</i>	69
5.9.2. <i>Recolección y transporte de residuos sólidos</i>	73
5.9.3. <i>Transferencia de residuos sólidos</i>	76
5.9.4. <i>Reaprovechamiento de residuos sólidos</i>	78
5.9.5. <i>Disposición final</i>	86
5.10. Estructura organizacional del Concesionario	87
5.11. Estrategias de comercialización	88
CAPÍTULO VI. INVERSIONES	90
6.1. Inversiones en Activos Fijos	90
6.2. Cesión de vehículos e infraestructura	91
6.3. Gastos administrativos de la gestión de residuos sólidos	92
CAPÍTULO VII. INGRESOS DEL PROYECTO	94
7.1. Ingresos generados por prestación de servicios de limpieza.....	94
7.2. Estimación de ingresos por reaprovechamiento de residuos.....	95
CAPÍTULO VIII. EVALUACIÓN ECONÓMICO FINANCIERA	97
8.1. APP Autosostenible	97
8.1.1. <i>Evaluación Económica</i>	97
8.1.2. <i>Análisis del VAN y TIR económicos</i>	100
8.1.3. <i>Evaluación Financiera</i>	100
8.1.4. <i>Análisis del VAN y TIR financieros</i>	101
8.2. APP Cofinanciada	102
8.2.1. <i>Evaluación Económica</i>	102
8.2.2. <i>Análisis del VAN y TIR económicos</i>	105
8.2.3. <i>Evaluación Financiera</i>	105
8.2.4. <i>Análisis del VAN y TIR financieros</i>	106

8.3. Justificación del modelo de Asociación Público Privada	107
8.4. Implicancias legales respecto a la comercialización de compost.....	111
8.4.1. Comercialización de compost	111
8.4.2. Supuestos de Cofinanciamiento.....	113
CAPÍTULO IX. GENERACIÓN DE VALOR PÚBLICO	115
CONCLUSIONES	117
RECOMENDACIONES.....	120
ANEXOS	121
BIBLIOGRAFÍA	173

RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 2.1	Condiciones de los desechos biodegradables.....	33
Tabla 2.2	Características de los desechos biodegradables	33
Tabla 2.3	Parámetros de calidad.....	38
Tabla 3.1	Residuos sólidos generados en Arequipa Metropolitana	43
Tabla 3.2	Ejecución presupuestal en gestión de residuos sólidos Arequipa Metropolitana (2017).....	51
Tabla 3.3	Fuentes de Financiamiento: Recursos Directamente Recaudados Año 2017.....	52
Tabla 3.4	Fuentes de Financiamiento: Recursos Determinados..... Año 2017.....	53
Tabla 4.1	Análisis de poder e interés.....	61
Tabla 5.1	Evolución demográfica de Arequipa Metropolitana	67
Tabla 5.2	Proyección de residuos sólidos generados en Arequipa Metropolitana	68
Tabla 5.3	Costos del servicio de barrido	70
Tabla 5.4	Costo del servicio de recolección y transporte.....	74
Tabla 5.5	Costo del servicio de transferencia.....	77
Tabla 5.6	Costo de la valorización de residuos	80
Tabla 5.7	Composición de residuos inorgánicos de Arequipa Metropolitana.....	84
Tabla 5.8	Ingresos por comercialización de residuos reciclables.....	85
Tabla 6.1	Inversión total en Activo fijo.....	90
Tabla 6.2	Gastos Administrativos	92
Tabla 7.1	Ingresos generados por prestación de servicios de limpieza pública ...	94
Tabla 7.2	Ingresos del proyecto.....	96
Tabla 8.1	Flujo de Caja Económico – APP Autosostenible.....	99
Tabla 8.2	Flujo de Caja Financiero – APP Autosostenible.....	101
Tabla 8.3	Flujo de Caja Económico – APP Cofinanciada.....	104
Tabla 8.4	Flujo de Caja Financiero – APP Cofinanciada.....	106

RELACIÓN DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 Etapas del manejo de residuos sólidos.....	18
Gráfico 2.2 Flujograma del reaprovechamiento de residuos sólidos.....	23
Gráfico 2.3 Diagrama del sistema de la economía circular	25
Gráfico 2.4 Principales beneficios del compost.....	35
Gráfico 3.1 Composición de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana	44
Gráfico 5.1 Geolocalización de la planta de tratamiento	82
Gráfico 5.2 Organigrama	88
Gráfico 8.1 Diagrama de flujo de decisión de modelos de gestión de residuos sólidos municipales	108

ANEXOS

ANEXO N° 1 Datos Generales.....	122
ANEXO N° 2 Inversiones adicionales – Año 4.....	129
ANEXO N° 3 Inversiones adicionales – Año 8.....	130
ANEXO N° 4 Estimaciones: Población, generación de residuos, costos e ingresos.....	131
ANEXO N° 5 APP Autosostenible – Flujo de Caja Económico y Financiero...	134
ANEXO N° 6 APP Cofinanciada – Flujo de Caja Económico y Financiero.....	138
ANEXO N° 7 Datos para el cálculo del WACC	142
ANEXO N° 8 Datos para el cálculo del riesgo país	143
ANEXO N° 9 Hoja de cálculo para determinar área de planta de compost	150
ANEXO N° 10 Entrevista realizada a Luis Montoya Centi	152
ANEXO N° 11 Entrevista realizada a Eduardo De la torre Jave.....	155
ANEXO N° 12 Entrevista realizada a Teodoro Saico Saico	158
ANEXO N° 13 Entrevista realizada a Cedio Flores	160
ANEXO N° 14 Entrevista realizada a Alicia Gregoria Cruz.....	162
ANEXO N° 15 Entrevista realizada a Rodolfo Aragón.....	164
ANEXO N° 16 Entrevista realizada a Elio Cesar Herrera Machaca	169
ANEXO N° 17 Entrevista realizada a Eloy Pari.....	171

Expresar mi gratitud a Dios, que con su bendición llena siempre mi vida, a mis padres y hermanos por estar siempre presentes y a mi esposa e hija por ser la motivación e inspiración para seguir adelante.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Profesor César Fuentes, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Javier Valentino Adanaqué Burga

En estas líneas quiero agradecer a todas las personas que estuvieron conmigo en todo momento. A mis padres por todo su amor, comprensión y apoyo en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, pero sobre todo gracias por la paciencia que me han tenido. A nuestro asesor, el Dr. Cesar Fuentes, quien con su amplia experiencia y conocimientos nos orientaron al correcto desarrollo y culminación con éxito de este trabajo para la obtención del grado de Magister en Gestión Pública.

Jesús Augusto Alcántara Palacios

Agradezco a la universidad ESAN, a mis profesores que con su enseñanza contribuyeron en mi formación profesional y a mis amigos con los que compartimos durante estos años.

Luis Alberto Gonzalo Del pino

Agradezco a mis padres, Ana y Carlos, por su invaluable apoyo a lo largo de esta etapa; a Jesús Miranda, por sus valiosos consejos; y a nuestro asesor, profesor César Fuentes, por compartir con nosotros su conocimiento y experiencia para elaborar y culminar exitosamente este trabajo.

Carlos Jorge Manuel Villamarín Zúñiga

JAVIER VALENTINO ADANAQUE BURGA

Ingeniero Informático y de Sistemas con experiencia en: Auditoría Gubernamental, Administración de Centro de Información, Análisis y gestión de procesos (Producción, Logística, Almacén y Exportación), y actividades sociales en comunidades andinas y selváticas (Centro y sur de Perú). Conocimientos de inglés. Con aspiración en conformar parte de la dirección de la gestión pública.

FORMACIÓN

- 2016 - 2019** **Escuela de Administración de Negocios para Graduados – ESAN**
Maestría en Gestión Pública con mención en gestión de Asociaciones Público Privadas.
- 2000-2006** **Universidad de Chiclayo - UDCH**
Ingeniero Informático y de Sistemas

EXPERIENCIA

- May 17 – Presente Auditor de la Contraloría General de la República (CGR), asignado al Órgano de Control Institucional de PERUPETRO S.A. Integrante en Auditorías de Cumplimiento, Elaboración de procedimientos de auditoría de cumplimiento, Elaboración y desarrollo del planeamiento, procedimientos e informes de Acciones simultáneas y Servicios Relacionados, Comunicación de alertas u Orientaciones de Oficio, según los casos presentados durante el desarrollo de las actividades de auditoría.
- Dic 13 – May 17 Auditor en el Instituto Nacional Penitenciario (INPE).
- Dic 13 – May 14 Auditor de la Unidad de Control Regional de la Oficina Regional Nor Oriente San Martín (INPE). Coordinaciones con el Jefe del OCI - INPE (Sede Central – Lima), formular y proponer el presupuesto anual de la Unidad de Control Regional, Efectuar y coordinar el control preventivo sin carácter vinculante a la

- Dirección Regional de la Oficina Regional, dirigir y supervisar el seguimiento de las medidas correctivas en el ámbito de la jurisdicción regional (Amazonas – San Martín y Loreto).
- May 14 – May 17 Auditor del Órgano de Control Institucional del INPE (Sede Central). Integrante/Especialista en Auditorías de Cumplimiento, Elaboración de procedimientos de auditoría asignados, Alertas, Deficiencias de control, Desviaciones de cumplimiento – Hallazgos, según los casos presentados durante el desarrollo de las auditorías de cumplimiento (Servicios de alimentación, Construcción de Establecimientos Penitenciarios, Servicio de conectividad inalámbrica - adquisición de equipos de cómputo y tecnológicos de seguridad.
- Dic 12 – Nov 13 Encargado de Operaciones y Logística en la empresa Vita Canadá Perú Import & Export E.I.R.L. Encargado del área de operaciones y logística (análisis de cotizaciones de compras de productos y adquisición de servicios), asistencia en soporte informático y apoyo en el área de exportaciones (trámites documentarios, generación de cotizaciones de ventas para clientes en el exterior, supervisión en las operaciones de procesamiento del producto y embarque de los contenedores de carga (20 y 40 pies).
- Feb 11 – Jun 11 Coordinador Distrital/Centro Poblado en la ODPE Chanchamayo – Región Junín, de la Oficina Nacional de Procesos Electorales (ONPE). Responsable de la Ejecución del Plan Operativo Electoral del Centro Poblado Yurinaki y del distrito de Vitoc de la ODPE Chanchamayo (Región Junín), realización de coordinaciones con las autoridades pertinentes (nativas, comunales, sociales, etc.), desarrollo de las actividades según el plan operativo electoral, capacitación a la población,

comunidades nativas y llevar a cabo el proceso electoral, coordinación en el traslado del material electoral.

- Set 10 – Dic 10 Asistente del Plan Operativo Electoral de la ODPE Tambopata – Región Madre de Dios, de la Oficina Nacional de Procesos Electorales (ONPE). Encargado de la coordinación y asistencia en el Plan Operativo Electoral (APOE) de la Sede de la ODPE Tambopata (Programación y organización con los Coordinadores distritales en el desarrollo de actividades y elaboración de los reportes), asistencia en el desarrollo de tareas del Centro de Cómputo, Área de Logística, Administración; así como el desarrollo del Informe Cualitativo (IC), Reporte de Cumplimiento de Procesos (RCP), Reporte de Monitoreo de indicadores y estadísticas.
- Jul 09 – May 10 Jefatura del Departamento de Sistemas en la empresa AGROJUGOS S.A.C. Responsable de la gestión en las Comunicaciones (Telefonía Fija, Telefonía Móvil, Internet); Labores de Soporte en las Computadoras, en el Servidor, en las Redes, Cuentas de Correo, Instalación de Sistemas (Planillas, Contable), y Programas, etc. y Apoyo en el Área de Recursos Humanos (Elaboración de Planillas, PDT, Asistencias) y Contabilidad (Generación del PDB).
- Set 08 – Dic 08 Becado en la Superintendencia de Mantenimiento de la Refinería Talara de la empresa estatal Petróleos del Perú (PETROPERÚ S.A). Manejo del Sistema de Mantenimiento Preventivo de la Refinería Talara (actualización en las programaciones de trabajo, emisión de reportes, etc.), apoyo en el manejo del Sistema Integrado “JD Edwards” (ERP), y en los procesos y costos (Órdenes de Trabajo) y trámites con las Áreas de Logística, Almacén, Talleres, etc.

- May 08 – Set 08 Practicante Profesional en el Departamento de Caja y Tesorería de la empresa AGRO PUCALÁ S.A.A. Apoyo en el trámite documentario, coordinaciones en el Departamento de Caja y Tesorería (Debe, Haber, Reporte Diario de Caja, Atención en los Pagos de Jubilados-Adeudos-CTS, análisis, seguimiento y control de la documentación, etc.); y apoyo en Coordinaciones con Contabilidad General, etc.
- Jun 06 – Ago 06 Practicante Pre Profesional en la Oficina de Administración del Servicentro de la empresa AGROINDUSTRIAL TUMÁN S.A.A.) Estudio e investigación en los procesos que desarrolla el Área de SERVICENTRO; actividades, procedimientos, actores, maquinaria, materiales, herramientas y documentos que participan en el Mantenimiento; y la culminación del mismo con el desarrollo de un Sistema de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Maquinaria Agrícola Pesada.

CAPACITACIONES

- Curso de Control Interno del Sector Público (2017 - CGR).
- Curso de Contrataciones del Estado (2016 – Universidad Continental/OSCE).
- Curso de Servicio de Control Simultáneo (2015 - CGR).
- Curso de Contrataciones del Estado (2015 - CGR).
- Curso de Auditoría de Cumplimiento (2015 - CGR).
- Diplomado de Contrataciones del Estado (2013/2014 - Instituto Académico de Gestión Pública e Integral/OSCE).
- Diplomado de Gestión Logística y Operaciones (2012/2013 - Universidad ESAN).
- Curso de especialización a nivel de postgrado: “Implementación y Auditoría de Sistemas Integrados de Gestión en: Calidad Ambiental, Responsabilidad Social, Seguridad y Salud Ocupacional” (2011/2012 – UNALM).

JESUS AUGUSTO ALCÁNTARA PALACIOS

Ingeniero Ambiental y Sanitario, colegiado y habilitado, Maestría en Gestión Pública en la universidad ESAN, con más de 5 años de experiencia en control y programación de mantenimientos hospitalarios, supervisión y ejecuciones de proyectos sanitarios en el sector salud, programas de control epidemiológico, supervisión y monitoreo de los mantenimientos viales en el sector transporte, control, supervisión y monitoreo ambiental en sector minero, implementación y desarrollo de programas de gestión de residuos sólidos municipales. Destreza para liderar equipos de alto rendimiento y mejora continua en productividad y eficiencia generando óptimo clima laboral. Con altos valores éticos, alta orientación a resultados e interés en seguir desarrollándome profesionalmente en el área de la ingeniería y gestión.

FORMACIÓN

2016 – 2019	Escuela de Administración de Negocios para Graduados – ESAN Maestría en Gestión Pública.
2008 – 2013	Universidad San Luis Gonzaga de Ica Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria Título en Ingeniería Ambiental y Sanitario

EXPERIENCIA

2015 – 2019	Consorcio CBS Ejecutor de Obras y Servicios SAC - Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins – ESSALUD Empresa dedicada al rubro de la ingeniería, obras y servicios.
Abr 15 – Mar 19	Ingeniero Residente de Mantenimiento Sanitario y Electromecánica. Supervisión, seguimiento y monitoreo de los proyectos de infraestructura sanitaria. Coordinar la ejecución de los mantenimientos sanitarios de las instalaciones del hospital Edgardo Rebagliati Martins – EsSalud. Programación de mantenimientos mensuales y anuales de la institución.

Elaboración de términos de referencia para la contratación de obras y/o servicios de infraestructura sanitaria de tipo hospitalario.

Elaboración de expedientes técnicos y/o términos de referencia para la contratación y adquisición de bienes.

Supervisar, programar los mantenimientos a las instalaciones sanitarias del Hospital.

Realizar monitoreo de conservación sanitaria.

Realizar proyectos en instalaciones sanitarias.

Proponer y desarrollar soluciones de mejoras a las redes sanitarias de la institución, así mismo, en la actualidad se ha venido realizando el cambio parcial de tuberías de las redes principales de agua de todo el edificio, con un material que otorga mayores beneficios a la conservación de la misma, logrando así, un mejor diseño y desempeño de las instalaciones sanitarias del hospital, garantizando la calidad del servicio para el público usuario y colaboradores de la institución.

2013 – 2014

Ministerio de Transporte y Comunicaciones – Pro Vías-Descentralizado

Unidad Ejecutora del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, encargada de las actividades de preparación, gestión, administración y de ser el caso ejecución de proyectos y programas de infraestructura de transporte departamental y rural; así como el desarrollo y fortalecimiento de capacidades institucionales para la gestión descentralizada del transporte departamental y rural.

Jul 13 – Dic 13

Supervisor Monitor Vial

Ago 14 – Mar 15

Coordinar con las autoridades de los gobiernos provinciales y distritales la elaboración de los expedientes técnicos y los expedientes de contratación para los mantenimientos viales.

Supervisar los mantenimientos viales controlando que se cumpla la normativa vial vigente, estipulados en los expedientes técnicos.

Fiscalizar el seguimiento y cumplimiento de las políticas y normativas ambientales según la normativa ambiental peruana y los estándares internacionales.

Supervisar los riesgos laborales y la salud ocupacional de los trabajadores en obra según la ley de seguridad y salud ocupacional – Ley 29783 y los estándares internacionales.

Apoyo técnico para la conformación de microempresas de mantenimiento y en la elaboración de la programación de las actividades de mantenimiento rutinario.

Elaborar informes en donde se alerte a Pro-Vías Rural sobre la necesidad de construir y diseñar obras especiales para mitigar la inestabilidad en zonas críticas de caminos.

Actualización de la tipología de los caminos según metodología de Pro-Vías Rural.

CAPACITACIONES

Diplomado en contrataciones del Estado (2018 Escuela Nacional de Estudios Gubernamentales).

Diplomado En Derecho Y Políticas Ambientales (2014 Universidad del Pacífico).

Curso Taller Legislación Ambiental (2014 Universidad San Luis Gonzaga).

Programa de Especialización – Sistema de Gestión de Seguridad Y Salud en el Trabajo OHSAS 18001:2007 (2012 Universidad Nacional De Ingeniería).

Implementación y Auditoría De Los Sistemas Integrados De La Gestión De La Calidad Ambiental, Salud y Seguridad Ocupacional. (2012 Universidad Nacional de Ingeniería).

LUIS ALBERTO GONZALO DEL PINO

Doctor en Medicina de la Escuela Latinoamericana de Medicina (ELAM) – Cuba. Experiencia en la Atención Primaria de Salud y Atención Asistencial Hospitalaria, diagnóstico, lectura de exámenes complementarios y prescripción farmacológica y tratamiento no farmacológico, seguimiento integral de pacientes. Aspiración de desarrollo profesional en el campo Gerencial del sector Salud.

FORMACIÓN

- 2016 - 2019** **Escuela de Administración de Negocios para Graduados – ESAN**
Maestría en Gestión Pública.
- 2006 – 2012** **Escuela Latinoamericana de Medicina – ELAM – Cuba**
Doctor en Medicina (Título profesional). Colegiado en el Consejo Regional III – Lima, como Médico Cirujano con CMP 63220.

EXPERIENCIA

- 2015 – 2016** **Corte Superior de Justicia de Lima**
- 2017 – 2019** **Corte Superior de Justicia de Lima**
Ene 17 – Ene 19 Médico del Equipo Multidisciplinario de Apoyo al Juzgado de Familia. Evaluación psicosomática. Reconocimiento Médico Legal, valorización y elaboración de informe médico legal.
Set 15 – Dic 16 Médico del Equipo Multidisciplinario de Apoyo al Juzgado de Familia. Evaluación Psicosomática, Reconocimiento Médico Legal, valoración y elaboración del informe médico legal.
- 2013 - 2015** **SG Natclar S.A.C.**
Empresa dedicada a la prestación de servicios de atención médica a diferentes unidades mineras, en distintas zonas del país, Junín, Cerro de Pasco, Oyón y Pisco.
Jul 14 – Feb 15 Médico Asistente en Unidades Mineras. Atención médica, manejo de urgencias y emergencias en unidades mineras, por

enfermedades comunes y accidentes laborales, capacitación en primeros auxilios y enfermedades ocupacionales. Referencia laboral en Unidades mineras Volcán (Ticlio, Marhtunel, Carahuacra, San Cristóbal, Andaychgua, Vinchos). Unidad minera Brocal, Responsable del área Salud de la unidad Minera de San Cristóbal.

Dic 13 – Jun 14 Médico de salud ocupacional. Atención médica y evaluación de salud ocupacional en la Clínica de Oyón y Pisco, dando lectura de exámenes complementarios, exámenes psicométricos, elaboración de informes, entrega de resultados de aptitud, capacitación en primeros auxilios y enfermedades ocupacionales.

2012 – 2013 **Ministerio de Salud – Puesto de Salud Mariscal Cáceres – Micro Red de Salud Izcuchaca, Red de Salud Huancavelica**
Atención médica, manejo de urgencias y emergencias, manejo de emergencia a víctimas de accidentes de tránsito, AIS en las comunidades más alejadas, manejo de programas de salud.

CAPACITACIONES

Curso “Abordaje individual, Familiar y Social para Equipos Multidisciplinario en el contexto de los procesos Judiciales” (2018 –Universidad Cayetano Heredia).

Certificación en PreHospital Trauma Life Support Provider Course (PHTLS) Peruvian Life Support Trainers (2014 – Sociedad Peruana de Medicina Intensiva).

Diplomado en Salud Ocupacional (2014 – CMP Callao y Universidad Nacional de Trujillo).

Diplomado en Docencia (2014 – CMP Callao y Universidad Nacional de Trujillo).

Diplomado en Epidemiología del VIH/SIDA (2012 – Facultad de Ciencias Médicas “Dr. Miguel Enríquez” Habana – Cuba).

Curso de DS. 055-2010 – EM (Anexo 14 B) (2014 –AlfpaBusines).

CARLOS JORGE MANUEL VILLAMARÍN ZÚÑIGA

Abogado de la Universidad Católica de Santa María. Experiencia en derecho administrativo y control gubernamental. Conocimiento de inglés y dominio de herramientas informáticas. Aspiración de desarrollo profesional en inversión público-privada.

FORMACIÓN

- 2016 - 2019** **Escuela de Administración de Negocios para Graduados – ESAN**
Maestría en Gestión Pública con mención en gestión de Asociaciones Público Privadas.
- 2008 – 2013** **Universidad Católica de Santa María**
Bachiller en Derecho. Título profesional de Abogado.

EXPERIENCIA

- 2014 – Presente** **Contraloría General de la República**
Feb 19 - Presente Especialista de la Subgerencia de Control de Asociaciones Público Privadas y Obras por Impuestos.
Evaluación y elaboración de documentos, apoyo en desarrollo de servicios de control en materia de Asociaciones Público Privadas y Obras por Impuestos.
- Set 18 – Feb 19 Especialista del Órgano de Control Institucional del Poder Judicial.
Evaluación y elaboración de documentos, apoyo en desarrollo de servicios de control respecto de las dependencias administrativas de la Corte Superior de Justicia del Callao.
- May 18 – Set 18 Especialista de la Gerencia de Responsabilidades.
Absolución de consultas. Revisión, evaluación y elaboración de documentos. Gestión del Registro Nacional de Sanciones contra Servidores Civiles y del Registro Nacional de Sancionados por Responsabilidad Administrativa Funcional.

- Jul 15 - May 18 Especialista de la Gerencia Jurídico Normativa.
Revisión, evaluación y elaboración de documentos. Absolución de consultas legales. Evaluación de iniciativas legislativas y elaboración de opiniones legales. Formulación de iniciativas legislativas.
- Oct 14 – Jul 15 Profesional de la Procuraduría Pública.
Análisis y revisión de informes de auditoría de cumplimiento con señalamiento de presunta responsabilidad civil. Elaboración de demandas.
- Jul 14 – Oct 14 Participante del Programa de Formación “FORMAR”.
- 2012 – 2013 Superintendencia Nacional de los Registros Públicos**
Practicante preprofesional en las áreas de Publicidad Registral y en el Registro de Personas Jurídicas.
Elaboración de documentos de publicidad registral.
Revisión, análisis y registro de documentos para la inscripción de actos en el Registro de Personas Jurídicas.

CAPACITACIONES

- Diplomado Especializado de Derecho Administrativo (2018 – Escuela Nacional de Estudios Gubernamentales).
- VII Conferencia Anual Anticorrupción Internacional. Lucha contra la Corrupción: Retos y perspectivas (2017 – Contraloría General de la República).
- Introducción al Control Gubernamental (2017 – Contraloría General de la República).
- I Congreso Nacional de Derecho Disciplinario (2016 – Colegio de Abogados de Arequipa).
- La propuesta de evaluación institucional de la ley en el Perú y su relación con los modelos que funcionan en América y Europa (2015 – Congreso de la República).
- Contrataciones del Estado (2015 - Escuela Nacional de Control).
- Auditoría de Cumplimiento (2015 - Escuela Nacional de Control).
- Segundo Curso de Inducción sobre el Marco Normativo de la INTOSAI (2014 - Contraloría General de la República).
- Normas Generales de Control Gubernamental (2014 - Escuela Nacional de Control).

RESUMEN EJECUTIVO

La gestión de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana, en la actualidad, permite apreciar que los servicios de barrido y recolección no se brindan de manera eficiente, debido a que, pese a contar con el personal y flota vehicular suficientes, su cobertura no alcanza a satisfacer la demanda; de igual manera, las municipalidades distritales no cuentan con información sistematizada que facilite identificar, planificar, ejecutar y evaluar la prestación de servicios en atención a las necesidades reales de la ciudadanía.

Asimismo, la disposición final de residuos merece especial atención, en tanto la provincia de Arequipa solo cuenta con un relleno sanitario, ubicado en la zona de Quebrada Honda, al cual solo le quedan 6 años de vida útil, siendo que, además, debe tenerse en cuenta que, de acuerdo a los estudios técnicos realizados, no se cuenta con otra ubicación para una nueva infraestructura de disposición final; por lo que, resulta importante formular políticas que permitan disminuir cuantitativamente los residuos que son destinados a dicha infraestructura.

En adición a ello, cabe indicar que los arbitrios recaudados en Arequipa Metropolitana no son suficientes para cubrir el costo operativo de la limpieza pública; razón por la cual, las municipalidades recurren a otras fuentes de financiamiento para mantener la continuidad de la prestación del mismo, tales como los recursos determinados (Canon, Foncomun, entre otros).

En mérito a la situación antes expuesta, se plantea analizar la concesión del servicio de limpieza pública y de los procesos de valorización de residuos orgánicos e inorgánicos, mediante la elaboración de compost y reciclaje, respectivamente, a fin de reducir la cantidad de residuos materia de disposición final.

En ese contexto, también se propone que, para el desarrollo de las tareas de reciclaje, se incluya en el proyecto la participación de los recicladores, mediante su contratación, a fin de aprovechar su experiencia en este rubro y, a su vez, brindarles mejores condiciones de vida. Por su parte, siendo que este modelo implica el traslado

de la fuerza laboral del sector público al sector privado, se ha considerado aprovechar la experiencia de los trabajadores municipales dedicados a la limpieza pública, promoviendo su contratación por el concesionario.

Como resultado de la evaluación económica realizada al modelo de Asociación Público Privada, se ha observado que tanto el esquema autosostenible como el cofinanciado resultan viables y rentables. En el primer caso, se ha calculado un **Valor Actual Neto - VAN económico** de S/ 56'728,784.86 (cincuenta y seis millones setecientos veintiocho mil setecientos ochenta y cuatro con 86/100 soles) y una **Tasa Interna de Retorno – TIR económica** ascendente a 28.57%, y en el segundo caso, el **VAN económico** es de S/ 209'651,823.74 (doscientos nueve millones seiscientos cincuenta y un mil ochocientos veintitrés con 74/100 soles) y la **TIR económica**, de 69.18%; por lo que, se sugiere la adopción del modelo autosostenible, en tanto los ingresos generados por la comercialización del compost y los residuos reciclables son suficientes para cubrir los costos operativos del servicio de limpieza pública, no siendo necesario demandar mayores recursos al Estado.

Con base en la referida evaluación, es posible apreciar que el reaprovechamiento de residuos sólidos constituye una oportunidad de negocio para el sector privado y, a su vez, una alternativa que puede contribuir a reducir el impacto económico y ambiental del manejo de residuos sólidos, en tanto la cantidad de recursos públicos destinados para atender la limpieza pública disminuye y los residuos generados son reincorporados como materia prima a la cadena productiva.

Por último, es importante resaltar que, si bien el manejo de la limpieza pública se desarrollará a través de una Asociación Público Privada autosostenible, las municipalidades de Arequipa Metropolitana asumen un rol más activo en el monitoreo y supervisión de la prestación del servicio, cautelando que el mismo mantenga los niveles de calidad establecidos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la limpieza pública en Arequipa Metropolitana se encuentra a cargo de cada municipalidad distrital, dentro del ámbito territorial de sus propias jurisdicciones, bajo la modalidad de administración directa, cuyo diagnóstico ha sido materia de desarrollo del Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos de Arequipa (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a).

Sobre esa base, el presente trabajo se orienta a identificar un modelo de gestión de residuos sólidos de Arequipa Metropolitana que permita atender la demanda real de la ciudadanía y, a su vez, que promueva la inclusión de los recicladores y que incorpore procesos de reaprovechamiento de residuos sólidos, siendo en este caso el compostaje de residuos orgánicos y el reciclaje de residuos inorgánicos.

Para dicho propósito, resulta necesario analizar, en primer lugar, aspectos operativos y financieros de la limpieza pública bajo la modalidad en la que se viene prestando en la actualidad, y, en segundo lugar, hacer lo propio con el modelo de Asociación Público Privada, tanto en el esquema autosostenible como en el cofinanciado.

Con relación a este último modelo, es importante enfocarse en el desempeño de la valorización de residuos sólidos como uno de los principales factores de éxito del proyecto, en tanto debe analizarse si dicho proceso constituye una oportunidad de negocio para el sector privado y, de ser el caso, si el mismo resulta atractivo para promover la inversión en este rubro.

De igual manera, los ingresos que se obtengan a partir de la valorización de los residuos sólidos permitirán determinar el beneficio económico que el proyecto ofrece a la Administración Pública y que, dependiendo de cada esquema, podría significar que no resulte necesaria la demanda de recursos públicos, en el caso de un proyecto autosostenible, o la disminución de la misma, en el caso de un proyecto cofinanciado.

En consecuencia, los beneficios sociales esperados del modelo de gestión integral de residuos sólidos implican el fomento de la economía circular, generación de empleos verdes, reducción de la cantidad de residuos destinados a disposición final, prolongación de la vida útil de este último, y mitigación del impacto ambiental generado por la actividad humana.

Finalmente, es pertinente señalar que, como toda actividad de la Administración Pública, la gestión de residuos sólidos puede verse afectada por actos de corrupción y por otras situaciones que comprometan la calidad, transparencia, exactitud o precisión de la información publicada por las municipalidades distritales. Tales supuestos han sido considerados como limitaciones para el desarrollo del presente trabajo.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

- Establecer la viabilidad y sostenibilidad de una Asociación Público Privada para la gestión integral de residuos sólidos de Arequipa Metropolitana que promueva el reaprovechamiento de residuos orgánicos y la inclusión de recicladores.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Elaborar un diagnóstico de la situación actual de la gestión de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana e identificar las brechas del mismo.
- Diseñar una propuesta de Asociación Público Privada para la gestión integral de residuos sólidos municipales de Arequipa Metropolitana que comprenda la inclusión de recicladores y el reaprovechamiento de residuos sólidos municipales.
- Establecer si la Asociación Público Privada es el modelo de gestión de residuos sólidos más adecuado para Arequipa Metropolitana.

- Determinar el valor público y la viabilidad legal y económico-financiera de la Asociación Público Privada planteada.

1.2. Justificación

La gestión de residuos sólidos es un tópico que representa especial interés para la salud pública, la conservación del medio ambiente, la generación de empleo y el fomento de la economía circular; razón por la cual, merece atención para su promoción y desarrollo a través de proyectos que permitan brindar servicios de calidad a la ciudadanía y contribuyan a mejorar su calidad de vida.

Arequipa Metropolitana se encuentra frente a un conjunto de 17 municipalidades distritales que concentran una población aproximada de 1'004,686 habitantes (2018) y la generación de 256,797.63 toneladas anuales de residuos sólidos municipales, las cuales son destinadas a la infraestructura de disposición final.

Sin embargo, se aprecia que más del 75% de los residuos sólidos municipales generados en dicho ámbito pueden ser materia de procesos de valorización, pues casi el 60% de residuos son orgánicos y pueden servir de insumo para la elaboración de compost; mientras que, 16% de los residuos inorgánicos pueden ser reciclados; por lo tanto, se observa que anualmente se dispone una alta cantidad de residuos sólidos en el relleno sanitario, desaprovechando la oportunidad de reducir y reciclar (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a).

En ese contexto, resulta necesario promover el desarrollo de proyectos que permitan reaprovechar los residuos orgánicos e inorgánicos generados en el ámbito de Arequipa Metropolitana, no solo por los beneficios económicos que ello implica, sino también para prolongar la vida útil del relleno sanitario existente, teniendo en cuenta que hasta ahora, de acuerdo a los estudios técnicos, aún no se ha podido determinar la ubicación de una nueva infraestructura de disposición final, y para contribuir a la disminución del impacto ambiental generado por la actividad humana.

1.3. Alcances

El presente trabajo se orienta a identificar y describir la problemática existente en 17 distritos urbanos de la provincia de Arequipa, que conforman el área de Arequipa Metropolitana, respecto de la gestión de residuos sólidos, con la finalidad de establecer un modelo de gestión eficiente que, además, contemple el reaprovechamiento de residuos sólidos y la inclusión de los recicladores.

Para dicho propósito, el estudio se enfoca en la evaluación económico-financiera del modelo actual (administración directa) y de la Asociación Público Privada (autosostenible y cofinanciada), en aras de determinar qué alternativa resulta más viable y rentable.

1.4. Limitaciones

La principal limitación para el desarrollo del presente trabajo está referida a la información sobre la gestión de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana en la actualidad.

En primer lugar, la referida limitación se traduce en el riesgo de que la precisión, exactitud o validez de la información publicada por la Municipalidad Provincial de Arequipa, sea sobre sus propias actividades o la gestión de residuos sólidos en el ámbito provincial, haya sido afectada por diversos factores como la falta de transparencia o deshonestidad de los agentes o entidades involucradas, corrupción (a la que se encuentran expuestas todas las actividades de la administración pública), sesgos para la obtención, verificación y presentación de datos, entre otros. Para mitigar ello, se utilizaron indicadores formulados por el Organismo Panamericano de la Salud, calculados sobre la base de la población y la generación de residuos en Arequipa Metropolitana.

En segundo lugar, la limitación está relacionada a la calidad de la información a la que se tuvo acceso sobre los servicios de barrido, recolección y transporte de residuos sólidos municipales, por cuanto, el Plan Integral de Residuos Sólidos que se consideró

para la elaboración del diagnóstico, contiene información general sobre la gestión de residuos de las municipalidades comprendidas en el ámbito provincial de Arequipa, sin contar con detalles técnicos u operativos. Para mitigar ello, se recurrió a otras fuentes como cotizaciones, contratos registrados en el Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado (SEACE), normas que aprueban la determinación de arbitrios municipales, estudios previos, entre otros.

En tercer lugar, la limitación estuvo referida a la falta de información disponible sobre aspectos técnicos y operativos de la planta de transferencia o infraestructura de disposición final de la Municipalidad Provincial de Arequipa. Para subsanar ello, se utilizaron datos de la ficha técnica del Proyecto de Inversión Pública de la Planta de Transferencia y del Contrato de Operación del Relleno Sanitario.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco legal

Constitución Política del Perú

La Constitución Política del Perú consagra en su artículo 2, inciso 22, el derecho de toda persona *“A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida”* (Congreso Constituyente Democrático, 1993).

Sobre el particular, es importante destacar que los derechos fundamentales ostentan el efecto de irradiar todos los ámbitos del ordenamiento jurídico y, en mérito de ello, general *deberes especiales de protección* que obligan – sin ser exhaustivos – al Estado, a través de todas las entidades públicas, a desarrollar o promover medidas que permitan garantizar las condiciones mínimas para el goce de tales derechos (Tribunal Constitucional, 2010).

Para dicho propósito, cabe acotar que, según la jurisprudencia del Tribunal Constitucional, el contenido del derecho fundamental antes citado comprende dos perspectivas, por un lado, el derecho a *“(…) disfrutar o gozar de un medio ambiente en el que sus elementos se desarrollen e interrelacionen de manera natural y armónica. (...) [El mismo que,] se encuentra ligado a los derechos fundamentales a la vida y a la salud de las personas (...)”*, y, por otro lado, a la preservación de un medio ambiente sano y equilibrado, *“(…) que entraña obligaciones ineludibles, para los poderes públicos, de mantener los bienes ambientales en las condiciones adecuadas para su disfrute, y para los particulares de proceder de modo similar (...)”* (Tribunal Constitucional, 2010).

Con base en lo antes señalado, se aprecia la importancia del rol que asume el Estado para garantizar la plena vigencia y eficacia de los derechos fundamentales reconocidos en la Constitución Política también importa la adopción de medidas adecuadas, oportunas y pertinentes que, entre otros, propicien las condiciones mínimas para el goce

de tales derechos; en tanto, el desconocimiento de tales obligaciones significaría vaciar el derecho de su contenido y afectar la posibilidad de su goce (Congreso Constituyente Democrático, 1993).

En atención al compromiso que debe asumir el Estado con la preservación del medio ambiente, el artículo 67 de la Norma Fundamental consagra que *“El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales”* (Congreso Constituyente Democrático, 1993).

Y los mandatos antes citados se complementan con lo dispuesto en los artículos 192, inciso 7, y 195, inciso 8, de la referida Constitución, en virtud de los cuales, los gobiernos regionales son competentes, entre otros, para *“Promover y regular las actividades y/o servicios en materia de (...) medio ambiente, conforme a ley”*, en tanto los gobiernos locales son competentes, entre otros, para *“Desarrollar y regular actividades y/o servicios en materia de (...) medio ambiente, sustentabilidad de los recursos naturales, (...) conforme a ley”*, respectivamente (Congreso Constituyente Democrático, 1993).

Ley N° 28611, Ley General del Ambiente

A partir de las disposiciones constitucionales antes citadas, se aprueba la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante LGA, como el instrumento jurídico que desarrolla, de manera concreta en el artículo I de su Título Preliminar, los alcances y el contenido del derecho a gozar de un medio ambiente equilibrado y adecuado, y que también explicita los deberes intrínsecos a este derecho relacionados a la protección del ambiente y sus componentes, tanto en su óptica individual como colectiva (Congreso de la República, 2005).

Asimismo, con relación a la gestión ambiental, el artículo 8, numeral 8.1, de la LGA señala que *“La Política Nacional del Ambiente constituye el conjunto de lineamientos, objetivos, estrategias, metas, programas e instrumentos de carácter público, que tiene como propósito definir y orientar el accionar de las entidades del*

Gobierno Nacional, regional y local, y del sector privado y de la sociedad civil, en materia ambiental”.

De otro lado, respecto del manejo de residuos sólidos, es importante resaltar que el artículo 119, numeral 119.1, de la LGA prevé que

119.1 La gestión de los residuos sólidos de origen doméstico, comercial o que siendo de origen distinto presenten características similares a aquellos, son de responsabilidad de los gobiernos locales. Por ley se establece el régimen de gestión y manejo de los residuos sólidos municipales (Congreso de la República, 2005).

Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental

Por su parte, la Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, en adelante LSNGA, contempla en su artículo 5, literal a), como uno de los principios que rige la gestión ambiental en el país a la *“Obligatoriedad en el cumplimiento de la Política Nacional Ambiental, el Plan y la Agenda Nacional de Acción Ambiental y las normas transectoriales que se dicten para alcanzar sus objetivos”* (Congreso de la República, 2004).

A tal efecto, los artículos 3 y 4 del Reglamento de la LSNGA, aprobado por Decreto Supremo N° 008-2005-PCM, definen la Política Nacional Ambiental y establecen su objetivo conforme al siguiente detalle

Artículo 3.- De la Política Nacional Ambiental

La Política Nacional Ambiental constituye el conjunto de lineamientos, objetivos, estrategias, metas, programas e instrumentos de aplicación de carácter público; que tiene como propósito definir y orientar el accionar de las entidades del gobierno nacional, del gobierno regional y del gobierno local; del sector privado y de la sociedad civil, en materia de protección del ambiente y conservación de los recursos naturales, contribuyendo a la descentralización y a la gobernabilidad del país.

Artículo 4.- Objetivo de la Política Nacional Ambiental

El objetivo de la Política Nacional Ambiental es el mejoramiento continuo de la calidad de vida de las personas, mediante la protección y recuperación del ambiente y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, garantizando la existencia de ecosistemas viables y funcionales en el largo plazo. (Presidencia del Consejo de Ministros, 2005).

Sobre el particular, la Política Nacional del Ambiente, aprobada mediante Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, establece, entre otros, los siguientes **lineamientos de política** para los residuos sólidos

- a) Fortalecer la gestión de los gobiernos regionales y locales en materia de residuos sólidos de ámbito municipal, priorizando su aprovechamiento.
 - b) Impulsar medidas para mejorar la recaudación de los arbitrios de limpieza y la sostenibilidad financiera de los servicios de residuos sólidos municipales.
 - c) Impulsar campañas nacionales de educación y sensibilización ambiental para mejorar las conductas respecto del arrojado de basura y fomentar la reducción, segregación, reuso, y reciclaje; así como el reconocimiento de la importancia de contar con rellenos sanitarios para la disposición final de los residuos sólidos.
 - d) Promover la inversión pública y privada en proyectos para mejorar los sistemas de recolección, operaciones de reciclaje, disposición final de residuos sólidos y el desarrollo de infraestructura a nivel nacional; asegurando el cierre o clausura de botaderos y otras instalaciones ilegales.
 - e) Desarrollar y promover la adopción de modelos de gestión apropiada de residuos sólidos adaptadas a las condiciones de los centros poblados.
 - f) Promover la formalización de los segregadores y recicladores y otros actores que participan en el manejo de los residuos sólidos.
- (...) (Ministerio del Ambiente, 2009).

Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos

El Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, en adelante LGIRS, dispone en su artículo 2 que:

La gestión integral de los residuos sólidos en el país tiene como primera finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa. En segundo lugar, respecto de los residuos generados, se prefiere la recuperación y la valorización material y energética de los residuos, entre las cuales se cuenta la reutilización, reciclaje, compostaje, coprocesamiento, entre otras alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y de medio ambiente.

La disposición final de los residuos sólidos en la infraestructura respectiva constituye la última alternativa de manejo y deberá realizarse en condiciones ambientalmente adecuadas (...) (Poder Ejecutivo, 2016).

A partir de ello, la LGIRS prescribe en su artículo 3 que el servicio de limpieza pública abarca los servicios de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos de una determinada circunscripción territorial, y resalta la obligación de las autoridades competentes de adoptar medidas y disposiciones orientadas a incentivar la inversión, sea pública o privada, en este ámbito. Para lo cual, podría tenerse en cuenta que uno de los principios que recoge el artículo 5 de la propia norma bajo referencia es el de **valorización de residuos**, por cuyo mérito

Los residuos sólidos generados en las actividades productivas y de consumo constituyen un potencial recurso económico, por lo tanto, se priorizará su valorización, considerando su utilidad en actividades de reciclaje de sustancias inorgánicas y metales, generación de energía, producción de compost, fertilizantes

u otras transformaciones biológicas, recuperación de componentes, tratamiento o recuperación de suelos, entre otras opciones que eviten su disposición final (Poder Ejecutivo, 2016).

Al respecto, es pertinente indicar que, en lo que concierne al manejo de residuos sólidos, la LGIRS atribuye al Ministerio del Ambiente las competencias que conciernen, entre otras, la formulación y aprobación de proyectos de inversión pública para la gestión y manejo de residuos sólidos; además, de promover las iniciativas conducentes al adecuado manejo de los mismos, sean éstas públicas o privadas.

Por su parte, de conformidad con el artículo 21 de la LGIRS, los Gobiernos Regionales son competentes, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones, entre otros, para elaborar programas de inversión, sean de naturaleza pública, mixta o privada, para implementar infraestructura de residuos sólidos, así como, para resolver y definir, en caso de controversia entre dos o más municipalidades provinciales, la ubicación de infraestructuras de valorización y disposición final de residuos.

Por su parte, la LGIRS refiere, en sus artículos 24 y 25, que las competencias de las Municipalidades Provinciales en la materia bajo comentario comprenden, entre otras, la aprobación de los Planes Provinciales de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PIGARS, así como de proyectos de inversión pública y privada para el desarrollo de infraestructura de residuos sólidos municipales cuyos servicios fueran a ser brindados a uno o más distritos de su jurisdicción. En tanto, se encarga las labores de aseguramiento de la adecuada recolección, transporte y disposición final de los residuos a las Municipalidades Distritales respecto de sus propias circunscripciones territoriales.

Para dicho propósito, de conformidad con el artículo 32 de la LGIRS, el manejo de residuos comprende el barrido y limpieza pública, segregación, almacenamiento, recolección, valorización, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final.

Para fines del presente trabajo, cabe tener en cuenta al proceso de valorización, al cual el artículo 37 de la LGIRS define como aquel que

(...) constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos. Esta incluye las actividades de reutilización,

reciclaje, compostaje, valorización energética entre otras alternativas, y se realiza en infraestructura adecuada y autorizada para tal fin (Poder Ejecutivo, 2016).

Por su parte, la LGIRS desarrolla en su Capítulo II disposiciones específicas en torno al proceso de valorización de residuos sólidos, precisando que el mismo constituye “(...) *la operación cuyo objetivo es que el residuo, uno o varios de los materiales que lo componen, sean reaprovechados y sirvan a una finalidad útil (...)*”, añadiendo que la misma puede ser tanto material como energética¹.

En esa misma línea, el artículo 48 de la LGIRS plantea que la valorización se efectúa de las siguientes formas: reutilización, reciclado, compostaje, recuperación de aceites y bio-conservación, entre otras.

Al respecto, cabe precisar que, con relación a la valorización de los residuos orgánicos municipales, el artículo 51 de la LGIRS ha establecido que la valorización de los residuos orgánicos cuyo origen sea el mantenimiento de áreas verdes o mercados municipales constituye una prioridad para los gobiernos locales y, de ser factible, también lo son los residuos orgánicos de origen domiciliario; precisando que, si como resultado de su tratamiento se obtiene compost, humus o biochar, éstos se destinan preferentemente a programas de parques y jardines municipales, y sus excedentes, son donados o se intercambian con otras municipalidades.

Por otro lado, se aprecia que la LGIRS también contempla, dentro del proceso de manejo de residuos sólidos, a las Empresas Operadoras de Residuos Sólidos, respecto de las cuales establece lo siguiente en su artículo 60

Sin perjuicio de las competencias municipales, la prestación de servicios de residuos, incluyendo la actividad de comercialización, se realiza a través de las Empresas Operadoras de Residuos Sólidos, constituidas prioritariamente como empresas privadas o mixtas o con mayoría de capital privada, de acuerdo a la actividad que realizan.

Para hacerse cargo de la prestación de servicios de residuos, o realizar actividades de comercialización, las Empresas Operadoras de Residuos Sólidos deben estar debidamente registradas ante el MINAM (...). Las Empresas Operadoras de Residuos Sólidos deben contar también con equipos e infraestructura idónea para la actividad que realizan (Poder Ejecutivo, 2016).

¹ Sobre el particular, es pertinente señalar que el artículo 49 del Decreto Legislativo N° 1278 indica que “El MINAM establece metas anuales para la valorización de residuos municipales, las cuales se sustentan en el sistema de recolección selectiva para su posterior comercialización y/o recuperación, reutilización o reciclaje (...)”.

A tal efecto, el artículo 65 de la LGIRS señala que son infraestructuras de residuos sólidos, los centros de acopio de residuos municipales, plantas de valorización, plantas de transferencia, e infraestructuras de disposición final.

Y en el ámbito de la promoción de inversiones, el artículo 72 de la LGIRS prevé

Las operaciones o procesos de manejo de los residuos municipales señalados en el presente Decreto Legislativo podrán desarrollarse a través de Asociaciones Público Privadas, según lo dispuesto en el Decreto Legislativo N° 1224, Decreto Legislativo Marco de Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 410-2015-EF, o norma que los modifique o sustituya.

Decreto Legislativo N° 1362, Decreto Legislativo que regula la Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos

El artículo 3, numeral 3.1, de la referida norma declara

(...) de interés nacional la promoción de la inversión privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos, para contribuir al crecimiento de la economía nacional, al cierre de brechas en infraestructura o en servicios públicos, a la generación de empleo productivo y a la competitividad del país (Poder Ejecutivo, 2018).

Decreto Supremo N° 240-2018-EF, Reglamento del Decreto Legislativo N° 1362

El artículo 29, numeral 29.1, de la citada norma reglamentaria establece que

Las APP constituyen una de las modalidades de participación de la inversión privada, en la que se distribuyen de manera adecuada los riesgos del proyecto y se destinan recursos preferentemente del sector privado, para la implementación de proyectos en los que se garanticen Niveles de Servicios óptimos para los usuarios. Esta modalidad se implementa mediante Contratos de largo plazo, en los que la titularidad de las inversiones desarrolladas pueden mantenerse, revertirse o ser transferidas al Estado, según la naturaleza y alcances del proyecto y a lo dispuesto en el respectivo Contrato (Ministerio de Economía y Finanzas, 2018).

En esa misma línea, el numeral 29.3 del mismo artículo prevé que

Las APP pueden emplearse para la implementación de proyectos en:

(...)

1. Servicios públicos, incluyendo entre otros a: los de telecomunicaciones, energía y alumbrado, de agua y saneamiento y otros de interés social, relacionados a la

educación, la salud y el ambiente, en este último caso, aquellos como el tratamiento y procesamiento de residuos.
(...) (Ministerio de Economía y Finanzas, 2018)

2.2. Articulación de políticas públicas

Acuerdo Nacional

El Acuerdo Nacional contempla como una Política de Estado la siguiente,

19. Desarrollo sostenible y gestión ambiental

Nos comprometemos a integrar la política nacional ambiental con las políticas económicas, sociales, culturales y de ordenamiento territorial, para contribuir a superar la pobreza y lograr el desarrollo sostenible del Perú. Nos comprometemos también a institucionalizar la gestión ambiental, pública y privada, para proteger la diversidad biológica, facilitar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, asegurar la protección ambiental y promover centros poblados y ciudades sostenibles; lo cual ayudará a mejorar la calidad de vida, especialmente de la población más vulnerable del país.

Con ese objetivo el Estado: (...) (i) promoverá el ordenamiento urbano, así como el manejo integrado de residuos urbanos e industriales que estimule su reducción, reuso y reciclaje; (...)

Plan Estratégico de Desarrollo Nacional

El Plan Estratégico de Desarrollo Nacional denominado “PLAN BICENTENARIO: El Perú hacia el 2021”, aprobado por Decreto Supremo N° 054-2011-PCM, establece como **Objetivo Nacional** la

Conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad con un enfoque integrado y ecosistémico y un ambiente que permita una buena calidad de vida para las personas y la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo (Presidencia del Consejo de Ministros, 2011).

Siendo que, a partir del referido objetivo, se prevé como un lineamiento en el ámbito de **Calidad ambiental**

(...)

3. Fortalecer la gestión de los gobiernos regionales y locales en materia de residuos sólidos, priorizando su aprovechamiento.

Política Nacional del Ambiente

La Política Nacional del Ambiente, aprobada por Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, tiene por objetivo general

(...) mejorar la calidad de vida de las personas, garantizando la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo; y el desarrollo sostenible del país, mediante la prevención, protección y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, de una manera responsable y congruente con el respeto de los derechos fundamentales de la persona (Ministerio del Ambiente, 2009).

A su vez, la Política bajo comentario se establece sobre la base de cuatro ejes temáticos, siendo uno de ellos, el **Eje de Política 2 – Gestión Integral de la calidad ambiental**.

Sobre el particular, es pertinente señalar que respecto de los ejes de política se desarrollan lineamientos de política, a fin de orientar la consecución de los objetivos, siendo que, respecto del eje señalado en el párrafo precedente, se ha previsto un lineamiento de política referido a los residuos sólidos, el mismo que plantea, entre otros

a) Fortalecer la gestión de los gobiernos regionales y locales en materia de residuos sólidos de ámbito municipal, priorizando su aprovechamiento.

(...)

d) Promover la inversión pública y privada en proyectos para mejorar los sistemas de recolección, operaciones de reciclaje, disposición final de residuos sólidos y el desarrollo de infraestructura a nivel nacional; asegurando el cierre o clausura de botaderos y otras instalaciones ilegales.

(...) (Ministerio del Ambiente, 2009)

Plan Estratégico Sectorial Multianual del Sector Ambiental

El Plan Estratégico Sectorial Multianual (PESEM) del Sector Ambiental 2017-2021, aprobado por Resolución Ministerial N° 385-2016-MINAM de diciembre de 2016, prevé como Objetivo Estratégico Sectorial 1: *“Mejorar las condiciones de la calidad del ambiente en favor de la salud de las personas y la protección de los ecosistemas”* (Ministerio del Ambiente, 2016).

Y en el marco de dicho objetivo, formula como una de las acciones estratégicas sectoriales *“Mejorar la gestión de la calidad ambiental (aire, agua, suelo), la disposición final adecuada de residuos y sustancias químicas.”*

Plan de Desarrollo Regional Concertado

El Plan de Desarrollo Regional Concertado 2013-2021 Actualizado de la Región Arequipa, aprobado por Ordenanza Regional N° 349-AREQUIPA de setiembre de 2016, identifica a las *“buenas prácticas ambientales”* como una variable estratégica y a partir de ello, plantea como objetivo *“Desarrollar la eco-eficiente y competitividad del sector público y privado, promoviendo potencialidades y oportunidades económicas y ambientales”* (Gobierno Regional de Arequipa, 2016).

Plan de Desarrollo Local Concertado

El Plan de Desarrollo Local Concertado de Arequipa 2016-2021, aprobado por Ordenanza Municipal N° 990 de julio de 2016, plantea como uno de sus objetivos estratégicos *“Asegurar la calidad ambiental en la ciudad”* (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2016).

2.3. Residuos Sólidos

2.3.1. Definición

El Diccionario Real Academia de la Lengua Española (2010) tiene hasta tres acepciones para el término “residuo”:

1. m. Parte o porción que queda de un todo.
2. m. Aquello que resulta de la descomposición o destrucción de algo.
- 3.m. Material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación. U. m. en pl. (Real Academia de la Lengua Española, 2010)

Sobre la base de tales acepciones, podría conceptualizarse a los residuos como el material excedente o resultante luego de la realización de un proceso y/o por la utilización de un bien; a partir de lo cual, se entendería que existen diversas fuentes o clases de residuos.

Asimismo, el concepto de residuos sólidos ha sido objeto de desarrollo por la legislación nacional, tal es el caso que la actual ley de residuos sólidos, el Decreto Legislativo N° 1278, ha contemplado en su anexo que los residuos sólidos son

Cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final (Poder Ejecutivo, 2017).

2.3.2. Clasificación

Según el artículo 31 del Decreto Legislativo N° 1278 (Poder Ejecutivo, 2016), los residuos sólidos se pueden clasificar, entre otros, **(i)** por su manejo, que a su vez se subdivide en dos clases, peligrosos y no peligrosos; y **(ii)** según la autoridad pública competente para su gestión, subdividiéndose en residuos municipales y no municipales, conforme al siguiente detalle:

- **Residuos peligrosos:** Los residuos sólidos peligrosos son aquéllos que, por sus características físicas y químicas, o el manejo al que son o van a ser sometidos, representan un alto riesgo para la vulnerabilidad de la salud pública o el medio ambiente.
- **Residuos no peligrosos:** Los residuos sólidos no peligrosos son todos aquellos que al ser manipulados o al encontrarse expuestos no representan ningún riesgo para la salud pública o el medio ambiente.
- **Residuos municipales:** Los residuos sólidos que son producto del ámbito de la gestión municipal o residuos municipales, son aquellos que se originan por los residuos domiciliarios y por origen de la recolección, barrido y limpieza de los espacios públicos, incluyendo a los sectores comerciales, las playas, etc., los cuales se encuentran dentro la jurisdicción municipal.
- **Residuos no municipales:** Los residuos sólidos no municipales son aquellos a los cuales se les puede considerar como residuos peligrosos y no peligrosos generados por actividades de extracción, producción y de servicios generados en las instalaciones de una operación o industria.

2.3.3. Ciclo de vida de los residuos sólidos municipales

Los residuos sólidos son subproductos considerados como “desechos inservibles” que resultan de procesos o actividades realizados por los ciudadanos, comercios, industrias, entre otros, y que, luego de ello, Luego de ello, se inicia otro proceso encaminado a la disposición final de los mismos o su reutilización (Dulanto, 2013).

De esta manera, se puede observar que los residuos sólidos tienen un ciclo de vida, el cual se inicia con el recojo de los mismos de los lugares de almacenamiento. Este enfoque se denomina “sanitario” y sus etapas más importantes son la recolección, el transporte y la disposición final de los residuos (Dulanto, 2013).

Bajo esa perspectiva, se puede entender a la gestión integral de residuos sólidos como (Otero, 1998)

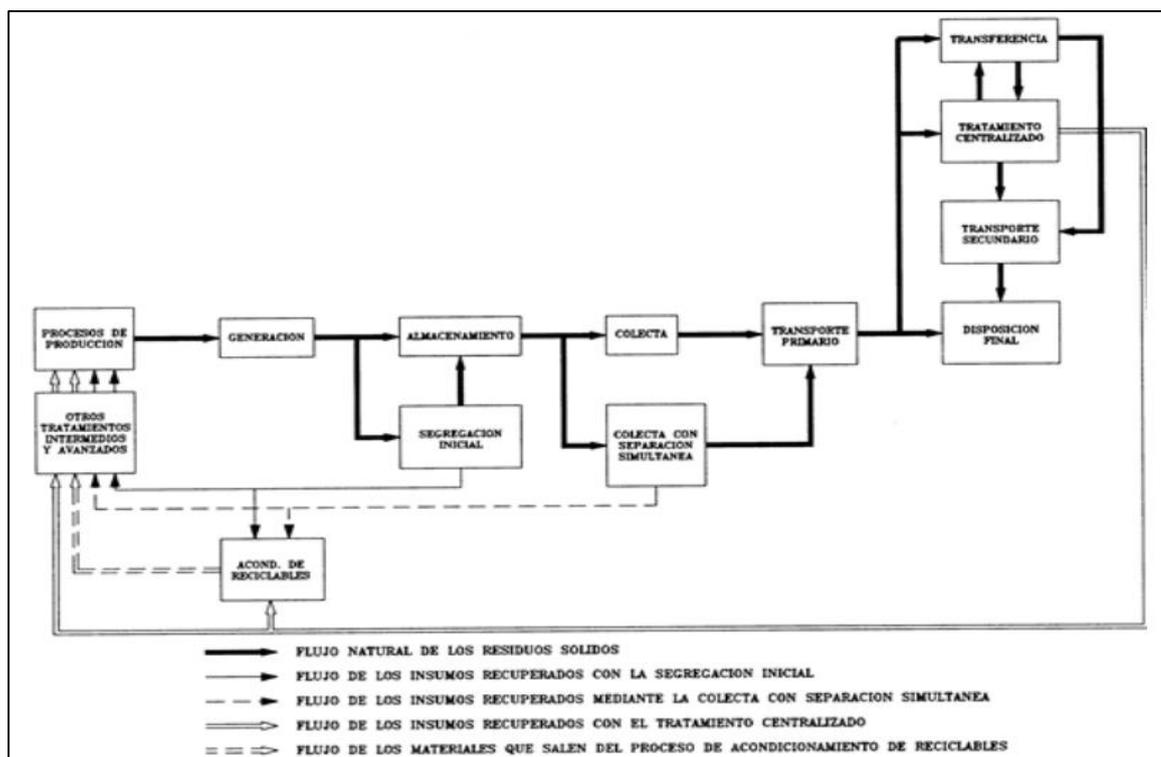
(...) el conjunto de operaciones encaminadas a dar a los residuos sólidos producidos, el destino global más adecuado, desde el punto de vista ambiental y sanitario, de acuerdo con características, volumen, procedencia, costos de tratamiento, posibilidad de recuperación, comercialización y disposición final.

Al respecto, es pertinente señalar que la responsabilidad y competencia para el desarrollo de las operaciones que comprende la gestión integral de residuos sólidos no recaen en un solo individuo o entidad pública, sino que ello depende de la etapa en la que se encuentre el residuo sólido. En tal sentido, los generadores se ocupan del almacenamiento y segregación en la fuente, en tanto que las autoridades municipales se encargan de la prestación de servicios de limpieza pública, a través de las operaciones de barrido, recolección, transporte, transferencia y disposición final, además de promover y fortalecer la implementación de sistemas de tratamiento de residuos sólidos (Defensoría del Pueblo, 2007).

A continuación, en el **Gráfico 2.1**, se representan las etapas de la gestión integral de residuos sólidos.

Gráfico 2.1

Etapas del manejo de residuos sólidos



Fuente: Instituto Nacional de Ecología, *El Ciclo de los Residuos Sólidos*, 2001.

2.3.4. Programas de segregación en fuente

La segregación en fuente es un sistema implementado por las municipalidades que tiene como finalidad la selección de residuos desde la fuente de generación y su posterior reaprovechamiento. Su desarrollo requiere de la participación de la población generadora de residuos, la cual se encarga de la separación selectiva de residuos, su almacenamiento y entrega al personal de recolección (Municipalidad o Asociación de Recicladores o Empresa Comercializadora de Residuos Sólidos).

La recolección selectiva, acondicionamiento y comercialización de los residuos sólidos tienen incentivos al cumplimiento de metas, como la meta 21 o “implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión municipal”, que están regulados por la Ley N° 29332 (Congreso de la República, 2009), Ley que crea el programa de incentivos a la mejora de Gestión Municipal, y el Decreto Supremo N° 367 -2017-EF (Ministerio de Economía y Finanzas, 2017), que aprueba los procedimientos para el

cumplimiento de metas y la asignación de los recursos del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal del Año 2018 (Ministerio del Ambiente, 2018a).

La implementación de programas de segregación en fuente requiere una serie de actividades, cuyo fomento está a cargo de las municipalidades, las cuales deben promover campañas de concientización a las familias. Al respecto, cabe resaltar que en las 17 municipalidades del área de Arequipa Metropolitana que cuentan con asociaciones de recicladores, se han implantado programas de segregación en la fuente y recolección selectiva, en los cuales se han inscrito, en promedio, el 36.17% de viviendas de cada jurisdicción distrital. Estas municipalidades son las que pueden acceder al plan de incentivos implementado por el Ministerio de Economía y Finanzas (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a).

El desarrollo del programa de segregación en fuente comprende diversos procesos operativos, a saber (Municipalidad de Miraflores, 2018):

- **Generación de residuos:** Está determinado por las familias, que al culminar el consumo cotidiano de artículos, genera residuos que se desechan, los cuales pueden ser re aprovechables por los recicladores o la propia municipalidad.
- **Segregación en origen:** Proceso donde las familias separan los residuos orgánicos de lo inorgánicos en una bolsa y sellarla con la cinta, para ser entregados a los recicladores o personal de la municipalidad, con la finalidad de disponer adecuadamente estos residuos.
- **Recolección y transporte:** Los residuos clasificados, son trasladados en camiones por los trabajadores de la municipalidad a un centro de acopio o recogidos por los recicladores adscritos en el programa, que recoge las bolsas o paquetes en los horarios y días establecidos.
- **Segregación de productos recolectados:** Una vez recolectados los residuos sólidos y diferenciados, si es manejado por las municipalidades o por los

recicladores formalizados, se organiza en el centro de acopio o planta de tiramiento.

- **Comercialización:** Organizados los residuos, se procede a la comercialización, que generan ingresos para los recicladores formales o para las municipalidades y continuar financiando los gastos generados por el programa segregación fuente.

El éxito del programa de segregación en fuente depende fundamentalmente del grado de participación de la población generadora de residuos, por cuanto debe adoptar un compromiso cultural de contribución a la sociedad; para ello se requiere del trabajo continuo de las municipalidades para desarrollar campañas de concientización, programas con incentivos para formalizar recicladores y beneficios a familias al cumplimiento de metas. En tal sentido, las principales actividades a realizar son (Municipalidad Distrital de Ate, 2011):

- **Campaña de comunicación y sensibilización de los ciudadanos:** El objetivo de formular campañas de comunicación y sensibilización a los ciudadanos sobre el manejo integral de residuos sólidos, en especial del programa de segregación en la fuente, es principalmente despertar el interés de la población en adoptar compromisos como ciudadano y poder contribuir a la sociedad al adoptar programas encaminados por las municipalidades.

A través de la campaña de comunicación y sensibilización de la población, se brinda toda la información del desarrollo de programa segregación en la fuente, que consiste en segregar determinados residuos orgánicos e inorgánicos, así como su posterior entrega a los recolectores o trabajadores de la municipalidad. Esta acción aporta contribuye a mejorar la salud de la población, disminuir la contaminación del medio ambiente, generar nuevos puestos de trabajo, reducir costos operativos del servicio de limpieza pública, formalizar y mejorar las condiciones económicas de los recicladores, y prolongar la vida útil de los rellenos sanitarios.

- **Campaña de sensibilización casa por casa:** Esta forma de sensibilización de las familias es efectiva y refuerza la campaña de comunicación y sensibilización de los ciudadanos. Las visitas domiciliarias permiten el contacto directo con las familias y, además, explicar y concientizar a las familias de la importancia del programa segregación en la fuente y los beneficios que generan.
- **Campaña de sensibilización ambiental en instituciones educativas y salud:** Es de suma importancia sensibilizar a estudiantes de los diferentes niveles de educación, institutos, universidades y establecimiento de salud por parte de los funcionarios, trabajadores de instituciones públicas y privadas en buenas prácticas ambientales, así como el aprovechamiento de residuos sólidos, más aún del programa de segregación en la fuente. Estas campañas se realizan mediante la sensibilización a docentes, estudiantes y personal de salud a través de guías de educación ambiental, volantes, afiches, murales, paneles, trípticos y demostraciones de buenas prácticas de manejo integral de residuos sólidos.
- **Campaña de difusión en medios:** La utilización de tecnologías de información en la actualidad es muy potente; por lo tanto, para difundir el programa de segregación en la fuente se pueden utilizar las redes sociales, como Facebook, Twitter, Youtube, blogs, así como las páginas web de las propias municipalidades y los medios de comunicación.
- **Capacitación de personal:** La capacitación del personal operativo y técnico encargado directamente del desarrollo del programa segregación en la fuente, es de vital importancia, en la medida que son ellos quienes conocen del funcionamiento y desarrollo del programa. Además, son los encargados de transmitir y capacitar a los recicladores en buenas prácticas de gestión de residuos sólidos.

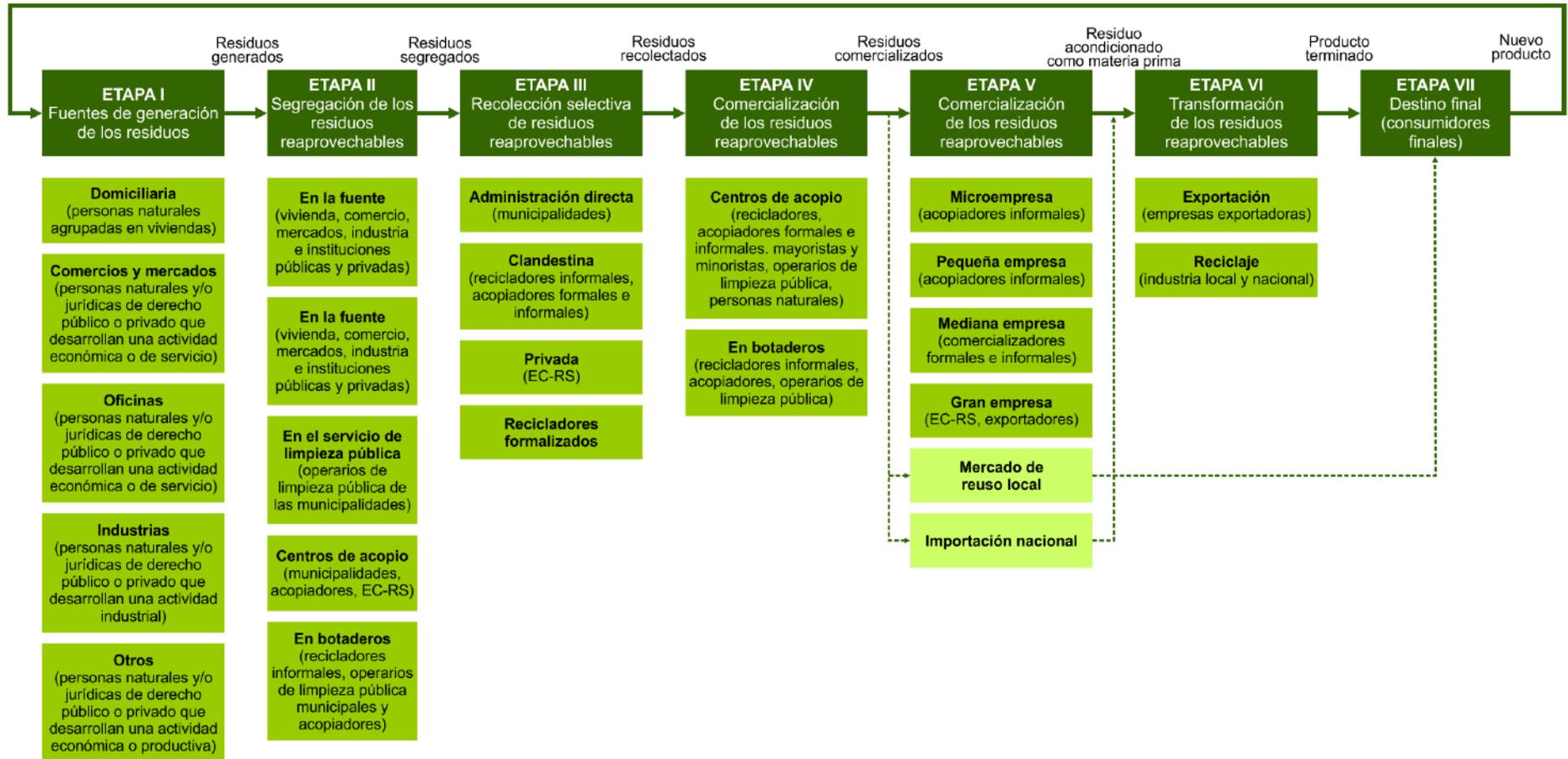
El desarrollo de todas estas actividades significa un gasto para las municipalidades que participan de los programas de segregación en fuente. Un ejemplo de ello es el “Programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos

inorgánicos reciclables en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero”, realizado en el año 2015, que demandó una inversión de S/ 27,259.40 (veintisiete mil doscientos cincuenta y nueve con 40/100 soles), para la adquisición de materiales y contratación de personal (Municipalidad Distrital de José Luis Bustamante y Rivero, 2015).

Sin embargo, los esfuerzos para fomentar el reaprovechamiento de residuos sólidos generan un impacto positivo no solo en el ámbito de la conservación del medio ambiente, sino también en el fortalecimiento de la economía circular, en tanto la segregación en la fuente y la recolección selectiva permiten, junto a otros procesos de valorización de residuos, la generación de cadenas productivas a partir de los residuos reciclables, como se aprecia en el **Gráfico 2.2**.

Gráfico 2.2

Flujograma del reaprovechamiento de residuos sólidos



Fuente: ONG Ciudad Saludable, 2010.

2.3.5. Economía Circular

En la actualidad, la economía se desarrolla bajo un modelo lineal, donde los recursos y materias primas son considerados ilimitados en el transcurso del tiempo y, en consecuencia, se generan grandes volúmenes de desperdicios, debido a que los recursos son utilizados y desechados después de su respectivo uso, siendo destinados a la disposición final. Dada la gran cantidad de materia prima existente, existe el riesgo de que la capacidad de los rellenos sanitarios no sea suficiente para cubrir la demanda futura, aumentando la probabilidad de que los residuos sean gestionados de manera incorrecta e insostenible (Seguí et al., 2018).

A partir del enfoque de economía lineal, aparece la visión de una economía circular como una alternativa atractiva, consistente en la oportunidad de separar el crecimiento económico del uso inadecuado de los recursos naturales, a fin de fomentar la innovación tecnológica, la eficiencia y la generación de empleo. Esta visión llega en un momento en el que la economía global está cambiando, debido a los problemas de impacto ambiental. El mayor interés por los nuevos conceptos de economía muestra que existen modelos circulares de creación de valor. El reto consiste ahora en elevar esta actividad para crear un cambio en el sistema (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

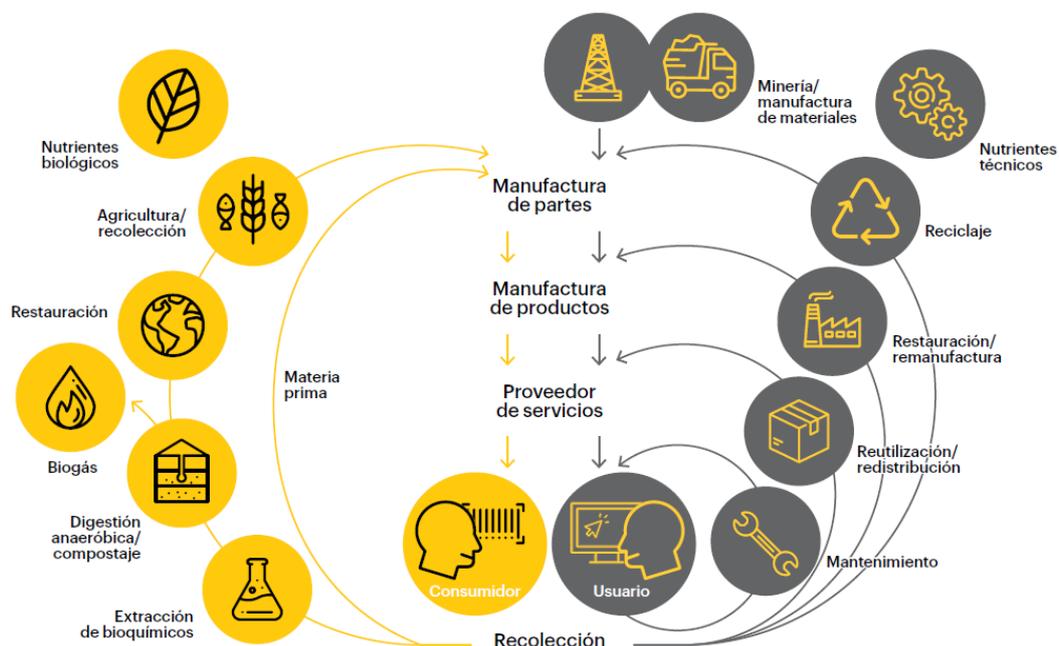
Al respecto, Kirchherr et al. (2017), definen a la economía circular como

Un sistema económico que se basa en modelos de negocio que sustituyen el concepto de “fin de vida” por la reducción, reutilización, reciclaje y recuperación de materiales en procesos de producción/ distribución y consumo, operando así a nivel micro (productos, empresas, consumidores), nivel meso (parques eco-industriales) y nivel macro (ciudad, región, nación y más), con el objetivo de lograr un desarrollo sostenible, que implica crear calidad ambiental, prosperidad económica y la equidad social, en beneficio de las generaciones actuales y futuras”.

Asimismo, la economía circular distingue los componentes técnicos y biológicos, siendo que, con relación a los primeros, propone que sean procesados mediante técnicas de reutilización, reparación, refabricación y/o reciclado; mientras que, con relación a los segundos, pretende insertarlos en el sistema a través de procesos como el compostaje (Corporación Andina de Fomento, 2018), conforme se aprecia en el **Gráfico 2.3**.

Gráfico N° 2.3

Diagrama del sistema de la economía circular



Fuente: Ellen MacArthur Foundation, 2015.

2.4. Implicancias de la gestión de residuos sólidos en la salud pública

El manejo y tratamiento inadecuado de los residuos sólidos tiene un impacto directo en la salud de la población, debido a que los depósitos y vertederos informales se encuentran a la intemperie y contaminan al medio ambiente, constituyendo focos que poseen altas cargas patógenas y, en consecuencia, resultan ser medios adecuados para la proliferación de vectores, que sirven para la entrada y propagación de microorganismos y la consiguiente producción de enfermedades. Dentro de los vectores que con mayor frecuencia encontramos roedores, moscas, cucarachas, aves, perro, cerdos, entre otros organismos vivos.

La proliferación de vectores tiene una relación directa a la carga de residuos que contaminan el aire, suelo, cultivos, aguas superficiales y subterráneas. Las poblaciones con mayor riesgo de contraer enfermedades son las personas que viven en situación de pobreza, trabajadores formales e informales que movilizan los residuos sólidos,

pobladores que se encuentra alrededor de los vertederos informales, los segregadores informales, los niños, ancianos y la población en general (Defensoría del Pueblo, 2007).

El riesgo de producir una infección o enfermedad en la salud de la población dependerá de dos factores, principalmente:

- La exposición de las personas a los residuos sólidos, por cuanto se desconoce su contenido (vidrios, heces fecales u otros materiales). Dicha situación implica que las personas que tienen contacto directo con los residuos constituyan el grupo más vulnerable, como los trabajadores de limpieza pública, recicladores o pobladores asentados en áreas próximas a vertederos. En estos casos, las infecciones se podrían generar a partir de cortes en la piel, irritación de los ojos por contenidos químicos y los malos olores que emiten estos residuos por descomposición.
- Las infecciones o enfermedades que están relacionados con la proliferación in situ de animales o vectores, que son portadores de gérmenes o microorganismos (hongos, virus, bacterias y parásitos) que transmiten la enfermedad a la población. Dentro de los principales vectores se encuentran, los mosquitos, moscas, cucarachas, ratas, serpientes, que generaran en la población enfermedades como la diarrea aguda y muchas veces enfermedades de mayor gravedad como la fiebre tifoidea.

Además, existen otras formas de producir una infección que es la filtración de las aguas del subsuelo y la contaminación a campos agrícolas y el clima. Cabe señalar, para la producción de la infección o enfermedad debe cumplirse la triada ecológica condición inherente en el desarrollo de la enfermedad que son, fuente de producción o medio ambiente, el agente causal o microorganismo y el huésped receptor que es el ser humano (Lima Leonardo, 2010).

2.4.1. Principales vectores en la transmisión de enfermedades

En el contexto de la biología y la medicina, se puede definir un vector como un ser vivo capaz de transmitir una enfermedad a hospedadores vertebrados, incluido el hombre. Al respecto, cabe diferenciar entre vectores mecánicos y vectores biológicos; siendo los primeros cualquier clase de artrópodos hematófagos que se infectan al ingerir sangre en la que está presente un microorganismo y que se transmite a un segundo hospedador sin experimentar ningún ciclo de multiplicación dentro del vector.; mientras que, en el caso de los segundos, el microorganismo infeccioso experimenta un ciclo específico de multiplicación dentro del vector, que sigue siendo infeccioso y puede transmitir la infección a su progenie (D.W. Verwoerd, 2015).

2.4.2. Enfermedades transmitidas por roedores

Dentro de las principales enfermedades que puede transmitir los roedores en especial las ratas, mediante los mecanismos de mordeduras, orinas, heces fecales, pulgas que viven en su cuerpo y contaminación de alimentos, pueden producir enfermedades mediante transmisión del virus, como, el hantavirus o fiebre hemorrágica, peste bubónica por las picaduras de la pulga, leptospirosis por contacto con la orina del roedor, toxoplasmosis, triquinosis y salmonelosis producido por parásitos en contacto con las heces del roedor. En cuanto a las principales manifestaciones clínicas encontramos, la fiebre, malestar general, decaimiento, cefaleas, sudoraciones, escalofríos, fatiga y dolor muscular (Ministerio de Salud, 2011).

2.4.3. Enfermedades transmitidas por moscas domésticas y cucarachas

En cuanto a las enfermedades transmitidas por las moscas domésticas y cucarachas, es fundamental destacar que la vía de transmisión es mecánica o también llamado de contacto, donde a través de las patas, las alas, el cuerpo, las heces, huevos y salivas de las moscas contaminen los fómites o utensilios (vasos, cucharas, platos, etc.) del domicilio y alimentos provocando diferentes enfermedades como; salmonelosis, cólera, fiebre tifoidea, amebiasis, giardiasis, irritación ocular, tracoma y entre otros.

Es primordial destacar que el ciclo de reproducción de las moscas es rápido y dependerá de la temperatura ambiental, en zonas cálidas existirá una mayor reproducción en los cúmulos de residuos sólidos y sobre todo en las excretas húmedas de humanos y animales, siendo la fuente principal de reproducción de la mosca doméstica, que transmite enfermedades y causa la muerte de muchas de personas. Dentro de las principales manifestaciones, de este grupo de enfermedades se destacan las diarreas agudas, vómitos, deshidratación y hasta llegar el shock (Manrique-Saide, P.; Delfín-González, H., 1997).

2.4.4. Enfermedades gastroentéricas

Las enfermedades transmitidas por las moscas domésticas, por similitud de manifestaciones clínicas del Cólera, Salmonelosis, Amebiasis, Giardiasis y Disenterías (Fiebre tifoidea), se describe que este grupo de enfermedades son producidos por diferentes gérmenes o microorganismos patógenos, como virus (rotavirus), bacterias (cólera, fiebre tifoidea) parásitos (giardiasis, amebiasis) que afectan la salud de la población y tiene una mayor incidencia en la población que se encuentran alrededor de los vertederos, donde los niños son los afectados.

Las infecciones producidas por estos microorganismos provocaran diferentes manifestaciones, principalmente del sistema gastrointestinal, entre ellas a destacar las diarreas, dolor o cólicos abdominales, náuseas, vómitos, fiebre, cefaleas, malestar general, inapetencia, entre otros, y en sus formas complicadas pueden llevar a la deshidratación, shock y la muerte de los pacientes (Ministerio de Sanidad y Consumo - España, 2008).

2.4.5. Enfermedades transmitidas por mosquitos

Son enfermedades infecciosas producidas por la picadura de un mosquito hembra *aedes aegypti*, que transmite enfermedades como, dengue, fiebre amarilla, leishmaniosis, malaria y chikungunya, todas ellas transmitidas por mosquitos hembra del género *anopheles*, y cuyas principales manifestaciones son fiebre, malestar general y dolor muscular (Defensoría del Pueblo, 2007). Estas enfermedades son frecuentes y

aparecen con mayor incidencia en periodos de lluvias, siendo mayor el riesgo en el caso de los depósitos de agua que se forman en lugares de concentración o almacenamiento de residuos sólidos (Mendoza, 2016).

2.4.6. Enfermedades transmitidas por contaminación del medio ambiente

En cuanto a las enfermedades causadas por contaminación ambiental, cabe destacar que los botaderos abiertos o vertederos informales de residuos sólidos son focos de contaminación para el aire, debido a la emisión de gases volátiles por biodegradación y quema de residuos, al ser éstas actividades que generan humos tóxicos que, además, pueden ser cancerígenos. Estas formas de contaminación ambiental se relacionan directamente con enfermedades del sistema respiratorio. Entre las principales enfermedades vinculadas a la contaminación aérea encontramos: laringitis, faringitis, asma bronquial, bronquitis aguda, crónica y neumonías (González, 2015).

Asimismo, la contaminación aérea puede significar un mayor riesgo para los pacientes con enfermedades pulmonares crónicas (EPOC), pacientes con asma bronquial y alergias, ya que puede desencadenar en una crisis o reagudización de estas enfermedades, más aún si se trata de poblaciones vulnerables, como los niños y adultos mayores que viven alrededor o cerca de estos vertederos (Defensoría del Pueblo, 2007).

Es importante resaltar que la contaminación por el manejo inadecuado de los residuos sólidos se hace extensiva a las aguas de los ríos, subsuelos, lagos y pozos, campos de cultivo, pudiendo provocar enfermedades gastrointestinales en la población que vive cerca o alrededor de los vertederos; razón por la cual, resulta fundamental desinfectar el agua y alimentos antes de su consumo (Zavala, 2009).

2.5. Reaprovechamiento de residuos orgánicos

2.5.1. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son productos elaborados a partir de la combinación de residuos de explotación agropecuaria, de cultivo y actividades humanas, que tiene por

finalidad mejorar las características fisicoquímicas del suelo (Romero et al., 2004) (Bruzon, 1996. Citado por Iparraguirre, 2007).

En los últimos años, la aplicación y utilización de abonos orgánicos ha ido incrementando, debido a los nuevos conceptos sobre conservación ecológica y contaminación, ya que el uso indiscriminado de los fertilizantes químicos se ha convertido en un problema, principalmente por la contaminación de aguas y suelos (Romero et al., 2004).

Iparraguirre (2007) menciona que los abonos orgánicos se pueden clasificar según su fuente principal de nutrientes, los mismos que son liberados gracias a la actividad microbiana. Se subdividen a su vez en abonos orgánicos procesados (materia prima estabilizada) y no procesados (aplicación directa sin previa descomposición).

Los abonos orgánicos más comunes son el bokashi, el compost, las tierras fermentadas, el vermicompost, y los extractos vegetales; los cuales requieren un proceso de elaboración. Otros como los abonos verdes y rastrojos, simplemente se incorporan al suelo. Adicionalmente, a su uso como fertilizante, los abonos orgánicos pueden ser utilizados para otros fines, como es el caso de la tierra fermentada, cuyo uso principal es como sustrato para semilleros y almacigales (López, 1994, Soto et al., 2002, citados por Durán y Henríquez, 2007).

2.5.2. Compost

El compost es el producto resultante de la degradación de residuos orgánicos por la acción de los microorganismos, alterando su estructura interna y molecular de los compuestos orgánicos. Así mismo, según el tiempo de descomposición, se da el grado de madurez del compost, al realizar la biotransformación o degradación parcial (descomposición de un compuesto orgánico en otro similar) y mineralización o degradación completa, considerada ésta como la descomposición total de las moléculas orgánicas en dióxido de carbono, residuos inorgánicos inertes o minerales que se incorporan a la estructura del suelo, de los microorganismos y de las plantas (Puerta, 2004).

2.5.3. Proceso de elaboración de compost

El compostaje es una tecnología sencilla y económica para aprovechar toda clase de residuos orgánicos biodegradables, desde desechos de jardín o cocina, papeles hasta estiércol de animales, aplicándose tanto a gran escala (a nivel municipal o empresarial) como individualmente uso en las áreas verdes de las viviendas (Roben, 2002).

El producto final del proceso de compostaje, se puede utilizar como enmienda orgánica en el suelo, mejoradora de las propiedades físicas, químicas y biológicas. La mejora de la estructura del suelo, el incremento de la capacidad de intercambio catiónico, la eliminación de patógenos, entre otros, aumentarán el crecimiento de las plantas (Chefetz et al., 1996).

Considerando que, la recolección de residuos sólidos orgánicos municipales, generan grandes volúmenes de residuos y que, el compostaje es una tecnología sencilla cuya finalidad es convertir la materia orgánica en un mejorador de suelo; el presente proyecto tiene como objetivo proponer una mejora en la gestión de los residuos a través del proceso de compostaje y la disposición final de los residuos no aprovechables.

El compostaje un método muy antiguo y simple el cual genera doble beneficio, por un lado, se evita la formación de gases de efecto invernadero, y de otro, se obtiene el compost, material valioso en la agricultura que es usado para mejorar la estructura del suelo (Binner, 2014).

2.5.4. Tipos de compost

Dados los avances en la investigación sobre los compost logrados hasta el momento, para realizar la clasificación del compost, resulta necesario tener en cuenta otros criterios de valoración, tales como: la calidad del producto, el nivel de tecnología empleada en el proceso de producción, entre otros. Sobre esa base, se puede considerar a los siguientes tipos de compost, según el origen de sus materias primas (Alarcón, 2004):

- Compost de maleza.
- Compost de maleza y broza.
- Compost de material vegetal con estiércol.
- Compost tipo Quick – Return. Elaborado por restos vegetales, a los que se les ha añadido rocas en polvo, algas calcáreas, activador Quick Return, paja y tierra.
- Compost de fracción orgánica de los residuos municipales.
- Compost de la fracción orgánica de los residuos municipales con restos vegetales.
- Compost de la fracción procedente del tratamiento anaeróbico de RM.
- Compost de lodos de depuradora de restos vegetales, de poda, serrines, cenizas o corteza
- Compost de fracción orgánica de los residuos procedentes de la industria de producción de alimentos.
- Compost activado con levadura de cerveza.

Sin tomar en cuenta el origen de los materiales a compostar y el destino del producto final, los requerimientos generales mínimos se deben encaminarse a conseguir un compost con aspecto y olor aceptables, correcta higienización, bajos niveles de impurezas y contaminantes, niveles óptimos de componentes útiles para el suelo y una cierta regularidad en las características (Alarcón, 2004).

2.5.5. Parámetros de calidad para el compostaje

Las condiciones y características de los desechos biodegradables para el compostaje aparecen en las **Tablas 2.1 y 2.2.**

Tabla 2.1
Condiciones de los desechos biodegradables

Desecho	Materia orgánica (%)	Tasa C/N	N (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)	CaO (mg/kg)	MgO (mg/kg)
Desechos de cocina	20 - 80	12 - 20	0.6 - 2.2	0.3 - 1.5	0.4 - 1.4	0.5 - 4.8	0.5 - 2.1
Desechos biodegradables mixtos	30 - 70	10 - 25	0.6 - 2.7	0.4 - 1.4	0.5 - 1.6	0.5 - 5.5	0.5 - 2
Desechos de parques y jardines	15 - 75	20 - 60	0.3 - 2.0	0.1 - 2.3	0.4 - 3.4	0.4 - 12	0.2 - 1.5
Desechos domiciliarios mixtos	25 - 50	30 - 40	0.8 - 11	0.6 - 0.8	0.5 - 0.6	4.4 - 5.6	0.8
Desechos celulósicos (Papel, desechos de madera)	75	170 - 800	0.2 - 1.5	0.2 - 0.6	0.02 - 0.1	0.5 - 1.5	0.1 - 0.4
Estiércoles de vaca	20.3	20	0.6	0.4	0.7	0.6	0.2
puerco	25.4	25	0.7	0.3	0.8	0.4	0.2
pollo	10 - 15		9.8	8.3	4.8	17.3	1.7
Heces fecales humanos	15 - 25	6 - 10	2	1.8	0.4	5.4	2.1
Paja		100	0.4	2.3	2.1	0.4	0.2

Fuente: Roben, 2002.

Tabla 2.2
Características de los desechos biodegradables

Desecho	Aptitud de forma y estructura para el compostaje (homogeneidad, aptitud para aireación)	Aptitud del contenido de agua para el compostaje	Porcentaje máximo del material respectivo permisible para el compostaje	Pre-condicionamiento necesario
Desechos de cocina	Mala (material fino, pegajoso y húmedo; densidad alta)	Demasiado alto	< 50 %	Mezcla con material seco y material grueso; separación de materiales foráneos
Desechos biodegradables mixtos	Buena - mala (depende de la composición)	Bueno - alto	50 % - 100 %	Trituración, homogenización, separación de materiales foráneos
Desechos de parques y jardines	Buena	Bueno - bajo	100 %	Trituración, homogenización
Desechos domiciliarios mixtos	Buena	Bueno	100 %	Trituración, homogenización, separación de materiales foráneos
Desechos celulósicos (Papel, desechos de madera)	Buena	Demasiado bajo	< 60 % (menos si es muy alto el tasa C/N)	Trituración, separación de materiales foráneos
Estiércoles animales	Mala	Demasiado alto	< 30 %	No se necesita
Heces fecales humanos	Mala	Demasiado alto	< 60 %	Secar
Paja	Buena	Demasiado bajo	< 50 %	Cortar

Fuente: Roben, 2002.

2.5.6. Ventajas del compost

- **Mejora las propiedades del suelo**

Sandoval (2006), citado por Chauca (2014), señala que el compostaje actúa como un revitalizador y regenerador natural o compuesto que mejora la materia orgánica. Asimismo, cabe resaltar que tiene un gran potencial, haciendo que su presencia en los terrenos o suelos y en proporciones indicadas resulta beneficioso para la fertilidad de la tierra.

- **Mejora las propiedades físicas del suelo**

El compost al ser un producto de materia orgánica ayuda favorablemente a mejorar las condiciones del suelo agrícola (los suelos serán más permeables y menos pesados y mucho más compactos que los suelos ligeros), permite aumentar la permeabilidad hídrica y gaseosa, contribuyendo a incrementar la capacidad de retener el recurso hídrico del suelo (Sandoval 2006; Chauca, 2014).

- **Mejora las propiedades químicas**

El compost al ser un producto de materia orgánica proporciona macronutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, etc., que incrementan la capacidad de intercambio de cationes del suelo. La cual consiste en absorber de manera más efectiva los nutrientes catiónicos del suelo, incrementando su disposición para las plantas, de tal forma se evitaría la lixiviación. Así mismo, los compuestos húmicos existentes en toda materia orgánica forman complejos y quelatos estables, incrementando la asimilación de las plantas (Sandoval 2006; Chauca, 2014).

- **Mejora la actividad biológica del suelo.**

La composición de la materia orgánica del suelo tiene el rol de fuente de energía y nutrición para los microorganismos existentes en el suelo. Los cuales viven gracias al humus y ayudan a su mineralización. La población microbiana abundante y activa es un indicador de alta fertilidad de los suelos (Sandoval 2006; Chauca, 2014).

A continuación, en el **Gráfico 2.4**, se puede apreciar un resumen de los principales beneficios del uso del compost.

Gráfico 2.4
Principales beneficios del compost

Propiedades	Acción
Físicas	Mejora la estructura y estabilidad del suelo, incrementa la porosidad, la permeabilidad del aire y retención del agua.
Químicas	Incremento de la capacidad tampón, aumento del intercambio catiónico y del contenido de materia orgánica, incremento de los niveles de macro y micronutrientes esenciales.
Biológicas	Favorece la coexistencia de diferentes especies de microorganismos, incrementa la microflora y la mesofauna como protozoos, rotíferos, nemátodos y artrópodos, estimula la actividad microbiana y reduce la producción de patógenos.

Fuente: Puerta, 2004.

2.5.7. Propuesta para la producción de compost

Para fines del presente trabajo, se plantea el sistema de compostaje en pilas, el mismo que consiste en colocar los residuos orgánicos en pilas triangulares; siendo el tamaño de las pilas muy importante para el proceso de compostaje, en tanto debe mantenerse dentro de los límites que aseguren una adecuada producción de compost.

En ese sentido, para asegurar la proliferación de los microorganismos que realizan el compostaje, se necesita una "masa crítica" mínima de 50 - 100 kg de residuos biodegradable. A partir de esa masa crítica se puede iniciar y mantener durante un tiempo suficiente la reacción exotérmica del proceso aeróbico que asegura las temperaturas necesarias para la higienización del material (Roben, 2002).

Asimismo, para conseguir un buen producto es recomendable emplear insumos diversos, de origen vegetal como animal, por cuanto esta combinación permite alcanzar un equilibrio entre el mayor aporte de carbono de los residuos de origen vegetal y el mayor aporte de nitrógeno del estiércol (Altamirano y Cabrera, 2006).

Por otro lado, las investigaciones de Sanclemente et al. (2011) determinaron que la melaza es un acelerador de la descomposición de la materia orgánica, pues muestra una marcada influencia en la tasa descomposición inicial de los residuos vegetales.

2.5.8. *Proceso del compostaje*

Según la época a la que se aplica a la tierra y al tipo de cultivo, pueden encontrarse dos tipos de compost:

- **Compost maduro**

Es el compost más biodegradado producto de la descomposición, y puede ser empleado en toda variedad de cultivo, pero el empleo de este en cantidades similares tiene un poder fertilizante en menor grado que un compost joven. Su uso es en cultivos que no soportan materia orgánica poco degradada. Este compost presenta estabilización en las propiedades químicas, tales como, capacidad de intercambio catiónico, pH y materia orgánica; tiene bajo contenido de ácidos fúlvicos, relación C/N menor a 20 (Navarro, 2006).

- **Compost joven**

Está en un grado de descomposición menor y se utiliza como abono para patata, maíz, tomate, pepino o calabaza. Este producto presenta inestabilidad en las propiedades 22 químicas, tales como, capacidad de intercambio catiónico, pH y materia orgánica; tiene alto contenido de ácidos fúlvicos y relación C/N mayor a 20 (Navarro, 2006)

2.5.9. *Microorganismos eficaces*

Con relación a los microorganismos eficaces, Higa (2002) sostiene que

Es una solución que contiene varios microorganismos benéficos tanto aeróbicos como anaeróbicos, los cuales tienen diferentes funciones. Como los Microorganismos eficaces (EM) están compuesto por microorganismos, es una entidad viva, los microorganismos son microbios benéficos de origen natural que al ponerse en contacto con la materia orgánica secretan sustancias útiles.

Los EM secretan sustancias benéficas tales como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y antioxidantes cuando entran en contacto con la materia orgánica. Si bien contiene más de 80 diferentes microorganismos en total, los principales son las bacterias lácticas, las bacterias fotosintéticas y las levaduras (Correa, 2005).

Según Bejarano y Delgadillo (2007), la inoculación de la pila de compostaje o compostera con microorganismos, tiene el objeto de disminuir el tiempo de elaboración del abono orgánico, obtener un material microbiológica y nutricionalmente mejorado.

Entre las ventajas de la adición microorganismos al compostaje están:

- Aceleración del incremento de las temperaturas, manteniéndose en la etapa termófila del proceso, independiente de la aireación y las condiciones ambientales.
- Promueve la transformación aeróbica de compuestos orgánicos, evitando la descomposición de la materia orgánica por oxidación en la que se liberan gases generadores de olores molestos (sulfurosos, amoniacaes y mercaptanos). Adicionalmente, evita la proliferación de insectos vectores, como moscas, ya que estas no encuentran un medio adecuado para su desarrollo.
- Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante, ya que durante el proceso de fermentación se liberan y sintetizan sustancias y compuestos como: aminoácidos, enzimas, vitaminas, sustancias bioactivas, hormonas y minerales solubles, que, al ser incorporados al suelo a través del abono orgánico, mejoran sus características físicas químicas y microbiológicas.
- Acelera el proceso de compostaje a una tercera parte del tiempo de un proceso convencional (5-8 semanas).

2.5.10. Calidad del compost

La calidad del compost no es un concepto absoluto, si no que depende de los usos a que se destine, se define como *“la capacidad o aptitud del compost para satisfacer*

las necesidades de las plantas, con un mínimo impacto ambiental y sin riesgo para la salud pública” (Ansorena, Batalla y Merino, 2014).

En el **Tabla 2.3** se aprecian los parámetros de calidad que resultan exigibles para el compost final.

Tabla 2.3a
Parámetros de calidad

PARAMETROS		Nch 2880		Norma técnica Colombiana 5167	OMS	Norma 503-40 CFR dela EPA	
		Calidad A	Calidad B				
Relación C/N		≤ a 25	≤ a 30	-----	-----	-----	
Parámetros generales y de Materia Orgánica	pH	5.0 - 8.5	5.0 - 8.5	4.0 - 9.0	6.0 - 9.0	-----	
	C.E	dS/m	< a 3dS/m	≤ a 8 dS/m	-----	-----	
	M.O	%	≥ a 20%	≥ a 20%	-----	25% - 50%	
	N	%	≥ a 0.5%	≥ a 0.5%	-----	0.4% - 3.5%	
Micro elementos	P2O5	%	-----	-----	> 1%	0.3% - 1.8%	
	K2O	%	-----	-----	-----	-----	
	CaO	%	-----	-----	-----	-----	
	MgO	%	-----	-----	-----	-----	
	Na	%	-----	-----	-----	-----	
	Hd	%	30% - 45%	30% - 45%	35%	30% - 50%	-----
Metales Pesados	Pb		100 mg/kg	100 mg/kg	300 mg/kg	200 - 400 mg/kg	300 mg/kg
	Cd		2 mg/Kg	8 mg/Kg	39 mg/kg	15 - 40 mg/kg	18 mg/kg
	Cr		120 mg/Kg	800 mg/Kg	1200 mg/kg	-----	1200 mg/kg
Coliformes totales	(NMPg)	< a 1000 NMP	< a 1000 NMP	-----	-----	-----	
Coliformes fecales	(NMP/g)	< a 1000 NMP	< a 1000 NMP	-----	-----	< a 1000 < 2000000 NMP	
Organismos mesófilos totales (UFC/g de compost seco)	Bacterias	-----	-----	-----	-----	-----	
	Actinomicetos	-----	-----	-----	-----	-----	
	Hongos	-----	-----	-----	-----	-----	
Respiración microbiana	mg CO ₂ /g de compost seco/día	-----	-----	-----	-----	-----	
Biomasa microbiana	mg C/g de compost	-----	-----	-----	-----	-----	
Bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre	Organismos/g compost seco	-----	-----	-----	-----	-----	
Bacterias nitrificantes		-----	-----	-----	-----	-----	

Fuente: Rafael, M., 2015.

2.6. Modelos de gestión de residuos sólidos municipales

Según Fuentes, et al. (2008), existen cuatro modelos de gestión o niveles de decisión para el manejo de residuos sólidos municipales, mediante los cuales, una municipalidad puede identificar la situación actual en que se encuentra, las actividades que debe realizar y el tipo de solución que resulta más conveniente para abordar las problemáticas de la gestión de residuos sólidos en su jurisdicción. Los modelos de gestión que plantea son los que se indican a continuación:

- El modelo de gestión directa (MGD).
- El modelo de Asociación Público Privada (APP).
- El modelo de Asociación Público Privada con cofinanciamiento (APPC).
- El modelo de gestión directa (MGD) con cooperación internacional (MGD-Coop).

La elección del modelo de gestión requiere, de manera previa, un análisis de tres factores. Los dos primeros corresponden al liderazgo del alcalde y la planificación estratégica en manejo de residuos sólidos municipales, los cuales son comunes a todos los modelos; sin embargo, el que resulta decisivo para la toma de decisiones es el tercer factor, referido a la sostenibilidad financiera, el mismo que evalúa dos componentes, por un lado, la recaudación de arbitrios y el costo real de la limpieza pública, y por otro lado, la comparación entre los costos públicos y los costos privados de la gestión de residuos sólidos.

Al respecto, cabe indicar que el primer factor, referido al liderazgo del alcalde, versa en la capacidad de la autoridad edil para reconocer a la gestión de residuos sólidos no solo como parte de la agenda municipal, sino como una materia de alta prioridad, lo cual implica que la voluntad política suficiente para afrontar la problemática existente.

El segundo factor consiste en tener una planificación estratégica integral de gestión de residuos sólidos, mediante las guías facilitadas por otros organismos para realizar los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos de cada municipalidad.

Sobre el particular, si en este punto se advierte que uno de los dos factores antes mencionados no ha sido desarrollado en el ámbito municipal, se realizan recomendaciones de sensibilización y uso de guías de gestión, precisando que la planificación comprende 4 factores críticos: a) fortalecimiento de capacidades de gestión, b) tecnología, c) participación de la población generadora y d) participación del sector informal.

Finalmente, el tercer factor se refiere a la sostenibilidad financiera y para su evaluación se requiere, en primer lugar, determinar si los ingresos por recaudación de arbitrios son iguales o superiores a los costos reales del servicio de limpieza pública y, en segundo lugar, si los costos públicos son mayores o menores a los costos privados.

En ese sentido, en caso de contar con la fortaleza comprobada del liderazgo del alcalde y la planificación estratégica en el manejo de residuos sólidos municipales, se plantean las siguientes posibilidades:

- **Modelo de gestión directa (MGD):** Este modelo supone que los ingresos por recaudación de arbitrios son mayores o iguales al costo real del servicio de limpieza pública (costo público), y que el costo del servicio de limpieza pública es menor que costo propuesto por un operador privado (costo privado); por lo que, se recomienda la gestión municipal directa.
- **Modelo de Asociación Público Privada (APP):** Este modelo supone los ingresos por recaudación de arbitrios son mayores o iguales a los costos reales del servicio de limpieza pública, pero que el costo real del servicio de limpieza pública (costo público) es mayor al costo propuesto por un operador privado (costo privado), recomendándose la gestión mediante una APP.
- **Modelo de Asociación Público Privada con cofinanciamiento (APPC):** Este modelo supone los ingresos por recaudación de arbitrios son menores al costo real del servicio de limpieza pública (costo público) y que este último es, a su vez, mayor al costo propuesto por un operador privado (costo privado); por lo que, resulta recomendable implementar un modelo de APP cofinanciada, en

tanto la municipalidad no puede cubrir por sí sola el costo de la limpieza pública.

- **Modelo de gestión directa (MGD) con cooperación internacional (MGD-Coop):** Este modelo supone que los ingresos por recaudación de arbitrios son menores al costo real del servicio de limpieza pública (costo público) y que, además, este último es menor al costo propuesto por un operador privado (costo privado); razón por la cual, se recomienda brindar el servicio mediante gestión municipal directa con cooperación internacional. Al respecto, cabe destacar que las municipalidades cuentan con el apoyo del Conam y las ONG nacionales para facilitarles el acceso las instituciones de cooperación internacional.

CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

3.1. Generación de residuos en Arequipa Metropolitana

El Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos de Arequipa 2017-2028, en adelante PIGARS, contiene información relevante sobre la situación actual en materia de residuos sólidos en la provincia de Arequipa, lo cual comprende a los 17 distritos que conforman el área de Arequipa Metropolitana² (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a).

Sobre el particular, el PIGARS señala que la población de la provincia de Arequipa, tanto de los 17 distritos urbanos como de los 12 rurales, es de 1'043,491 habitantes, y que la generación de residuos sólidos alcanza las 736.09 t/día. Asimismo, hace énfasis en que la referida provincia cuenta con 284 puntos críticos de acumulación de residuos sólidos, incluyendo a 21 botaderos a cielo abierto (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a).

Con relación a la generación per cápita de residuos sólidos y su manejo en el ámbito de Arequipa Metropolitana, en la **Tabla 3.1**, se pueden observar los siguientes datos.

² Para fines del presente trabajo, se entenderá por Arequipa Metropolitana al área comprendida por los distritos de Alto Selva Alegre, Arequipa, Cayma, Cerro Colorado, Characato, Jacobo Hunter, José Luis Bustamante y Rivero, Mariano Melgar, Miraflores, Paucarpata, Sabandía, Sachaca, Socabaya, Tiabaya, Uchumayo, Yanahuara y Yura, todos ellos pertenecientes al ámbito urbano de la provincia de Arequipa.

Tabla 3.1
Residuos sólidos generados en Arequipa Metropolitana

Distrito	Población (2016)	GPC ³ Domiciliaria (kg/hab/día)	Generación Domiciliaria (t/día)	Generación No Domiciliaria (t/día)	Generación Municipal (t/día)	GPC Municipal (kg/hab/día)
Alto Selva Alegre	88 635	0.45	39.89	6.57	46.46	0.52
Arequipa	53 160	0.46	24.7	60.1	84.8	1.59
Cayma	100 434	0.59	59.96	12.6	72.56	0.72
Cerro Colorado	166 859	0.51	86.49	10.23	96.71	0.58
Characato	10 372	0.37	3.84	0.22	4.06	0.39
Jacobo Hunter	51 167	0.42	21.71	9.35	31.05	0.60
José Luis B. y Rivero	85 336	0.48	40.96	46.52	87.48	1.02
Mariano Melgar	55 421	0.41	22.72	2.32	25.04	0.45
Miraflores	50 777	0.43	22.26	8.84	31.1	0.61
Paucarpata	134 515	0.5	67.26	33.6	100.85	0.74
Sabandía	4 432	0.293	1.3	0.1	1.4	0.31
Sachaca	20 989	0.53	11.15	5.8	16.94	0.80
Socabaya	79 367	0.53	42.06	8.41	50.47	0.63
Tiabaya	15 515	0.47	7.34	2.31	9.64	0.62
Uchumayo	13 437	0.48	6.54	0.68	7.22	0.53
Yanahuara	27 324	0.55	15.22	16.89	32.11	1.17
Yura	29 181	0.32	9.4	2.15	11.55	0.39
TOTAL	986 921	0.492	482.78	226.68	709.46	0.71

Fuente: Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a.

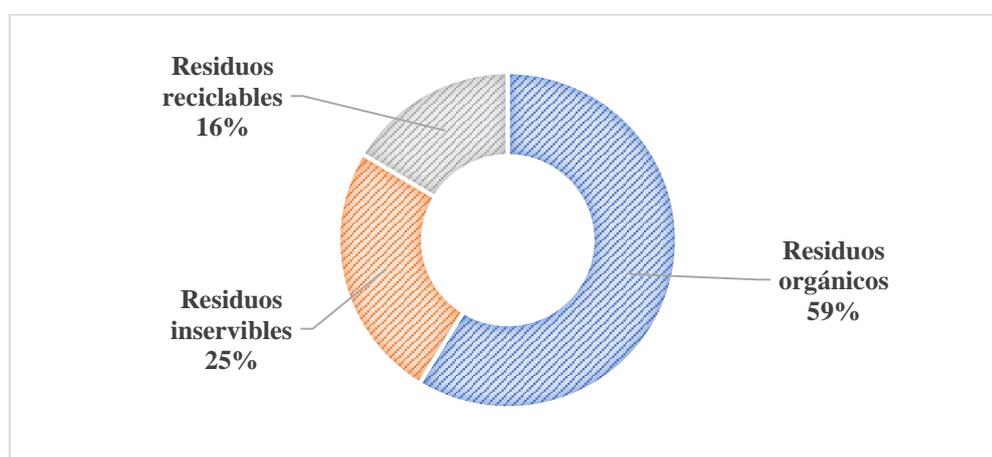
Como se observa en la **Tabla 3.1**, la generación de residuos sólidos domiciliarios, en el ámbito urbano de Arequipa es de 482.78 t/día, siendo que, a nivel municipal, se genera un total de 709.46 t/día. Al respecto, los distritos que registran una mayor y

³ GPC equivale a Generación Per Cápita.

menor generación de residuos sólidos son Paucarpata (100.85 t/día) y Sabandía (1.4 t/día), respectivamente.

En cuanto a la composición física de los residuos sólidos generados en el ámbito de Arequipa Metropolitana, en el **Gráfico 3.1**, se puede observar que se dividen residuos orgánicos e inorgánicos, siendo estos últimos a su vez, subdivididos en inservibles y reciclables (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a).

Gráfico 3.1
Composición de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana



Fuente: Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a.

Como se aprecia en el **Gráfico 3.1**, aproximadamente un 75% de los residuos generados en el área de Arequipa Metropolitana pueden ser sometidos a procesos de reaprovechamiento, tanto los residuos inorgánicos, que pueden ser reciclados, como los residuos orgánicos, que pueden servir como insumo para la elaboración de compost.

3.2. Enfoque individual y global de la gestión de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana

3.2.1. Enfoque individual

El manejo de residuos sólidos en el ámbito de la gestión municipal de Arequipa Metropolitana se realiza mediante la modalidad de administración directa. Es así que

cada una de las 17 municipalidades distritales presta el servicio de limpieza pública (barrido y recolección) directamente, con sus propios camiones, herramientas, insumos y personal, evidenciándose un enfoque individualizado y atomizado en el cumplimiento de las actividades relativas a la gestión de residuos sólidos.

Con relación al barrido y recolección de residuos, las municipalidades cuentan con personal permanente, pero en su mayoría desempeñan labores administrativas, siendo que, el personal contratado temporalmente (por 3, 6 o más meses, dependiendo de la gestión municipal), implica una alta rotación que, a mediano y largo plazo, impide que se cuente con personal debidamente capacitado y con la suficiente experiencia para la prestación de servicios de esta naturaleza⁴.

De otro lado, con relación a la transferencia, es de precisar que la Municipalidad Provincial de Arequipa cuenta con la Planta de Transferencia, ubicada en el distrito de Cerro Colorado, cuyos servicios se encuentran disponibles para las municipalidades distritales que conforman su ámbito jurisdiccional. Sin embargo, el uso de dicha infraestructura (así como su servicio) es facultativo, por lo que, en la actualidad, solamente viene siendo utilizada por la propia municipalidad provincial (para los residuos generados en el ámbito del distrito de Arequipa), mientras que, las demás municipalidades prefieren transportar los residuos generados en sus jurisdicciones directamente al relleno sanitario, según lo indicado por Luis Montoya, colaborador del Departamento de Limpieza Pública de la Municipalidad Provincial de Arequipa (ver **Anexo N° 10**).

Asimismo, con relación a la disposición final, cabe resaltar que la Municipalidad Provincial de Arequipa cuenta con una infraestructura ubicada en la zona de Quebrada Honda, ubicada en el distrito de Yura, cuya vida útil es de 10 años, de los cuales ya han transcurrido 4, no contándose con una nueva ubicación para infraestructura de disposición final, de acuerdo a lo estudios técnicos realizados por el Banco de Desarrollo Alemán, según lo señalado por Luis Montoya (ver **Anexo N° 10**).

⁴ De acuerdo a lo señalado por el Coordinador de Recojo de Residuos Sólidos de la Municipalidad de Yura, Eloy Pari (ver Anexo N° 17).

3.2.2. Enfoque global

A nivel metropolitano, en lo que respecta al barrido de calles, se deben tener en cuenta los siguientes (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a):

- El servicio se brinda hasta en 3 turnos (mañana, tarde y noche), dependiendo de cada municipalidad. De esta manera, el referido servicio se brinda en 3 turnos solo en 2 municipalidades, en 2 turnos (mañana y tarde) en 5 municipalidades, y en un solo turno (mañana) en 12 municipalidades.
- Cada municipalidad es responsable de la gestión de residuos sólidos, cubriendo los costos que demande (cantidad de personal, herramientas, equipamiento, capacitación, entre otros).
- La oferta actual de barredores es de 606 personas para una población de 986,921 habitantes en los 17 distritos. Dicho servicio se brinda de forma manual y registra una cobertura promedio de 79.08%.
- Los puestos de barrido están ocupados principalmente por mujeres (91.98%), a diferencia de los puestos de recolección y transporte, ocupados principalmente por hombres (95.81% y 94.08%, respectivamente).
- La relación laboral del personal con el municipio, en su mayoría, es por contrato administrativo de servicios (70.30%), seguido de la condición de nombrado o permanente (29.70%).
- Los ingresos de trabajadores de limpieza pública varían según su condición de contratado (CAS) o nombrado. Los choferes son los que tienen mayores remuneraciones (rango S/ 850 a S/ 2,200), seguidos de los ayudantes (rango S/ 600 a S/ 1,200) y, finalmente, los de barrido (rango S/ 600 a S/ 1,150).

- La distancia del servicio de barrido es de aproximadamente 1,385.5 km. y, como resultado de ello, se recogen residuos en una cantidad aproximada de 22.63 t/día.
- Cada personal de barrido cuenta con uniforme e implementos de seguridad (EPP) y dispone de insumos como escobas, recogedores y tachos. La entrega se realiza anualmente, en el ámbito urbano se utilizan 8,755 escobas al año, 1,656 recogedores y 657 tachos.

En cuanto al servicio de transporte de residuos, sean éstos generados en domicilios, vías y espacios públicos, instituciones públicas o privadas, zonas comerciales, entre otros, se aprecian los siguientes aspectos relevantes (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a):

- En cuanto a la cobertura, se presentan ciertas dificultades debido a la topografía del terreno (pendientes, viviendas en laderas de cerros) y una estructura urbanística con vías estrechas, sin veredas y difícil acceso, lo cual complica o impide la circulación de los camiones compactadores.
- La flota vehicular total de las 17 municipalidades de Arequipa Metropolitana es de 160 vehículos en total, conformada por 90 compactadoras, 29 camiones, 12 volquetes, 5 camionetas y 24 trimotos, cuya capacidad total es de 1,336.8 t/día. Es de precisar que la flota vehicular no se encuentra distribuida de manera uniforme entre las municipalidades distritales y que solo el 20% de la flota vehicular se encuentra dentro de su periodo de vida útil.
- El servicio de recojo y transporte se realiza con 450 trabajadores: 427 hombres (94.89%) y 23 mujeres (5.11%).
- El promedio de pago mensual a los trabajadores del servicio de recojo y transporte correspondiente al personal CAS es inferior al pago mensual de los trabajadores de nombrados (por ejemplo, el salario de chofer bajo modalidad

CAS asciende a S/ 1,241.7, en tanto que, el salario de uno nombrado es de S/ 1,594.5).

Cabe resaltar que, en la entrevista realizada a Elio Herrera Machaca (Ver **Anexo N° 16**), reciclador formal, indicó que los trabajadores municipales de los servicios de barrido y recolección (choferes, barredores o ayudantes), vienen realizando en la actualidad, en adición a sus funciones, labores de reciclaje, lo cual implicaría que éstos estarían dedicando horas dentro de su horario laboral para la realización de actividades particulares, afectando la eficiencia del servicio.

3.3. Identificación de brechas en el servicio de limpieza pública

Para fines del presente trabajo, debe tenerse en cuenta que las brechas identificadas corresponden a datos obtenidos del enfoque global de la gestión de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana, conforme a lo indicado en el numeral precedente.

A partir de ello, debe tenerse en cuenta que las referidas brechas no deben ser interpretadas como el fiel reflejo de la situación de cualquiera de las municipalidades que conforman Arequipa Metropolitana, por cuanto la gestión de residuos sólidos se efectúa de manera individual (a cargo de cada municipalidad) y la distribución de recursos humanos, económicos y logísticos entre todas las municipalidades no es uniforme.

Sin embargo, la información que se obtiene de las brechas identificadas permite conocer el panorama general de la gestión de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana y, además, analizar la posibilidad de la formulación de una propuesta de gestión a nivel metropolitano.

3.3.1. Brechas correspondientes a aspectos operativos

En lo que concierne a la planificación y ejecución de los servicios de limpieza pública, las municipalidades de Arequipa Metropolitana no cuentan con un plan de rutas ni con una base de datos integrada en las que registren información respecto a la

prestación de los servicios de barrido, recolección, transporte, transferencia y disposición final de residuos sólidos, que permita identificar la demanda real de dichos servicios, tanto en cada jurisdicción como en la totalidad del ámbito urbano, y que además, sirva para fines de monitoreo y control sobre la prestación de los mismos.

En lo que respecta al barrido, se aprecia que la cobertura de este servicio en Arequipa Metropolitana solo alcanza al 79.08%, generando una brecha de 20.02%. Al respecto, cabe resaltar que se cuenta con 606 barredores; sin embargo, de acuerdo al indicador formulado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente – CEPIS (2002), solo debería contarse con 0.5 barredor por cada 1,000 habitantes; por lo tanto, para una población estimada de 986,921 habitantes para Arequipa Metropolitana para el año 2017, correspondería un total de 493 barredores.

Con relación a la recolección y transporte de residuos sólidos, se puede observar una brecha en la prestación del servicio, debido a que la cobertura no alcanza al 100% de la demanda del mismo, pese a que la capacidad total de la flota vehicular (1,336.8 t/día) supera a la cantidad de residuos sólidos generada diariamente en Arequipa Metropolitana (709.46 t/día). De esta manera, pese a contar con la capacidad suficiente, solo se recogen y transportan 676.6 t/día, generando un saldo de 32.86 t/día que no son atendidas por dichos servicios, con lo cual, solo se estaría utilizando el 49.54% de la capacidad total de la flota vehicular.

Respecto a la transferencia de residuos sólidos, se observa que la capacidad de la flota de camiones madrina de la planta de transferencia es limitada, por cuanto solo alcanza las 60 t/día, de las 709.46 t/día generadas en Arequipa Metropolitana.

Sin embargo, como indicó Luis Montoya en la entrevista realizada (ver **Anexo N° 10**), cabe tener en cuenta que, a la fecha, dicho servicio solo se presta al distrito de Arequipa; siendo que, las demás municipalidades no demuestran voluntad para suscribir los convenios respectivos para utilizar la referida planta, así como para asumir el costo que ello implica, y prefieren transportar los residuos sólidos directamente desde sus jurisdicciones hasta la infraestructura de disposición final, aun cuando esta última opción pudiese resultar más onerosa.

Asimismo, según Montoya (ver **Anexo N° 10**), en lo que concierne a la disposición final de residuos sólidos, si bien la infraestructura existente en la zona de Quebrada Honda, distrito de Yura, fue diseñada y construida de acuerdo a normas técnicas para rellenos sanitarios, en la actualidad, no cuenta con la certificación correspondiente. En adición a ello, cabe tener presente que la vida útil de la infraestructura de Quebrada Honda es de 10 años, de los cuales han transcurrido 4, y que, según un estudio realizado por el Banco de Desarrollo Alemán KfW, se ha determinado que no existiría otra ubicación para infraestructura final; siendo la única alternativa la ampliación de la ya existente en Quebrada Honda.

3.3.2. Brechas correspondientes a aspectos financieros

Según la información registrada en el aplicativo de Consulta Amigable del Ministerio de Economía y Finanzas, las municipalidades que conforman el área de Arequipa Metropolitana destinaron S/ 45'378,891.00 (cuarenta y cinco millones trescientos setenta y ocho mil ochocientos noventa y uno con 00/100 soles) para la gestión de residuos sólidos durante el año 2017, como se aprecia en la **Tabla 3.2**.

Tabla 3.2
Ejecución presupuestal en gestión de residuos sólidos
Arequipa Metropolitana (2017)

Municipalidad	PIM (S/)	Ejecución	Avance %
		Girado (S/)	
Municipalidad Provincial de Arequipa	13,296,851.00	12,489,981	93.9
Municipalidad Distrital de Cerro Colorado	7,475,424.00	6,630,928	88.7
Municipalidad Distrital de José Luis Bustamante y Rivero	6,552,745.00	6,212,693	94.8
Municipalidad Distrital de Paucarpata	4,624,693.00	3,913,919	84.7
Municipalidad Distrital de Alto Selva Alegre	3,423,699.00	3,283,587	95.9
Municipalidad Distrital de Cayma	2,823,580.00	2,334,027	83.6
Municipalidad Distrital de Yanahuara	2,232,662.00	2,170,598	97.2
Municipalidad Distrital de Miraflores	2,720,988.00	2,093,105	76.9
Municipalidad Distrital de Socabaya	1,937,151.00	1,778,239	91.8
Municipalidad Distrital de Jacobo Hunter	1,956,031.00	1,736,170	88.8
Municipalidad Distrital de Mariano Melgar	1,579,807.00	1,441,657	91.3
Municipalidad Distrital de Sachaca	635,967.00	545,341	86.2
Municipalidad Distrital de Yura	290,626.00	225,212	77.5
Municipalidad Distrital de Characato	153,774.00	143,923	94.1
Municipalidad Distrital de Tiabaya	96,669.00	76,480	79.1
Municipalidad Distrital de Sabandía	21,786.00	17,594	80.8
Municipalidad Distrital de Uchumayo	0.00	0	0.0
TOTAL	50,121,080.00	45,378,891.00	-

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas, 2018.

En tal sentido, con base en la ejecución presupuestal que se muestra en la **Tabla 3.1**, se observa que las fuentes con las que se financian los gastos de la gestión de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana corresponden a **(i) recursos directamente recaudados**, y **(ii) recursos determinados**, como aparece en las **Tablas 3.3 y 3.4**.

Tabla 3.3
Fuentes de Financiamiento: Recursos Directamente Recaudados
Año 2017

Municipalidad	PIM (S/)	Ejecución	Avance %
		Girado (S/)	
Municipalidad Provincial de Arequipa	5,773,982.00	5,121,763.00	88.7
Municipalidad Distrital de José Luis Bustamante y Rivero	2,239,252.00	2,003,430.00	89.5
Municipalidad Distrital de Cerro Colorado	1,147,565.00	1,067,451.00	93.0
Municipalidad Distrital de Jacobo Hunter	857,809.00	773,013.00	90.1
Municipalidad Distrital de Mariano Melgar	690,406.00	640,662.00	92.8
Municipalidad Distrital de Yanahuara	646,114.00	606,295.00	93.8
Municipalidad Distrital de Paucarpata	472,192.00	441,941.00	94.2
Municipalidad Distrital de Cayma	429,237.00	387,878.00	90.9
Municipalidad Distrital de Miraflores	328,837.00	318,369.00	96.8
Municipalidad Distrital de Yura	220,175.00	174,870.00	79.4
Municipalidad Distrital de Socabaya	153,198.00	135,220.00	88.3
Municipalidad Distrital de Sachaca	114,798.00	114,422.00	99.7
Municipalidad Distrital de Characato	91,319.00	86,651.00	95.8
Municipalidad Distrital de Alto Selva Alegre	62,130.00	56,818.00	91.5
Municipalidad Distrital de Tiabaya	16,567.00	16,052.00	96.9
Municipalidad Distrital de Sabandia	4,666.00	1,568.00	33.6
Municipalidad Distrital de Uchumayo	0.00	0.00	0.0
TOTAL	13,284,239.00	11,982,097.00	-

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas, 2018.

Tabla 3.4
Fuentes de Financiamiento: Recursos Determinados
Año 2017

Municipalidad	PIM (S/)	Ejecución	Avance %
		Girado (S/)	
Municipalidad Provincial de Arequipa	7,522,869.00	7,368,218.00	97.9
Municipalidad Distrital de Cerro Colorado	6,327,859.00	5,563,476.00	87.9
Municipalidad Distrital de José Luis Bustamante y Rivero	4,313,493.00	4,209,264.00	97.6
Municipalidad Distrital de Paucarpata	4,152,501.00	3,471,978.00	83.6
Municipalidad Distrital de Alto Selva Alegre	3,361,569.00	3,226,769.00	96.0
Municipalidad Distrital de Cayma	2,394,343.00	1,946,149.00	82.3
Municipalidad Distrital de Miraflores	2,392,151.00	1,774,736.00	74.2
Municipalidad Distrital de Socabaya	1,783,953.00	1,643,019.00	92.1
Municipalidad Distrital de Yanahuara	1,586,548.00	1,564,303.00	98.6
Municipalidad Distrital de Jacobo Hunter	1,098,222.00	963,157.00	87.7
Municipalidad Distrital de Mariano Melgar	889,401.00	800,995.00	90.1
Municipalidad Distrital de Sachaca	521,169.00	430,920.00	83.3
Municipalidad Distrital de Tiabaya	80,102.00	60,428.00	75.4
Municipalidad Distrital de Characato	62,455.00	57,272.00	91.7
Municipalidad Distrital de Yura	70,451.00	50,342.00	71.5
Municipalidad Distrital de Sabandia	17,120.00	16,026.00	93.6
Municipalidad Distrital de Uchumayo	0.00	0.00	0.0
TOTAL	36,836,841.00	33,396,795.00	-

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas, 2018.

A partir de la información de las **Tablas 3.2, 3.3 y 3.4**, se observa que el gasto en que incurren las municipalidades de Arequipa Metropolitana es superior a la recaudación de los arbitrios para limpieza pública, los cuales aparecen en la fuente de recursos directamente recaudados y que, para el año 2017, solo alcanzaron la suma de S/ 11'982,097.00 (once millones novecientos ochenta y dos mil noventa y siete con 00/100 soles).

Por lo tanto, la recaudación de arbitrios resultaría insuficiente por sí sola para cubrir el gasto por la prestación del servicio de limpieza pública, más aún si se tiene en consideración que la tasa promedio de morosidad en el pago de los mismos en Arequipa Metropolitana es de 59.1%, siendo los distritos con mayores tasas de morosidad:

Sachaca (90%), José Luis Bustamante y Rivero (83.5%) y Mariano Melgar (81.8%) (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a).

Como resultado de ello, las municipalidades de Arequipa Metropolitana recurren a otras fuentes de financiamiento para cubrir el saldo del gasto por la prestación del servicio de limpieza pública, siendo éstas el Canon y el Foncomun, que forman parte de los recursos determinados. De esta manera, durante el año 2017, las referidas municipalidades destinaron S/ 33'396,795.00 (treinta y tres millones trescientos noventa y seis setecientos noventa y cinco con 00/100 soles) de dicha fuente de financiamiento para la gestión de residuos sólidos.

En consecuencia, se observa que uno de los mayores problemas en la gestión de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana, desde la perspectiva financiera, corresponde a la alta morosidad en el pago de los arbitrios municipales, por cuanto ello no solo supone que el servicio no sea sostenible, sino que también conlleva a que las municipalidades deban asignar mayores recursos de sus presupuestos para la atención del servicio.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE STAKEHOLDERS

4.1. Identificación de Stakeholders

Los principales stakeholders o grupos de interés que intervienen en la gestión integral de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana, son aquellos que están directamente relacionados con el manejo de los mismos, desde su generación hasta su disposición final.

Para fines de la identificación de los principales stakeholders involucrados en el proyecto de Asociación Público Privada que se plantea, se ha tenido en consideración la Guía metodológica para la formulación de planes integrales de gestión ambiental de residuos sólidos (Ministerio del Ambiente, 2015) y el PIGARS de Arequipa (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a):

- Gobiernos Locales.
- Trabajadores municipales.
- Recicladores.
- Intermediarios/acopiadores.
- Población en general

4.2. Análisis de Stakeholders

4.2.1. Gobiernos Locales

Si bien las municipalidades comprendidas en el alcance del proyecto prestan los servicios de limpieza pública de manera independiente, mediante la modalidad de administración directa, se aprecia su predisposición para el desarrollo de iniciativas o proyectos vinculados a la gestión de residuos sólidos, situación que puede evidenciarse con su participación en programas de segregación en la fuente y recolección selectiva, así como en otros programas para mejorar la gestión de residuos sólidos, como en el caso de Yanahuara, José Luis Bustamante y Rivero, y Cayma (Municipalidad Provincial

de Arequipa, 2017), hasta asociándose en forma de mancomunidades entre grupos de hasta 5 distritos, contando con el apoyo de ONG's como Ciudad Saludable (ver **Anexo N° 15**).

No obstante ello, también se advierte resistencia el trabajo articulado en determinadas actividades del proceso de gestión de residuos, como en el caso de la disposición final (ver **Anexo N° 17**), en la medida que el distrito de Yura considera que debería recibir un mayor beneficio económico por albergar el relleno sanitario y, además, ser el directamente afectado con los olores que éste emana.

En ese sentido, si bien se aprecia la voluntad política de algunos distritos de Arequipa Metropolitana para priorizar actividades o proyectos de gestión de residuos sólidos (como es el caso de aquellas municipalidades que vienen fortaleciendo sus programas de gestión de residuos o las que han conformado mancomunidades para prestar servicios de limpieza pública), ésta sigue siendo una variable que depende de la gestión de turno.

Por tal razón, de plantearse un modelo de gestión global, que comprenda a los 17 distritos de Arequipa Metropolitana, se requeriría contar no solo con el respaldo político de las respectivas municipalidades, sino también con un marco legal adecuado para facilitar el diseño y ejecución del proyecto, sin sacrificar la participación de todas municipalidades involucradas en los procesos de supervisión y rendición de cuentas.

4.2.2. Trabajadores municipales.

Este grupo está conformado por el personal de las municipalidades de Arequipa metropolitana que prestan sus servicios para el desarrollo de actividades de limpieza pública (barrido y recolección).

El desarrollo de un proyecto de APP que involucre la concesión de la gestión de residuos sólidos a un Concesionario, implica que este último asuma la prestación del servicio de limpieza pública; por lo tanto, se configuraría un traslado de la fuerza laboral, en la medida que los puestos de trabajo que existían en las municipalidades para

la prestación del referido servicio desaparecerían y se generarían unas nuevas en el sector privado (el Concesionario).

En ese sentido, siendo que la propuesta de APP significaría la eliminación de puestos en el sector público y, a su vez, la generación de los mismos en el sector privado, se advierte que los trabajadores municipales (contratados bajo el régimen CAS) podrían mostrar resistencia a la implementación del nuevo modelo de gestión de residuos sólidos; sin embargo, si las nuevas propuestas laborales que formule el Concesionario fuesen más favorables que las condiciones actuales, ello podría contribuir a que se muestren a favor del proyecto (ver **Anexo N° 17**).

Por su parte, para el caso de los trabajadores nombrados de las municipalidades (trabajadores a tiempo indeterminado), es probable que se encuentre mayor oposición al proyecto, en tanto ello supondría a renunciar a su vínculo laboral actual, que les ofrece estabilidad y permanencia laboral. Al respecto, en el supuesto de otorgarse la concesión, las municipalidades podrían evaluar su reubicación en áreas encargadas de la supervisión de los servicios de limpieza pública, en tanto resulte compatible con su perfil; o, en todo caso, podría reasignarse al personal a otra área, para que desempeñen labores de similar naturaleza.

Con dicha medida, se busca mitigar el riesgo del potencial conflicto que podría generarse entre los trabajadores municipales y el desarrollo del proyecto, aprovechando a su vez, de la experiencia de los mismos para optimizar la prestación de los servicios a cargo del concesionario.

4.2.3. Recicladores

Ante una eventual propuesta de APP sobre gestión de residuos sólidos, podría esperarse que la reacción de los recicladores sea negativa, más aún, si a través del referido proyecto se afectan las labores que ellos venían realizando y, por consiguiente, también su fuente de ingresos. Al respecto, se realizaron entrevistas en los lugares donde estas personas desarrollan sus actividades (botadero “El cebollar”, alrededores del

Relleno Sanitario de Quebrada Honda, etc.) con la finalidad de obtener mayor información.

Reciclaje formal

En la entrevista realizada con Gregoria Cruz, Dirigente de la asociación de recicladores formales “Recicla Vida” (ver **Anexo N° 14**), indicó que habría disposición favorable para el desarrollo de un proyecto de asociación público privada para la gestión de residuos sólidos que proponga incluir a los recicladores. Con relación al aspecto económico, precisó que una propuesta laboral atractiva sería aquella que ofrezca un salario de S/ 1 500.00, así como, la entrega de uniformes e implementos de trabajo.

En la entrevista realizada a Elio Herrera Machaca, reciclador de la asociación de recicladores formales “Por un Perú Mejor” – “El Cebollar” – Paucarpata (ver **Anexo N° 16**), manifestó su interés en la ejecución de una propuesta de concesión que plantee la inclusión de recicladores, en tanto ésta implique una fuente de ingresos continua, a diferencia de lo que viene ocurriendo en el botadero “El Cebollar”, en donde no se realizan actividades de reciclaje en temporada de lluvias, afectando a los recicladores. Asimismo, con relación al aspecto económico, precisó que una remuneración de S/ 1 200.00 resultaría atractiva.

De igual manera, en la entrevista realizada a Rodolfo Aragón, coordinador de la ONG Ciudad Saludable – Arequipa (ver **Anexo N° 15**), señaló que en Arequipa existen aproximadamente 17 asociaciones de recicladores formales (que congregan a más de 117 recicladores), las cuales merecen especial atención, en tanto representan conjuntos de recicladores organizados y formalizados, quienes actualmente tienen un rol importante en la comercialización directa de los residuos reciclados (con la tendencia a minimizar o desaparecer al intermediario del proceso).

Al respecto, agregó que dichas asociaciones podrían ver en riesgo sus fuentes de ingresos ante una eventual implementación de un proyecto de APP para la gestión de residuos sólidos; no obstante, también debería considerarse la constitución de mesas de

diálogo como mecanismo para establecer una comunicación directa y fluida con dichas organizaciones, para la evaluación de su inclusión al proyecto.

Reciclaje formal

En la entrevista realizada a Cedio Flores, dirigente de recicladores informales en el relleno sanitario de Quebrada Honda – Yura, indicó que, anteriormente, había formado parte de una asociación formal. Sin embargo, se retiró de la misma por la falta de apoyo por parte de las municipalidades y la indiferencia de la población para participar en programas de segregación en la fuente. Con relación a su disposición sobre el desarrollo de una propuesta de APP que considere la inclusión de recicladores, manifestó su interés, si éste le brinda asistencia, programa de salud (vacunas), y una remuneración mensual de S/1 500.00.

4.2.4. Intermediarios

Según lo manifestado por Teodoro Saico, dirigente informal en los alrededores del relleno sanitario de Quebrada Honda (ver **Anexo N° 12**), se tendría una postura negativa respecto a la implementación de un proyecto de APP para la gestión de residuos sólidos, puesto que, si bien el comercio de residuos se ve cada vez más copado por las asociaciones formales, los intermediarios aún ejercen una posición privilegiada en la comercialización de residuos sólidos (debido a que ofrecen la compra inmediata de residuos a recicladores), y, además, cuentan con una flota vehicular que les ha permitido coordinar con algunas minas sobre la adquisición de residuos sólidos (dado que se cuenta con vehículos).

4.2.5. Población de Arequipa Metropolitana.

De acuerdo a lo indicado por Rodolfo Aragón (ver **Anexo N° 15**), la cultura de reciclaje no se encuentra arraigada en la población; sin embargo, la predisposición de la ciudadanía se muestra más favorable cuando se les hace partícipes de programas de segregación en fuente; empero, se requiere de constantes esfuerzos en trabajos de sensibilización.

4.3. Análisis de poder e interés

A continuación, en la **Tabla 4.1**, se ha desarrollado el análisis de poder e interés de cada uno de los stakeholders identificados anteriormente. Para dicho propósito, se ha tomado en cuenta la importancia que los mismos tienen para el desarrollo del proyecto, la influencia que pueden ejercer, su grado de participación y, dependiendo del riesgo que puedan representar para el proyecto de APP, la respectiva estrategia de mitigación.

Tabla 4.1a
Análisis de poder e interés

Ítem	Parte Interesada	Intereses / Poderes claves	Importancia para el proyecto		Influencia sobre el proyecto		Participación	Estrategias de manejo y/o mitigación (de ser el caso)	
			Alta	Baja	Alta	Baja			
Primarios									
C1	Gobiernos locales	Municipalidad provincial de Arequipa	<p>Poder</p> <p>Promotor de acuerdo de integración entre las municipalidades distritales</p> <p>Interés</p> <p>Reducir el alto grado de esfuerzo/canales de comunicación en la coordinación con los distritos.</p> <p>Desarrollan actividades de monitoreo y supervisión sobre las prestaciones a cargo del concesionario.</p>	<p>Alta.</p> <p>Cede en uso infraestructura pre existente: Planta de Transferencia y Relleno Sanitario.</p>	-	<p>Alta.</p> <p>Será integrador de la implementación y éxito del proyecto APP.</p>		Beneficiarios de una implementación articulada del proyecto de APP.	...
		Municipalidades distritales	<p>Poder</p> <p>Dueño del proceso de gestión de residuos sólidos en su jurisdicción</p> <p>Interés</p> <p>Se liberan de la gestión, operación y mantenimiento del servicio de limpieza pública.</p> <p>Son beneficiarios de una mejor gestión de la limpieza pública en sus respectivas jurisdicciones.</p> <p>Participar en actividades de monitoreo y supervisión.</p>	<p>Alta.</p> <p>Cede en uso vehículos de su flota vehicular para la prestación del servicio de limpieza pública.</p>	-	<p>Alta.</p> <p>Será responsable de la implementación y éxito del proyecto APP</p>	-	Beneficiarios de una mejor gestión de la limpieza pública en sus respectivas jurisdicciones.	...

Fuente y elaboración propias.

Tabla 4.1b
Análisis de poder e interés

C2	Trabajadores municipales	<p>Poder: Ejecutan las actividades de operación de barrido y recolección de residuos sólidos (poseyendo temporalmente los residuos y reciclándolo)</p> <p>Interés Prestar sus servicios para el concesionario, con una mejor remuneración que la que vienen percibiendo en el sector público. Mantener su vínculo laboral con la municipalidad.</p>	<p>Alta. Estará directamente involucrado en la implementación del proyecto de APP</p>	-	<p>Alta. Tendrá influencia social en comunicación de importancia del proyecto de APP</p>	-	<p>Beneficiarios de una implementación exitosa del proyecto de APP.</p>	<p>Se puede exigir al concesionario el desarrollo de mecanismos para contratar a la mayor cantidad posible de trabajadores municipales. Se puede reasignar al personal en las áreas encargadas de la supervisión del servicio de la limpieza pública o a otras áreas para que desempeñen funciones de similar naturaleza.</p>
C3	Intermediarios/acopiadores	<p>Poder: Influenciar en el precio de mercado de los residuos sólidos, por su alto poder adquisitivo</p> <p>Interés Mantener su participación en la cadena de valor de los residuos sólidos.</p>	-	<p>Baja Constituye un grupo de interés, pero sus actividades no afectan el desarrollo del proyecto de APP.</p>	<p>Media Tendrá influencia social en para mantener la participación en la cadena de valor, al ser quienes establecen los precios de los residuos.</p>	-	<p>Involucrado en la implementación del proyecto</p>	<p>Promover su conversión en empresas transformadoras o comercializadoras de residuos sólidos.</p>

Fuente y elaboración propias.

Tabla 4.1c
Análisis de poder e interés

C4	Recicladores	<p>Poder: Alto grado de organización por sectores – distritos (formal e informal). Elección a quien vender los residuos sólidos</p> <p>Interés Mantener su trabajo y fuente de ingresos.</p>	<p>Alta. Estará directamente involucrado en la implementación del proyecto de APP.</p> <p>Constituye un grupo social y económicamente vulnerable.</p>	-	<p>Alta. Puede influir en la opinión pública.</p> <p>Existen grupos organizados que podrían dificultar la implementación del proyecto.</p>	-	<p>Involucrado en la implementación del proyecto de APP</p>	<p>Programas de difusión de oportunidades generadas por el proyecto.</p> <p>Programas de capacitación.</p> <p>Contratación de recicladores.</p> <p>Mesas de diálogo.</p>
C5	Población generadora	<p>Poder: Facilitar el proceso de segregación en fuente</p> <p>Interés Recibir un mejor servicio de limpieza pública.</p>	<p>Alta. Estarán directamente involucrados en los procesos de recojo, así como en la implementación del proyecto de APP</p>	-	<p>Alta. Apoyarán y Facilitarán el éxito del proyecto de APP, previa sensibilización de programas de segregación en fuente</p>	-	<p>Consulta e involucramiento durante el proyecto de APP</p>	

Fuente y elaboración propias.

CAPÍTULO V. PROPUESTA DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA

5.1. Delimitación de la propuesta

En el capítulo precedente se ha realizado un análisis de la situación operativa y financiera actual de la gestión de residuos sólidos en el ámbito de Arequipa Metropolitana, teniendo en consideración que dicho servicio se brinda bajo la modalidad de administración directa, a cargo de cada municipalidad distrital.

Como resultado de dicho análisis, se pudo observar que la gestión de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana no es sostenible financieramente, debido a que la recaudación de arbitrios resulta insuficiente para cubrir los costos y gastos, y obliga a que las municipalidades distritales recurran a otras fuentes de financiamiento.

Sobre esa base, considerando los factores para la decisión del modelo de gestión planteados por Fuentes y otros – *señalados anteriormente*, se entendería que la gestión de residuos sólidos a través de la administración directa, como viene realizándose en la actualidad o con la cooperación de organismos internacionales, no resulta viable, por la alta tasa de morosidad en la recaudación de arbitrios.

Por tal motivo, en el presente capítulo se procederá a evaluar la viabilidad de la gestión de residuos sólidos a través de una Asociación Público Privada, tanto de naturaleza Autosostenible como Cofinanciada. Para lo cual se procederá a efectuar un análisis de aspectos operativos y económicos, a fin de contar con mayores elementos que permitan identificar una propuesta viable y sostenible para Arequipa Metropolitana.

5.2. Finalidad de la propuesta

El proyecto tiene por finalidad optimizar la gestión integral de residuos sólidos, promoviendo el reaprovechamiento de residuos sólidos y reduciendo la cantidad de estos últimos que son destinados al relleno sanitario, además de contribuir a la generación de empleos y la preservación del medio ambiente.

5.3. Alcance de la propuesta

El alcance territorial del proyecto corresponde al área de Arequipa Metropolitana, la cual está conformada por los distritos de Alto Selva Alegre, Arequipa, Cayma, Cerro Colorado, Characato, Jacobo Hunter, José Luis Bustamante y Rivero, Mariano Melgar, Miraflores, Paucarpata, Sabandía, Sachaca, Socabaya, Tiabaya, Uchumayo, Yanahuara y Yura.

5.4. Duración de la propuesta

El proyecto tendrá una duración de 12 años, que coincide con el plazo de depreciación de los activos fijos que se pretenden adquirir. Dicho plazo incluye un periodo de 4 meses para la construcción de la planta de tratamiento de residuos sólidos.

El inicio de operaciones se tiene programado para el mes de enero de 2020.

5.5. Propuesta de valorización

El proyecto contempla la valorización de residuos orgánicos, mediante la elaboración y comercialización de compost, y de residuos inorgánicos, mediante la inclusión de los recicladores y el desarrollo de actividades de reciclaje. Para dicho propósito, se tiene en cuenta la composición de residuos sólidos que se detalla en el Capítulo III.

5.6. Propuesta de integración municipal

Como se indica en el acápite referido al diagnóstico, en la actualidad, la gestión de residuos sólidos se encuentra a cargo de cada municipalidad distrital; por lo que, la propuesta bajo comentario significaría un cambio completo del modelo de gestión de residuos sólidos a uno que integre a las 17 municipalidades de Arequipa Metropolitana.

Para dicho propósito, se sugiere la constitución de una Mancomunidad Provincial, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 29029, Ley de la Mancomunidad Municipal

(Congreso de la República, 2007) y su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 046-2010-PCM (Presidencia del Consejo de Ministros, 2010).

Al respecto, cabe tener en cuenta que, de acuerdo al artículo 2 de la norma reglamentaria señalada en el párrafo precedente, la Mancomunidad Municipal

(...) es una entidad con personería jurídica de derecho público, comprendida en el nivel de Gobierno Local, constituida a partir del acuerdo de dos o más municipalidades, colindantes o no, y de su inscripción en el Registro de Mancomunidades Municipales.

La Mancomunidad Municipal tiene por objeto la prestación conjunta de servicios y la ejecución de obras o proyectos de inversión pública, en el marco de las competencias y funciones previstas en la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades, que le sean delegadas, y está sujeta a los sistemas administrativos del Estado acorde a sus especiales necesidades de funcionamiento (Presidencia del Consejo de Ministros, 2010).

Siendo que, de acuerdo al artículo 8 de la Ley N° 29029, uno de los incentivos de los cuales goza la Mancomunidad Municipal es que, por delegación de las municipalidades, pueden promover la inversión privada mediante Asociaciones Público Privadas, cuyo marco legal vigente es el Decreto Legislativo N° 1362 (Poder Ejecutivo, 2018), y siendo que la condición de órgano promotor de la inversión privada recae en el Consejo Directivo de la mancomunidad.

Sobre el particular, si bien se cuenta con el marco legal vigente para promover mecanismos de asociatividad municipal como el antes referido, se requieren esfuerzos de sensibilización y coordinación entre las municipalidades distritales de Arequipa Metropolitana para arribar a un acuerdo político que permita la constitución y funcionamiento de la Mancomunidad Municipal sugerida.

5.7. Estimación de la evolución demográfica y generación de residuos en Arequipa Metropolitana

A fin de estimar la demanda de servicios de gestión de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana y en consecuencia, calcular las inversiones necesarias para satisfacerla durante el periodo que dure el proyecto (periodo de concesión), se requiere contar con información relacionada a la cantidad de habitantes y generación de residuos sólidos.

En ese sentido, se procedió a elaborar las proyecciones del crecimiento demográfico en Arequipa Metropolitana para el periodo 2020-2031, así como la respectiva generación anual de residuos sólidos para ese periodo..

5.7.1. Evolución demográfica

Para efectuar la estimación de la evolución demográfica se ha tenido en cuenta la población estimada en el PIGARS para Arequipa Metropolitana en el año 2017 (986,921 habitantes) y la tasa de crecimiento intercensal para el departamento de Arequipa⁵ (1.8%), y se ha empleado la siguiente fórmula⁶:

$$\text{Población año } n = \text{Población censo} * (1 + \text{tasa intercensal})^{\text{año } n - \text{año censo}}$$

Como resultado de ello, se ha estimado la población de Arequipa Metropolitana para los próximos 12 años, conforme se aprecia en la **Tabla 5.1**:

Tabla 5.1
Evolución demográfica de Arequipa Metropolitana

Año	Población (habitantes)	Año	Población (habitantes)
2019	1'022,770	2025	1'138,321
2020	1'041,180	2026	1'158,810
2021	1'059,921	2027	1'179,669
2022	1'079,000	2028	1'200,903
2023	1'098,422	2029	1'222,519
2024	1'118,193	2030	1'244,525
		2031	1'266,926

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017. Ministerio de Economía y Finanzas, 2015.

⁵ Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017.

⁶ Ministerio de Economía y Finanzas, 2015.

5.7.2. Evolución de generación de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana

En cuanto a la generación de residuos sólidos, cabe indicar que, según la información registrada en el PIGARS, Arequipa Metropolitana cuenta con un índice de generación de residuos sólidos municipales ascendente a 0.71 kg./hab./día, el mismo que, para fines de la formulación de la propuesta, se ha mantenido fijo para los 12 años de la concesión.

Por lo tanto, teniendo en consideración la evolución demográfica de Arequipa Metropolitana, podría estimarse el crecimiento de la generación de residuos sólidos, a partir de la multiplicación del índice de generación de residuos municipales por kg./hab./día con el número de habitantes del referido ámbito territorial. Como resultado de ello, se obtienen los datos mostrados en la **Tabla 5.2**.

Tabla 5.2

Proyección de residuos sólidos generados en Arequipa Metropolitana

Año	Residuos sólidos generados (tn/año)
2019	261,419.99
2020	266,125.55
2021	270,915.81
2022	275,792.30
2023	280,756.56
2024	285,810.17
2025	290,954.76
2026	296,191.94
2027	301,523.40
2028	306,950.82
2029	312,475.93
2030	318,100.50
2031	323,826.31

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017. Ministerio de Economía y Finanzas, 2015. Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a.

5.8. Metodología para formular la propuesta de APP

La metodología empleada para formular la propuesta de proyecto de inversión pública para la gestión integral de residuos sólidos de Arequipa Metropolitana consiste en tener como referencia las estimaciones de evolución demográfica y el crecimiento de generación de residuos sólidos municipales para dimensionar la cantidad de insumos, personal y la cobertura que se espera de los servicios de barrido, recolección, transporte, transferencia, valorización y disposición de residuos sólidos.

En consecuencia, se ha considerado la aplicación de diversos indicadores formulados por el CEPIS para la prestación de los servicios antes señalados, y a fin de determinar los costos aproximados, se han utilizado fuentes como la Ordenanza Municipal N° 1084, de 29 de diciembre de 2017, a través de la cual la Municipalidad Provincial de Arequipa “Aprueba las tasas de arbitrios de los servicios públicos para el año 2018 y establece disposiciones para el cálculo de los arbitrios de barrido de calles y vías públicas; recolección y transporte de residuos sólidos; disposición final de residuos sólidos; mantenimiento de parques y áreas verdes; y seguridad ciudadana (Serenazgo)”, contratos de bienes y servicios registrados en la plataforma del Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado (SEACE), investigaciones previas, avisos de compra, venta y arrendamiento publicados en internet, entre otros.

5.9. Diseño de la propuesta

5.9.1. Servicio de barrido

Para la elaboración de la propuesta del servicio de barrido se ha tenido en consideración el indicador *Habitantes/barredor*, formulado por el CEPIS, el mismo que se calcula con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Población total (número de habitantes)}}{\text{Cantidad total de barredores}}$$

Y cuyo rango aceptable es “2,000 a 2,500 hab./barredor o 0,50 a 0,40 barred./1.000 hab. (rendimiento de 1.3 km/barredor/día, 2 turnos/día, frecuencia del servicio: 60% diario y 40% interdiario)” (CEPIS, 2002).

En tal sentido, para fines de la propuesta, se tuvo en cuenta el índice de 0,50 barredores por cada 1,000 habitantes; por lo tanto, para una población estimada para Arequipa Metropolitana para el año 2020 (1'041,180 habitantes), se requieren de 521 barredores, para los cuales se ha considerado materiales, insumos, herramientas e implementos; de igual manera, para los vehículos de transporte de personal, se ha contemplado el uso de combustible, la contratación de conductores, seguros y los servicios de mantenimiento, como se aprecia en la **Tabla 5.3** (ver **Anexo N° 1**).

Tabla 5.3
Costos del servicio de barrido

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Anual
Mano De Obra Directa				12,266,280.00
Barredores	Persona	521	1,620.00	11,816,280.00
Conductor	Persona	12	2,500.00	450,000.00
Materiales				2,793,143.52
Pantalón	Unidad	521	60.00	375,120.00
Camisaco	Unidad	521	70.00	437,640.00
Sombreros	Unidad	521	20.00	125,040.00
Zapato De Seguridad	Par	521	73.40	458,896.80
Chalecos	Unidad	521	46.00	287,592.00
Mascarilla	Unidad	1042	7.80	97,531.20
Guantes De Badana Unisex	Par	1042	9.70	121,288.80
Lentes De Seguridad	Unidad	1042	10.00	125,040.00
Botas De Jebe	Par	521	26.76	167,303.52
Casaca Impermeable	Unidad	521	95.60	597,691.20
Combustible				51,840.00
Combustible (Transporte De Personal)	Galón	360	12.00	51,840.00
Insumos				105,464.00
Arpillera De Polipropileno De 2m X 200	Rollo	50	997.00	49,850.00
Kresso	Galón	540	13.70	7,398.00
Detergenre Granulado X 800 Gr.	Unidad	2400	7.99	19,176.00
Desinfectante Limpiador	Galón	360	19.00	6,840.00

Hipoclorito De Sodio Al 10%	Galón	1200	14.00	16,800.00
Jabón Germicida Líquido	Galón	200	15.00	3,000.00
Ácido Muriático	Litro	400	6.00	2,400.00
Herramientas E Implementos				684,375.40
Escobas De Paja	Unidad	4930	15.79	77,844.70
Conos De Seguridad	Unidad	60	35.00	2,100.00
Llantas De Carretilla Tipo Buje	Unidad	150	49.70	7,455.00
Bolsas De Polietileno	Unidad	120000	0.35	504,000.00
Esmalte Sintético	Galón	60	50.50	3,030.00
Lampa Recta	Unidad	80	58.00	4,640.00
Lampa Cuchara	Unidad	80	39.50	3,160.00
Barreta De Punta	Unidad	20	55.00	1,100.00
Rastrillo Reforzado	Unidad	60	18.00	1,080.00
Rastrillo De Mano Tipo Garra	Unidad	60	14.00	840.00
Hoja De Sierra N° 24	Unidad	72	5.50	396.00
Contenedores De 240 Litros	Unidad	150	375.33	56,299.50
Recogedores De Metal Grande	Unidad	120	18.00	2,160.00
Recogedor De Metal De Mano	Unidad	120	37.00	4,440.00
Espátula De Metal	Unidad	450	6.00	2,700.00
Linterna Recargable	Unidad	35	45.00	1,575.00
Luminaria Con Equipo Completo	Unidad	48	9.90	475.20
Arco De Sierra N° 24	Unidad	24	35.00	840.00
Trinche	Unidad	48	35.00	1,680.00
Wipe Nacional	Kg	300	17.70	5,310.00
Franela	M2	500	6.50	3,250.00
Mantenimiento Y Seguros				13,860.00
Seguros	Unidad	3	300.00	900.00
Mantenimiento	Servicio	3	720.00	12,960.00
Costo Total				15,914,962.92

Fuente: Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017b.
Elaboración propia.

En tal sentido, el costo del servicio de barrido para el año 2020 se ha calculado en **S/ 15'914,962.92** (quince millones novecientos catorce mil novecientos sesenta y dos con 92/100 soles) y, para efectuar la proyección de los costos durante el tiempo que dure el proyecto (12 años), se ha considerado el incremento de un 2% anual de la cantidad de kilómetros (ver **Anexo N° 4**), que incluye implícitamente la contratación de barredores para atender la demanda del servicio, acorde con el indicador antes señalado.

Con base en tales costos y teniendo en cuenta que el servicio de barrido en Arequipa Metropolitana comprende una cantidad total de 529,309.33 km anuales⁷, se ha calculado el costo del servicio de barrido por km en **S/ 30.06**.

Por otro lado, cabe resaltar que, en la actualidad, no existe uniformidad en la prestación del servicio de barrido en Arequipa Metropolitana, en tanto el mismo se encuentra a cargo de cada municipalidad distrital; asimismo, la falta de bases de datos en los referidos gobiernos locales sobre la prestación del servicio de barrido dificulta el desarrollo de labores de planificación o evaluación de la eficiencia del servicio; resultando de imperiosa necesidad contar con un sistema que permita recopilar dicha información que, precisamente, sirve como insumo para las labores de monitoreo y supervisión que debe realizar no solo el concesionario, sino también cada municipalidad respecto de su jurisdicción.

En tal sentido, se considera que el proyecto de Asociación Público Privada también debería comprender el desarrollo de una base de datos que permita recopilar información sobre el servicio de barrido por cada distrito y que comprenda, entre otros, datos sobre el personal, insumos, herramientas, frecuencias, horas de trabajo, kilómetros barridos, rutas y áreas críticas, para que, a partir de dicha información, puedan formularse adecuadamente estrategias de distribución de personal, cuadros de frecuencia y zonas de mayor demanda que requieren especial tratamiento.

Asimismo, debe existir la obligación de que el concesionario entregue mensualmente un reporte sobre la prestación del servicio a las municipalidades distritales de Arequipa Metropolitana, a fin de que éstas también puedan contar con información que les permita ejercer las acciones de supervisión sobre la concesión.

⁷ Cantidad estimada de kilómetros para el año 2020.

5.9.2. Recolección y transporte de residuos sólidos

Para la elaboración de la propuesta del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos se han tenido en consideración los siguientes indicadores formulados por el CEPIS:

- *Habitantes/vehículo de recolección*, el mismo que se calcula con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Población total (número de habitantes)}}{\text{Cantidad de vehículos de recolección}}$$

Cuyo rango aceptable es “29.000 hab./vehículo de recolección (*) (compactadora de 14 m³, 2 turnos/día, 4,8 viajes/vehículo/día, 19% de vehículos en reserva, 95% de cobertura del servicio” (CEPIS, 2002).

Al aplicar la fórmula, se obtiene que la cantidad de camiones compactadores que se requiere para la prestación del servicio es de 35 unidades. Sin embargo, cabe tener en cuenta que las municipalidades que integran el ámbito de Arequipa Metropolitana ya cuentan con una flota vehicular; por lo tanto, siendo que solo el 20% de dicha flota aún se encontraría dentro de su vida útil, esto es, 19 unidades (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a); se propone que los 19 camiones compactadores sean cedidos en uso al proyecto, con lo cual, la inversión a realizar correspondería a la adquisición de las 17 unidades restantes, valorizadas en un total de S/ 7,650,000.00 (siete millones seiscientos cincuenta mil con 00/100 soles) (ver **Anexo N° 1**). Al respecto, también se ha contemplado el costo del servicio de mantenimiento, combustible, seguros y la contratación de choferes.

- *Habitantes/vehículo de recolección*, el mismo que se calcula con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Población total (número de habitantes)}}{\text{Cantidad de vehículos de recolección}}$$

Cuyo rango aceptable es “3.000 a 4.000 hab./ayudantes de recolección o 0,30 a 0,26 ayudantes de recolección/1.000 hab. (compactadora de 14 m³, 2 turnos/día, 4,8 viajes/vehículo/día, 3 ayudantes/vehículo, recolección de residuos domiciliarios, comerciales y de mercados)” (CEPIS, 2002).

Considerando un índice de 3,000 habitantes por ayudante, se calcula que, para el año 2020, se necesitan 347 ayudantes para la prestación del servicio, así como la adquisición de insumos, materiales y herramientas.

Con base en la información antes detallado, se ha procedido a efectuar la estimación del costo del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos, conforme se aprecia en la **Tabla 5.4**.

Tabla 5.4
Costo del servicio de recolección y transporte

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Anual
Mano De Obra Directa				10,177,300.00
Conductores	Persona	34	2,500.00	1,190,000.00
Ayudantes	Persona	347	1,850.00	8,987,300.00
Costo De Materiales Directos				184,518.30
Pantalón	Unidad	381	60.00	22,860.00
Camisaco	Unidad	381	70.00	26,670.00
Sombreros	Unidad	381	20.00	7,620.00
Zapato De Seguridad	Par	381	73.40	27,965.40
Chalecos	Unidad	381	46.00	17,526.00
Mascarilla	Unidad	762	7.80	5,943.60
Guantes De Badana Unisex	Par	762	9.70	7,391.40
Lentes De Seguridad	Unidad	762	10.00	7,620.00
Casaca Impermeable	Unidad	381	95.60	36,423.60
Casco De Motociclista	Unidad	381	64.30	24,498.30
Consumo De Combustible				133,920.00
Combustible (Recolección De Residuos)	Galón	930	12.00	133,920.00
Insumos				116,770.00
Arpillera De Polipropileno De 2m X 200	Rollo	100	997.00	99,700.00
Kresso	Galón	240	11.00	2,640.00
Detergente Granulado X 850 Gr.	Unidad	1500	8.50	12,750.00

Jabón Líquido	Galón	120	14.00	1,680.00
Herramientas				48,100.52
Escobas De Paja	Unidad	1388	15.79	21,916.52
Conos De Seguridad	Unidad	50	35.00	1,750.00
Barreta De Punta	Unidad	40	55.00	2,200.00
Rastrillo Reforzado	Unidad	80	18.00	1,440.00
Rastrillo De Mano	Unidad	80	14.00	1,120.00
Hoja De Sierra N° 24	Unidad	140	5.50	770.00
Llave Francesa N° 24	Unidad	17	180.00	3,060.00
Juego De Llaves Mixta Boca Y Corona	Juego	17	120.00	2,040.00
Juego De Desarmadores	Juego	17	50.00	850.00
Lima Plana 10'	Unidad	34	30.00	1,020.00
Escofina Plana 10'	Unidad	34	26.00	884.00
Linterna Recargable	Unidad	68	40.00	2,720.00
Arco De Sierra N° 24	Unidad	51	30.00	1,530.00
Trinche	Unidad	170	40.00	6,800.00
Mantenimiento Y Seguros				311,100.00
Seguros	Unidad	17	300.00	5,100.00
Mantenimiento Preventivo Y Correctivo	Servicio	17	1,500.00	306,000.00
Costo Total				10,971,708.82

Fuente: Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017b.
Elaboración propia.

Sobre esa base, teniendo en cuenta que el costo del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos de Arequipa Metropolitana para el año 2020 será de **S/ 10'971,708.82** (diez millones novecientos setenta y un mil setecientos ocho con 82/100 soles) y que la cantidad estimada de residuos será de **266,125.55 t**, se ha calculado el costo del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos municipales en **S/ 41.22** por tonelada.

Cabe indicar que las proyecciones para los años siguientes se han calculado con base en las estimaciones del crecimiento de generación de residuos sólidos municipales (ver **Anexo N° 4**), que incluye implícitamente la contratación de ayudantes para atender la demanda del servicio, para mantener el indicar antes señalado.

De otro lado, cabe mencionar que, en el esquema actual de prestación de este servicio, podría apreciarse que no existe una adecuada planificación por parte de las

municipalidades distritales, en tanto que la capacidad para recolección y transporte supera la demanda de residuos generados y no existe un plan de rutas definido.

Asimismo, no existe una prestación uniforme del servicio en Arequipa Metropolitana, en tanto el mismo se encuentra a cargo de las municipalidades distritales (incluyendo la Municipalidad Provincial de Arequipa respecto del distrito de Arequipa) y cada una de ellas cuenta con su propia flota vehicular, de la cual, el 80% de vehículos ya superó su periodo de vida útil, como se ha indicado anteriormente.

En consecuencia, con la propuesta de Asociación Público Privada se buscaría una renovación parcial de la flota vehicular que presta el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos, así como las labores de mantenimiento preventivo y correctivo que les corresponda a dichas unidades, para cautelar su estado operativo. De igual manera, al tener una sola flota vehicular para todo el ámbito de Arequipa Metropolitana, se puede aprovechar para utilizar los recursos de una forma más eficiente, considerando las áreas que tienen una mayor demanda de este servicio.

Asimismo, resulta primordial que a través de esta propuesta también se establezca un plan de rutas a nivel de Arequipa Metropolitana, teniendo en cuenta, respecto de cada distrito, las zonas con mayor densidad poblacional, el número de áreas comerciales e industriales, el tipo de comercio e industria, la extensión territorial, entre otros.

En este punto, al igual que en el caso del servicio de barrido, el concesionario deberá entregar mensualmente un reporte a las municipalidades concedentes con la información sobre la prestación del servicio de recolección y transporte, para los fines de supervisión que correspondan.

5.9.3. Transferencia de residuos sólidos

De acuerdo con la información consignada en la Ficha de Registro del Proyecto de Inversión Pública “*Construcción de planta de transferencia de residuos sólidos de Arequipa, provincia de Arequipa - Arequipa*”, la referida planta tiene una capacidad de 680.37 toneladas al día y se encuentra equipada (Municipalidad Provincial de Arequipa,

2007), la misma que será cedida en uso al concesionario, en el marco de la propuesta de Asociación Público Privada.

Asimismo, cabe indicar que no se cuenta con información sobre la vida útil de los 2 camiones madrina con los que cuenta la referida planta de transferencia; razón por la cual, se partirá del supuesto que ambas unidades han superado su periodo de vida útil y requieren ser renovadas. Ahora bien, para la prestación de este servicio, se ha empleado el indicador *Toneladas/vehículos programados/día*, siendo su fórmula la siguiente:

$$\frac{\text{Cantidad de toneladas de residuos transferidos al mes (t)}}{(\text{N}^\circ \text{ total de vehículos}) * (\text{días efectivos al mes})}$$

Siendo su rango aceptable “100 a 108 t/vehíc. programado/día (vehículo de 60 m³ de capacidad, 2 turnos/día, 2 viajes por turno)” (CEPIS, 2002).

A partir del rango aceptable, se estima que, con 100 toneladas por vehículo programado al día, se requeriría de 7 camiones madrina para prestar el servicio de transferencia; además de la contratación de conductores, operadores, mantenimiento de la planta, combustible y los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de los camiones madrina, como se aprecia en la **Tabla 5.5**.

Tabla 5.5
Costo del servicio de transferencia

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Anual
Conductores	Persona	14	2,500.00	525,000.00
Operadores	Persona	8	1,850.00	222,000.00
Mantenimiento	Servicio	1	15,800.00	15,800.00
Combustible	Galones	910	12.00	131,040.00
Mantenimiento Preventivo y Correctivo	Servicio	7	820.00	68,880.00
Costo Total				962,720.00

Fuente: Municipalidad Provincial de Arequipa, 2007.
Elaboración propia.

En mérito de ello, siendo que el costo de este servicio asciende a **S/ 962,720.00** (novecientos sesenta y dos mil setecientos veinte con 00/100 soles) para el año 2020 y que la cantidad estimada de residuos será de **266,125.55 t**, se calcula el costo de transferencia por tonelada en **S/ 3.61**.

En adición a lo indicado anteriormente, cabe mencionar que el servicio de transferencia permite la reducción de costos y de tiempo en el transporte de residuos sólidos cuando la infraestructura de disposición final se encuentra lejos de los puntos de generación, en la medida que las unidades de recolección solo trasladan los residuos desde cada jurisdicción municipal hasta la planta de transferencia y ya no hasta la infraestructura de disposición final.

En ese sentido, mediante la propuesta de Asociación Público Privada los residuos que se generen en las municipalidades del ámbito de Arequipa Metropolitana serán trasladados a la planta de transferencia; medida que permitirá la reducción de los costos de transporte, más aún si se tiene en consideración que la infraestructura de disposición final se encuentra a 25 km. de la ciudad de Arequipa; además, se disminuye la cantidad de horas hombre que antes se utilizaban para transportar los residuos desde el punto de generación hasta la infraestructura de disposición final, pudiendo aprovecharse el mismo para otras labores propias de la recolección de residuos.

5.9.4. Reaprovechamiento de residuos sólidos

La propuesta planteada se distingue del modelo de gestión actual de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana por tratarse de un proyecto que comprende no solo la prestación de los servicios de limpieza pública (barrido, recolección, transporte, transferencia y disposición final), sino que también pretende ampliar el desarrollo del concepto de economía circular en este ámbito, en tanto éste solo viene siendo implementado a través de las labores de reciclaje de residuos inorgánicos que ejercen los recicladores (formales e informales).

Con relación a los residuos orgánicos generados en Arequipa Metropolitana, el proyecto busca el reaprovechamiento de los mismos mediante la producción de

compost. Con esta medida se espera lograr un alto impacto en la reducción de residuos que se destinan al relleno sanitario y, consecuentemente, la postergación de la afectación de nuevas áreas geográficas para dicho fin, por cuanto el componente orgánico de los residuos generados diariamente en este ámbito urbano asciende al 59% - como se ha indicado anteriormente.

Con relación a los residuos inorgánicos generados en el referido ámbito territorial, el proyecto pretende lograr el mejoramiento y ampliación de las labores de reciclaje, lo cual importa, por un lado, brindar a los recicladores la infraestructura, herramientas, materiales e insumos necesarios para realizar estas tareas, y, a su vez, ofrecerles una fuente de ingresos fija ascendiente a S/ 1 500.00 (en atención a lo indicado en el acápite de análisis de stakeholders), así como, beneficios sociales; y, por otro lado, contribuir aún más en la reducción de residuos inorgánicos que se generan en Arequipa Metropolitana.

Cabe resaltar que ambas iniciativas también constituyen fuentes de ingresos para la Concesión, en tanto ambos, el compost y los residuos reciclables, son productos que pueden ser comercializados en el mercado.

Sobre la base de lo antes indicado, la Concesión contempla la construcción de una planta de tratamiento de residuos, la cual se divide en dos zonas: **(i)** planta de elaboración de compost, y, **(ii)** planta de reciclaje.

Asimismo, en aras de cautelar la mayor participación en el proceso de reaprovechamiento de residuos, se ha considerado, complementariamente, el fortalecimiento de la política y programas de segregación en la fuente, descritos en el numeral 2.3.4 del presente trabajo.

Ello también contribuirá a que la recolección de residuos sea más eficiente, en la medida que éstos se encuentran previamente segregados y, luego de transportarlos hasta la planta de tratamiento, solo debería efectuarse un control de calidad para verificar que efectivamente los residuos se encuentren debidamente segregados y, posteriormente,

puedan ser sometidos al proceso de valorización correspondiente (elaboración de compost o reciclaje).

En ese sentido, los costos operativos para el funcionamiento de la planta de reaprovechamiento de residuos sólidos, que comprende la planta de elaboración de compost y el área de reciclaje, se han estimado conforme se aprecia en el **Tabla 5.6**.

Tabla 5.6
Costo de la valorización de residuos

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Anual
Operadores	Persona	40	1,635.00	981,000.00
Recicladores	Persona	500	1,635.00	11,445,000.00
Operación de planta	Servicio	1	30,000.00	30,000.00
Uniformes	Unidad	40	300.00	24,000.00
Mantenimiento	Servicio	1	15,000.00	15,000.00
Saco de polipropileno de 1,000 kg	Unidad	400	18.00	7,200.00
Pallets de madera	Unidad	72	54.00	3,888.00
Cepillo para barrido manual	Unidad	32	38.00	1,216.00
Recogedores metálicos	Unidad	16	15.90	254.40
Bolsas de plástico de 240 L	Unidad	15000	0.50	7,500.00
Botiquín	Unidad	10	20.00	200.00
Extintor PQS	Unidad	15	145.00	2,175.00
Extintor CO2	Unidad	15	290.00	4,350.00
Pala	Unidad	24	39.90	957.60
Rastrillo	Unidad	24	26.00	624.00
Machete	Unidad	24	14.90	357.60
Pico	Unidad	24	58.50	1,404.00
Carretilla	Unidad	30	150.00	4,500.00
Costal de rafia de 25 kg	Unidad	30000	0.20	6,000.00
Cosedora de Costal	Unidad	6	380.00	2,280.00
Baldes de plástico	Unidad	32	19.90	636.80
Bolsas de plástico de 75 L	Unidad	12000	0.45	5,400.00
Cargador frontal	Unidad	2	160,720.00	321,440.00
Banda transportadora	Unidad	8	5,220.00	41,760.00
Molino de plástico PET HDPE LDPE PP PVC de 10 HP	Unidad	4	17,944.13	71,776.52
Prensa compactadora vertical	Unidad	1	30,700.00	30,700.00
Carro para transporte de bolsas	Unidad	4	250.00	1,000.00
Mesa para apertura de bolsas	Unidad	20	572.00	11,440.00
Apilador manual	Unidad	4	4,790.00	19,160.00
Balanza de plataforma de 200 kg	Unidad	4	1,316.00	5,264.00

Contenedores plásticos de 240 L	Unidad	32	279.90	8,956.80
Contenedores plásticos de 500 L	Unidad	16	799.00	12,784.00
Contenedores plásticos para rechazo de 1000L	Unidad	24	1,400.00	33,600.00
Malla para zaranda	Unidad	4	300.00	1,200.00
Termómetro digital portátil	Unidad	4	754.00	3,016.00
Medidor de PH portátil	Unidad	4	139.00	556.00
Conductímetro portátil	Unidad	4	522.00	2,088.00
Manguera para riego 3/4 x 100m	Unidad	4	1,000.00	4,000.00
Costo total				13,112,684.72

Fuente: Gestión Integral de la Calidad Ambiental, 2018.
Elaboración propia.

5.9.4.1. Planta de elaboración de compost

Con relación a este punto, se plantea la construcción de una planta de elaboración de compost, a fin de reaprovechar los residuos orgánicos municipales generados en el ámbito de Arequipa Metropolitana, teniendo como referencia para el diseño y presupuesto de la misma, el “Proyecto Construcción de la Planta De Reaprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos e Inorgánicos en el Relleno Sanitario ubicado en la ciudad de Huamanga”, convocado por la Unidad Ejecutora 003 Gestión Integral de la Calidad Ambiental, del Ministerio del Ambiente, el cual tiene una capacidad similar al volumen de residuos sólidos municipales generados en el caso bajo análisis (Gestión Integral de la Calidad Ambiental, 2018).

Una vez segregados los residuos, el material orgánico es enviado al área de compostaje, donde se forman las pilas de residuos, las mismas que son rotadas diariamente (controlando temperatura y humedad), a fin de producir la biodegradación. Luego de ello, se arman las *camas o montículos*, en donde se transforman las proteínas en nutrientes (N, K, P). Finalmente, después de un periodo de 5-8 semanas, se obtiene el producto final, el mismo que se pesa y coloca en bolsas de 10 kg para su comercialización.

- **Cálculo del área para la construcción de la planta de elaboración del compost**

Con base en los cálculos efectuados a partir de la cantidad de residuos sólidos generados en el ámbito de Arequipa Metropolitana (ver **Anexo N° 9**), se ha estimado que la planta de elaboración de compost requiere de un área 123,356.64 m² (Ministerio del Ambiente, 2018b).

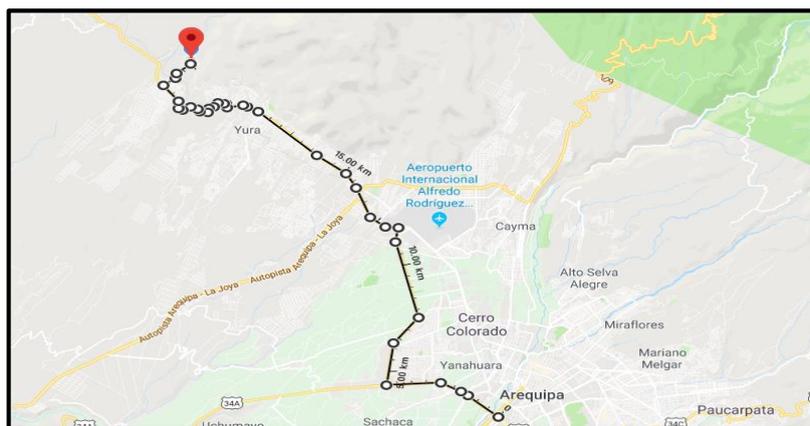
- **Localización de la planta de tratamiento**

La planta de elaboración de compost se localizará en la zona de Pampa Ispampa, en el distrito de Yura, provincia Arequipa, próxima a la ubicación donde actualmente se encuentra la infraestructura de disposición final de residuos sólidos.

Dicha localidad se encuentra aproximadamente a 25 km. de la ciudad de Arequipa (*como referencia desde estación ferroviaria de Parque Industrial*), y a 15 km. del Aeropuerto Internacional Alfredo Rodríguez Ballón, conforme se observa en el **Gráfico 5.1**.

Gráfico 5.1

Geolocalización de la planta de tratamiento



Fuente: Servidor de aplicaciones de mapas en la web - Google Maps.

- **Estimaciones de producción de compost**

Para efectuar el cálculo de la producción de compost, se utilizó el indicador *Rendimiento de compost por tonelada de residuo*, formulado por CEPIS, cuya fórmula es la siguiente:

$$\frac{\text{Cantidad de compost obtenido (t)} \times 100}{\text{Cantidad de residuos utilizados como materia prima (t)}}$$

El rango aceptable de dicho indicador es del 30 al 35% en 3 meses (CEPIS, 2002).

En ese sentido, siendo que el 58.74% de residuos municipales generados en Arequipa Metropolitana son orgánicos, se estima que para el año 2020, se generarán un total de 156,322 toneladas de residuos orgánicos.

Por lo tanto, para estimar la producción de compost para el primer año del proyecto, se ha considerado que el rendimiento del compost es del 35% por tonelada de residuos orgánicos (CEPIS, 2002). Como resultado de ello, se tiene que la producción de compost para el año 2020 será de 54,713 t de compost.

De igual manera, siendo que el precio de mercado de la bolsa de 10 kg de compost es de S/ 7.90 (Maestro, 2018), se proyectan ingresos por venta del compost equivalentes a S/ 43'223,074.10 (cuarenta y tres millones doscientos veintitrés mil setenta y cuatro con 10/100 soles) para el año 2020 (ver **Anexo N° 4**).

5.9.4.2.Planta de reciclaje

- **Identificación de residuos reciclables**

Luego de la segregación, los residuos inorgánicos son trasladados a la planta de reciclaje, en donde los recicladores realizan labores de recuperación de residuos, a través de la identificación y separación de residuos reciclables,

procediendo a desechar los residuos inservibles, los cuales serán destinados a disposición final.

Al respecto, se estima que para el año 2020, Arequipa Metropolitana generará 266,125.55 t de residuos sólidos, de los cuales, el 24.83% corresponde a residuos inservibles, esto es, 66,078.97 t, y el 16.43%, a residuos reciclables, equivalente a 43,724.42 t.

En la **Tabla 5.7**, se puede apreciar la composición de los residuos reciclables, así como la cantidad de los mismos que se genera anualmente en Arequipa Metropolitana (cantidades estimadas para el año 2020).

Tabla 5.7
Composición de residuos inorgánicos de Arequipa Metropolitana

Tipo de residuo	Composición (%)	Composición (t)
Papel blanco	7.45%	3,257.47
Papel periódico	9.47%	4,140.70
Papel mixto	11.13%	4,866.53
Cartón	28.64%	12,522.68
Vidrio	6.17%	2,697.80
PET	17.54%	7,669.26
Plástico duro	5.45%	2,382.98
FILL	3.09%	1,351.08
PVC	0.08%	34.98
Metales	10.32%	4,512.36
Otros	0.67%	292.95
Total	100%	43,728.80

Fuente: Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a.
Elaboración propia.

- **Comercialización de residuos reciclables**

Con base en la cantidad estimada de residuos inorgánicos reciclables que se generan en Arequipa Metropolitana, resulta posible calcular los ingresos que se obtendrían con su comercialización.

En tal sentido, considerando el precio promedio de los residuos reciclables señalados en el numeral precedente, se puede estimar que, para el año 2020, los ingresos provenientes de la comercialización de residuos reciclables serán de S/ 20'159,541.06 (veinte millones ciento cincuenta y nueve mil quinientos cuarenta y uno con 06/100 soles), como se detalla en la **Tabla 5.8**:

Tabla 5.8

Ingresos por comercialización de residuos reciclables

Tipo de residuos	Precio promedio (S/ - t)	Composición (t)	Venta Anual (S/)
Papel blanco	750.00	3,257.47	2,443,102.42
Papel periódico	240.00	4,140.70	993,768.80
Papel mixto	260.00	4,866.53	1,265,297.50
Cartón	230.00	12,522.68	2,880,215.52
Vidrio	620.00	2,697.80	1,672,634.27
PET	770.00	7,669.26	5,905,333.80
Plástico duro	810.00	2,382.98	1,930,214.88
FILL	820.00	1,351.08	1,107,889.56
PVC	360.00	34.98	12,592.64
Metales	400.00	4,512.36	1,804,944.39
Otros	490.00	292.95	143,547.30
Total		43,728.80	20,159,541.06

Fuente: Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a.
Elaboración propia.

- **Estrategia para la inclusión de los recicladores**

Las actividades que realizan los recicladores revisten especial importancia para la conservación del medio ambiente y la generación de economías circulares; siendo que, su inclusión constituye un factor de éxito para la implementación de políticas públicas y proyectos de gestión de residuos sólidos.

En el ámbito de Arequipa, según el último censo de recicladores realizado en el año 2014, se identificó que 500 personas se dedicaban a actividades de reciclaje (Iniciativa de Pobreza y Medio Ambiente, 2018).

En ese sentido, siendo que el proyecto de Asociación Público Privada que se plantea comprende, entre otros, el reaprovechamiento de residuos inorgánicos, se ha considerado la contratación de 500 recicladores, a fin de aprovechar su experiencia en el desarrollo de las actividades de la planta de reciclaje (ver **Anexo N° 1**).

5.9.5. Disposición final

En lo que respecta al servicio de disposición final, cabe indicar que Arequipa Metropolitana cuenta con infraestructura de disposición final ubicada en la zona de Quebrada Honda, distrito de Yura, provincia de Arequipa, la misma que fue construida en el año 2014, con una vida útil de 10 años y una extensión aproximada de 400 hectáreas.

Si bien la referida infraestructura fue construida de acuerdo a las normas técnicas relativas a rellenos sanitarios, ésta aún no cuenta con la certificación respectiva; por lo que, para fines del presente proyecto, se requiere, como una condición previa, que la Municipalidad Provincial de Arequipa se encargue de tramitar y conseguir dicha certificación, para que, posteriormente, pueda ceder en uso la infraestructura existente al concesionario.

Sobre el particular, a efectos de determinar el costo del servicio de disposición, se ha tenido en cuenta el Contrato N° 162-2017-MPA, denominado “Contratación del servicio de operación de infraestructura de disposición final de residuos sólidos (Relleno Sanitario de Quebrada Honda)”, correspondiente al Concurso Público N° 001-2017-MPA.

En dicho contrato se determina que el servicio de operación de la infraestructura de disposición final asciende a S/ 7.55 por tonelada de residuos sólidos, el cual comprende

los conceptos de personal, elementos de trabajo, equipos, combustible, herramientas, combustibles de operación, e impuestos (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017c).

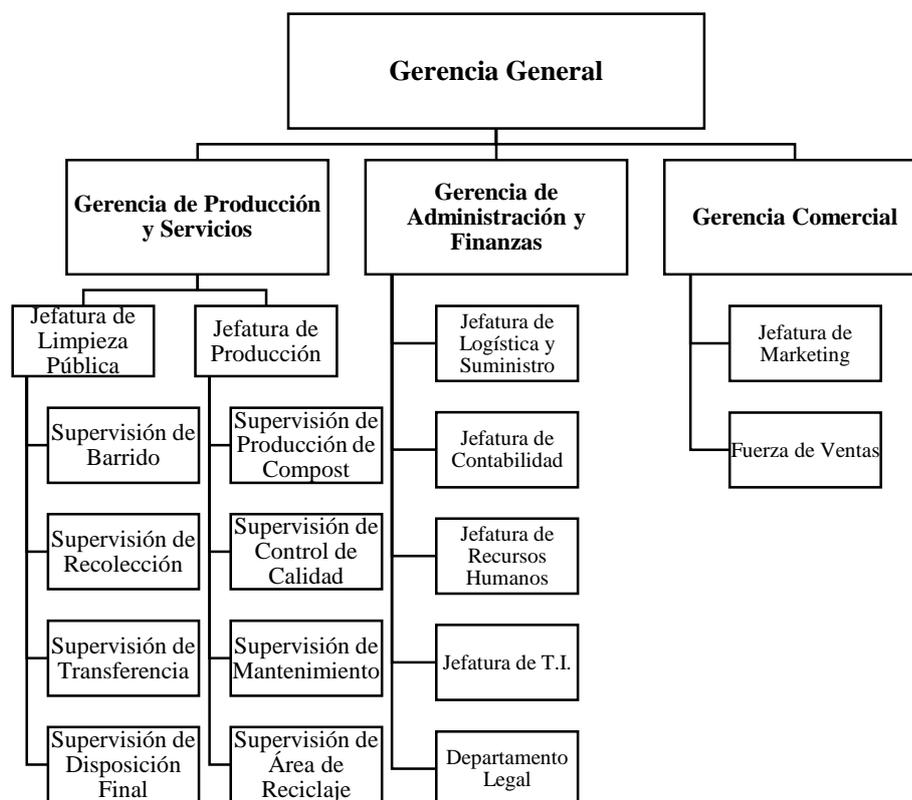
A fin de efectuar el cálculo de los costos de disposición final de residuos sólidos anuales, se debe tener en cuenta que, con el reaprovechamiento de residuos inorgánicos, mediante el reciclaje, solo se destinarían a disposición final los residuos inorgánicos inservibles (que equivalen al 24.83% del total de residuos generados).

Habiendo efectuado tales precisiones, se estima que para el año 2020 serán destinados al relleno sanitario 64,910.58 t de residuos sólidos. Por lo tanto, en el año 2020, los costos por la disposición final ascenderán a S/ 490,074.91 (cuatrocientos noventa mil setenta y cuatro con 91/100 soles) (ver **Anexo N° 1**).

5.10. Estructura organizacional del Concesionario

Para fines de la propuesta de APP, se ha considerado que el Concesionario podría tener una estructura organizacional como la que se aprecia en el **Gráfico 5.2**.

Gráfico 5.2
Organigrama



Fuente y elaboración propias.

5.11. Estrategias de comercialización

La comercialización de los productos resultantes de los procesos de reaprovechamiento de la Concesión, sean estos, compost o residuos inorgánicos reciclables, se encuentran a cargo de la Gerencia de Comercialización.

Los compradores de los productos pueden ser personas naturales y jurídicas, en este último supuesto, públicas o privadas, sin limitación alguna.

Asimismo, la venta de los productos antes señalados se efectuará a precios de mercado, sin contemplar distinción entre compradores.

Sin perjuicio de lo indicado, cabe precisar que el artículo 51 del Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Poder Ejecutivo, 2016), prevé que los beneficiarios prioritarios del compost elaborado a partir de los residuos

orgánicos generados a partir del servicio de limpieza pública son los programas de parques y jardines de las municipalidades, señalando expresamente que, en caso de excedentes, éstos serán materia de donación o intercambio con otras municipalidades.

Sobre el particular, se aprecia que la referida normativa no habría considerado la posibilidad de la libre comercialización del compost elaborado a partir de los residuos orgánicos generados como resultado de la limpieza pública.

En ese sentido, siendo que la elaboración de compost es un eje fundamental de la propuesta planteada y que su comercialización constituye uno de los ingresos de la Concesión, se observa la necesidad de modificar el marco legal vigente, a fin de viabilizar la propuesta de APP, esto es, explicitar la posibilidad de libre comercialización del compost (ver **numeral 6.4.1**).

CAPÍTULO VI. INVERSIONES

6.1. Inversiones en Activos Fijos

Para establecer la inversión a realizar en la adquisición de activos fijos, se tuvo en consideración los indicadores CEPIS antes mencionados, a fin de establecer la cantidad de vehículos necesarios para la prestación de los servicios de barrido, recolección y transferencia (ver **Anexos N^{os} 1, 2 y 3**), siendo que, para el caso de la planta de tratamiento, se ha tenido en cuenta el proyecto de la Unidad Ejecutora 003 del Ministerio del Ambiente (Gestión Integral de Calidad Ambiental, 2018).

Sobre esa base, la propuesta contempla una inversión total en activo fijo de S/ **36'584,557.00** (treinta y seis millones quinientos ochenta y cuatro mil quinientos cincuenta y siete con 00/100 soles), conforme al detalle de la **Tabla 6.1**.

Tabla 6.1
Inversión total en Activo fijo
(Expresada en soles)

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Barrido de calles				
Vehículo para transporte de personal	Unidad	3	659,000.00	1,977,000.00
Recolección y Transporte de Residuos⁸				
Camión Compactador de 15 m3	Unidad	21	450,000.00	9,450,000.00
Transferencia de Residuos				
Camión Madrina de 60 m3	Unidad	7	850,000.00	5,950,000.00
Supervisión				
Camioneta	Unidad	8	90,000.00	720,000.00
Planta de elaboración de compost				
Construcción de planta	Unidad	1	10,307,237.00	10,307,237.00
Camiones volquete	Unidad	29	282,080.00	8,180,320.00
TOTAL				36,584,557.00

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac, 2018. Municipalidad Distrital de Yanahuara, 2017. Municipalidad Distrital de Pachacamac, 2016. Gestión Integral de Calidad Ambiental, 2018. Elaboración propia.

⁸ Al respecto, cabe tener en cuenta que 5 de los 21 camiones compactadores serán adquiridos de forma posterior al inicio del proyecto, esto es, 2 de ellos en el año 4, y los 3 restantes en el año 8 del proyecto (ver **Anexos N^{os} 2 y 3**), a fin de mantener un rango aceptable dentro de indicador CEPIS.

6.2. Cesión de vehículos e infraestructura

En el apartado referido al diseño de la propuesta, se indicó que, actualmente, las municipalidades de Arequipa Metropolitana cuentan con vehículos e infraestructura destinada a la gestión de residuos sólidos, los cuales aún se encuentran dentro de su periodo de vida útil. Siendo éstos los siguientes:

- Diecinueve (19) camiones compactadores de residuos sólidos.
- Una (1) Infraestructura de Transferencia: Planta de transferencia de residuos sólidos.
- Una (1) Infraestructura de Disposición Final: Relleno sanitario de Quebrada Honda.

En ese sentido, a fin de aprovechar los bienes antes referidos para la prestación de los servicios de limpieza pública, se plantea que los mismos sean materia de cesión, a título gratuito, a favor del Concesionario, quien por ese acto se obliga, entre otras, a asumir la conservación y mantenimiento de los bienes, debiendo devolverlos en el mismo estado en el que le fueron entregados, con excepción del desgaste natural por su uso, al Concedente.

Con relación a la infraestructura de disposición final, es pertinente señalar que ésta aún no cuenta con la certificación correspondiente para ser considerada como relleno sanitario – *como se advirtió en el Capítulo III*. Por esta razón, se plantea que, de manera previa al inicio del proyecto y en el Contrato de Concesión, se establezca la obligación de la Municipalidad Provincial de Arequipa de entregar la referida infraestructura con las certificaciones correspondientes, en su condición de titular del bien.

De otro lado, es pertinente señalar que el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1362, aprobado por Decreto Supremo N° 240-2018-EF, prevé que la cesión de infraestructura o inmuebles pre-existentes, en el marco de un contrato de Asociación Público Privada, no constituye cofinanciamiento; sin embargo, cuando se trata de bienes muebles (como los camiones recolectores de residuos), el referido dispositivo

normativo no efectúa dicha precisión; por lo que, la cesión de estos últimos se entendería como cofinanciamiento.

Entonces, a fin de no afectar la estructuración de proyectos de APP Autosostenibles que contemplen la posibilidad de cesión de bienes muebles, debería modificarse el marco legal vigente a fin de otorgarle a la citada figura el mismo tratamiento que recibe la cesión de inmuebles o infraestructura pre-existente (ver **numeral 6.4.2**).

6.3. Gastos administrativos de la gestión de residuos sólidos

En atención a la estructura organizacional planteada para el Concesionario, se han calculado los gastos administrativos correspondientes al año 2020, cuyo resumen es el que aparece en la **Tabla 6.2**.

Tabla 6.2
Gastos Administrativos
(Expresado en soles)

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Anual
Gerente General	Persona	1	10,000.00	150,000.00
Gerente Comercial	Persona	1	7,000.00	105,000.00
Gerente de Producción y Servicios	Persona	1	6,000.00	90,000.00
Gerente de Administración y Finanzas	Persona	1	6,000.00	90,000.00
Jefatura de Limpieza Pública	Persona	1	5,000.00	75,000.00
Jefatura de Producción y Reciclaje	Persona	1	5,000.00	75,000.00
Ejecutivos de venta	Personas	5	2,500.00	187,500.00
Especialistas	Persona	25	3,000.00	1,125,000.00
Administrativos	Persona	6	2,000.00	180,000.00
Conductores	Persona	8	2,000.00	192,000.00
Servicios básicos	Servicio	1	4,000.00	48,000.00
Material de oficina	Servicio	1	1,500.00	18,000.00
Mantenimiento	Servicio	8	720.00	34,560.00

Combustible	Galón	800	12.00	115,200.00
Alquiler de local	Servicio	1	25,979.00	311,748.00
Costo Total				2,797,008.00

Fuente: Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017b. Anuncio publicado en la web, 2018.
Elaboración propia.

CAPÍTULO VII. INGRESOS DEL PROYECTO

Los ingresos generados por el proyecto son de dos tipos: (i) ingresos generados por la prestación de servicios de limpieza pública, e (ii) ingresos generados por el reaprovechamiento de residuos sólidos.

7.1. Ingresos generados por prestación de servicios de limpieza

Estos ingresos provienen del pago de las tarifas señaladas en el Capítulo V por cada servicio de limpieza pública (barrido, recolección y transporte, transferencia y disposición final), que deberán asumir las Municipalidades distritales comprendidas en el ámbito de la Concesión.

En ese sentido, considerando las estimaciones de los residuos generados en Arequipa Metropolitana para el año 2020 (ver **Anexo N° 4**) y las referidas tarifas por la prestación de servicios, se han calculado los ingresos por este concepto como se aprecia en la **Tablas 7.1**.

Tabla 7.1
Ingresos generados por prestación de servicios de limpieza pública
(Expresado en soles)

Concepto	Costo Anual
Costo por servicio de barrido	16,233,262
Costo por servicio de recolección y transporte	11,169,200
Costo por servicio de transferencia	997,690
Costo por servicio de disposición	498,896
Costo por operación de planta de tratamiento	14,456,735
Costo total	43,355,783

Fuente: Anexo N° 4.
Elaboración propia.

7.2. Estimación de ingresos por reaprovechamiento de residuos

Estos ingresos provienen de la comercialización del compost y de los residuos inorgánicos reciclables obtenidos de los procesos de valorización (reaprovechamiento) de la Concesión.

A fin de estimar los ingresos por este concepto, se tuvo en cuenta las proyecciones realizadas sobre residuos orgánicos e inorgánicos reaprovechados durante el plazo de la concesión, los precios de venta de dichos productos en el mercado, sin incluir IGV (ve **Anexo N° 4**).

Asimismo, se consideró que la composición de residuos sólidos generados en Arequipa Metropolitana y los precios de venta de los mismos no han variado a lo largo del plazo de Concesión.

Como resultado de ello, se ha calculado que los ingresos anuales por comercialización de residuos reaprovechados son los que aparecen en la **Tabla 7.2:**

Tabla 7.2
Ingresos del proyecto
(Expresado en soles)

Concepto/Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Compost	43,223,074.10	44,001,089.44	44,793,109.04	45,599,385.01	46,420,173.94	47,255,737.07	48,106,340.34	48,972,254.46	49,853,755.04	50,751,122.63	51,664,642.84	52,594,606.41
Residuos reciclables	20,159,541.06	20,522,412.80	20,891,816.23	21,267,868.92	21,650,690.56	22,040,402.99	22,437,130.25	22,840,998.59	23,252,136.57	23,670,675.03	24,096,747.18	24,530,488.62
Papel blanco	2,443,102.42	2,487,078.26	2,531,845.67	2,577,418.89	2,623,812.43	2,671,041.05	2,719,119.79	2,768,063.95	2,817,889.10	2,868,611.10	2,920,246.10	2,972,810.53
Papel periódico	993,768.80	1,011,656.64	1,029,866.46	1,048,404.05	1,067,275.33	1,086,486.28	1,106,043.04	1,125,951.81	1,146,218.94	1,166,850.88	1,187,854.20	1,209,235.58
Papel mixto	1,265,297.50	1,288,072.85	1,311,258.16	1,334,860.81	1,358,888.31	1,383,348.30	1,408,248.56	1,433,597.04	1,459,401.79	1,485,671.02	1,512,413.10	1,539,636.53
Cartón	2,880,215.52	2,932,059.40	2,984,836.47	3,038,563.53	3,093,257.67	3,148,936.31	3,205,617.16	3,263,318.27	3,322,058.00	3,381,855.05	3,442,728.44	3,504,697.55
Vidrio	1,672,634.27	1,702,741.69	1,733,391.04	1,764,592.08	1,796,354.73	1,828,689.12	1,861,605.52	1,895,114.42	1,929,226.48	1,963,952.56	1,999,303.70	2,035,291.17
PET	5,905,333.80	6,011,629.81	6,119,839.15	6,229,996.25	6,342,136.18	6,456,294.63	6,572,507.94	6,690,813.08	6,811,247.72	6,933,850.17	7,058,659.48	7,185,715.35
Plástico duro	1,930,214.88	1,964,958.74	2,000,328.00	2,036,333.90	2,072,987.91	2,110,301.70	2,148,287.13	2,186,956.30	2,226,321.51	2,266,395.30	2,307,190.41	2,348,719.84
FILL	1,107,889.56	1,127,831.57	1,148,132.54	1,168,798.92	1,189,837.30	1,211,254.38	1,233,056.95	1,255,251.98	1,277,846.51	1,300,847.75	1,324,263.01	1,348,099.75
PVC	12,592.64	12,819.30	13,050.05	13,284.95	13,524.08	13,767.51	14,015.33	14,267.60	14,524.42	14,785.86	15,052.01	15,322.94
Metales	1,804,944.39	1,837,433.39	1,870,507.19	1,904,176.32	1,938,451.49	1,973,343.62	2,008,863.80	2,045,023.35	2,081,833.77	2,119,306.78	2,157,454.30	2,196,288.48
Otros	143,547.30	146,131.15	148,761.51	151,439.22	154,165.12	156,940.09	159,765.02	162,640.79	165,568.32	168,548.55	171,582.42	174,670.91

Fuente: Arequipa, 2017. CEPIS, 2002. Anuncio publicado en la web, 2018.
Elaboración propia.

CAPITULO VIII. EVALUACIÓN ECONÓMICO FINANCIERA

En el presente Capítulo se efectúa la evaluación económico-financiera de la propuesta de APP, bajo un esquema Autosostenible y Cofinanciada, a fin de determinar si las mismas resultan viables y rentables, con base en la información obtenida en los Capítulos precedentes.

Es pertinente precisar que la propuesta de APP Autosostenible contempla como única fuente de ingresos a aquellos obtenidos a partir de la comercialización de compost y residuos inorgánicos reciclables, en tanto, la propuesta de APP Cofinanciada prevé tener dos fuentes de ingresos, de un lado, los provenientes de la comercialización de residuos reaprovechados antes señalados, y de otro lado, el cobro de las tarifas por la prestación de servicios de limpieza pública a cargo de las municipalidades distritales.

Asimismo, para la evaluación económico-financiera de ambas propuestas, debe considerarse que la inversión total en activos fijos es de **S/ 37'434,557.00** (treinta y siete millones cuatros treinta y cuatro mil quinientos cincuenta y siete con 00/100 soles), la misma que se ha efectuado con recursos propios de los accionistas.

8.1. APP Autosostenible

8.1.1. Evaluación Económica

Para dicho fin, se han considerado los siguientes supuestos:

- La duración del proyecto es de 12 años.
- No se ha tomado en cuenta el efecto de la inflación en los costos y precios a lo largo de la duración del proyecto.
- La composición de los residuos sólidos municipales de Arequipa Metropolitana, así como el precio de venta del compost y residuos reciclables no ha variado a lo largo de la duración del proyecto.

- La tasa de descuento es del 8.35%, equivalente al Cost of Equity para proyectos de este rubro (6.87%) (Damodaran, 2018) más el riesgo país de Perú (1.48%) (Banco Central de Reserva del Perú, 2018).
- La planta de tratamiento se deprecia bajo el método lineal durante los 12 años del proyecto.
- Los vehículos se deprecian a una tasa del 20% anual.
- El capital de trabajo se ha calculado en base a la suma de los costos por servicio de limpieza pública, operación de la planta de tratamiento y gastos administrativos por un periodo de 4 meses (**S/ 15,384,263.59**).

Con base en ello y en la información económica detallada en el capítulo anterior, se ha efectuado el flujo de caja económico y el flujo de inversiones del proyecto, como resultado del cual se han obtenido los datos que, en resumen, se aprecian en la **Tabla 8.1** (ver **Anexo N° 5**).

Tabla 8.1
Flujo de Caja Económico – APP Autosostenible

FLUJO DE CAJA				
	2020	2023	2027	2031
Concepto/Año	1	4	8	12
Ventas anuales	63,382,615	66,867,254	71,813,253	77,125,095
TOTAL VENTAS	63,382,615	66,867,254	71,813,253	77,125,095
Costos				
Costo por servicios de limpieza pública	28,899,048	30,588,991	32,997,401	35,595,975
Costo por operación de planta de tratamiento	14,456,735	16,735,478	20,342,078	24,725,923
Gastos administrativos	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008
Depreciación de planta	858,936	858,936	858,936	858,936
Depreciación vehículos de planta	1,636,064	1,636,064	-	-
Depreciación de flota vehicular	3,259,400	3,259,400	-	-
Depreciación de vehículos (Inversión Adicional 1)	-	260,000	260,000	-
Depreciación de vehículos (Inversión Adicional 2)	-	-	270,000	270,000
TOTAL COSTOS	51,907,191	56,135,877	57,525,423	64,247,842
UTILIDAD OPERATIVA	11,475,424	10,731,377	14,287,830	12,877,253
Gastos financieros	-	-	-	-
Participación de trabajadores	1,147,542	1,073,138	1,428,783	1,287,725
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	10,327,882	9,658,239	12,859,047	11,589,528
Impuesto a la renta	3,046,725	2,849,181	3,793,419	3,418,911
UTILIDAD NETA	7,281,157	6,809,059	9,065,628	8,170,617
(+) Depreciación	5,754,400	6,014,400	1,388,936	1,128,936
FLUJO DE CAJA POR OPERACIONES	13,035,557	12,823,459	10,454,565	9,299,554

FLUJO DE INVERSIONES				
Inversiones en Activos Fijos				
Inversión Inicial				
Inversión Adicional 1		1,300,000		
Inversión Adicional 2			1,350,000	
Capital de Trabajo (15,384,263.59)				
FLUJO DE CAJA DE INVERSIONES	-	1,300,000	1,350,000	-

FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	13,035,557	11,523,459	9,104,565	9,299,554
--------------------------------	-------------------	-------------------	------------------	------------------

Fuente: Anexo N° 5.
Elaboración propia.

8.1.2. Análisis del VAN y TIR económicos

En mérito del flujo de caja económico elaborado en el numeral precedente, se ha procedido a calcular el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno del proyecto, siendo los resultados obtenidos los siguientes:

- **Valor Actual Neto (VAN): S/ 34'185,487.55 (treinta y cuatro millones ciento ochenta y cinco mil cuatrocientos ochenta y siete con 55/100 soles).**
- **Tasa Interna de Retorno (TIR): 21.33%**

Al respecto, se aprecia que el VAN económico es positivo, lo cual significa que el proyecto es viable y permite recuperar la inversión realizada, obtener el retorno esperado y un remanente adicional.

De igual manera, se observa que la TIR económica es positiva y superior al costo de capital (8.35%); por lo tanto, el proyecto es rentable y ofrece un retorno mayor al esperado por el inversionista.

Es importante señalar que el presente proyecto de APP no tiene perpetuidad del VAN; por lo que, al finalizar los 12 años de la concesión, no habrá VAN residual.

8.1.3. Evaluación Financiera

Para dicho fin, se han tomado en cuenta los siguientes supuestos:

- Monto total de inversión: S/ 34'784,557.00 (treinta y cuatro millones setecientos ochenta y cuatro mil quinientos cincuenta y siete con 00/100 soles).
- Tasa Efectiva Anual: 6.58%, correspondiente a la tasa promedio para créditos para grandes empresas (Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones, 2018).
- Costo de capital: 8.35%, correspondiente al Cost of Equity para proyectos de este rubro (6.87%) (Damodaran, 2018) más el riesgo país de Perú (1.48%) (Banco Central de Reserva del Perú, 2018).

- La duración del proyecto es de 12 años
- Amortización anual: S/ 1'107,044.83 (un millón ciento siete mil cuarenta y cuatro con 83/100 soles).
- Estructura de Capital: Deuda (25.85%) y Capital (74.15%), conforme a lo establecido por Damodaran (2018), para negocios de este rubro.
- Monto a financiar: S/8'993,146.11 (ocho millones novecientos noventa y tres mil ciento cuarenta y seis con 11/100 soles), correspondiente al 25.85% de la inversión total en activo fijo.

Con base en ello y en la información económica detallada en el capítulo anterior, se ha efectuado el flujo de caja económico y el flujo de inversiones del proyecto, como resultado del cual se han obtenido los datos de la **Tabla 8.2**.

Tabla 8.2
Flujo de Caja Financiero – APP Autosostenible

FLUJO DE CAJA FINANCIERO				
	2020	2023	2027	2031
Flujo de Caja Económico	13,035,557	11,523,459	9,104,565	9,299,554
Servicio de Deuda Neta				
Desembolso	-	-	-	-
Intereses Netos	591,749	483,190	302,062	68,346
Flujo de Caja Financiero	13,627,306	12,006,649	9,406,627	9,367,900

Fuente: Anexo N° 5.
Elaboración propia.

8.1.4. Análisis del VAN y TIR financieros

En mérito del flujo de caja económico elaborado en el numeral precedente, se ha procedido a calcular el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno del proyecto, teniendo en consideración un Costo Promedio Ponderado de Capital (CPPC o WACC por sus siglas en inglés) de 8.87%⁹, ajustado al riesgo país, siendo los resultados obtenidos los siguientes:

⁹ Damodaran, 2018 (ver **Anexo N° 7**). Banco Central de Reserva del Perú, 2018 (ver **Anexo N° 8**).

- **Valor Actual Neto (VAN): S/ 44'036,475.84 (cuarenta y cuatro millones treinta y seis mil cuatrocientos setenta y cinco con 84/100 soles).**
- **Tasa Interna de Retorno (TIR): 29.08%**

Al respecto, se aprecia que el VAN financiero es positivo, lo cual significa que el proyecto es viable y permite recuperar la inversión realizada, obtener el retorno esperado y un remanente adicional.

De igual manera, se observa que la TIR financiera es positiva y superior al WACC (8.87%); por lo tanto, el proyecto es rentable y ofrece un retorno mayor al esperado por el inversionista.

Es importante señalar que el presente proyecto de APP no tiene perpetuidad del VAN; por lo que, al finalizar los 12 años de la concesión, no habrá VAN residual.

8.2. APP Cofinanciada

El proyecto de APP bajo el esquema cofinanciado contempla como ingresos, por un lado, a aquellos obtenidos de la comercialización de compost y residuos reciclables, y por otro lado, al cobro de tarifas a las municipalidades por la prestación de los servicios de barrido, recolección y transporte, transferencia y disposición final de residuos sólidos (que equivale al costo de la gestión de residuos sólidos calculada anteriormente).

8.2.1. Evaluación Económica

Para fines de la evaluación económica, se han tenido en cuenta los siguientes supuestos:

- La duración del proyecto es de 12 años.
- No se ha tomado en cuenta el efecto de la inflación en los costos y precios a lo largo de la duración del proyecto.

- La composición de los residuos sólidos municipales de Arequipa Metropolitana, así como el precio de venta del compost y residuos reciclables no ha variado a lo largo de la duración del proyecto.
- La tasa de descuento aplicada es del 8%, correspondiente a la tasa social de descuento establecida por el Ministerio de Economía y Finanzas (2015).
- La planta de tratamiento se deprecia bajo el método lineal durante los 12 años del proyecto.
- Los vehículos se deprecian a una tasa del 20% anual.
- El capital de trabajo se ha calculado en base a la suma de los costos por servicio de limpieza pública, operación de la planta de tratamiento y gastos administrativos por un periodo de 4 meses (**S/ 15'384,263.59**).

Con base en ello y en la información económica detallada en el capítulo anterior, se ha efectuado el flujo de caja económico y el flujo de inversiones del proyecto, como resultado del cual se han obtenido los datos que, en resumen, se aprecian en la **Tabla 8.3** (ver **Anexo N° 6**).

Tabla 8.3

Flujo de Caja Económico – APP Cofinanciada

FLUJO DE CAJA				
	2020	2023	2027	2031
Concepto/Año	1	4	8	12
Cobro de servicios	28,899,048	30,588,991	32,997,401	35,595,975
Ventas anuales	63,382,615	66,867,254	71,813,253	77,125,095
TOTAL VENTAS	92,281,663	97,456,245	104,810,654	112,721,070
Costos				
Costo por servicios de limpieza pública	28,899,048	30,588,991	32,997,401	35,595,975
Costo por operación de planta de tratamiento	14,456,735	16,735,478	20,342,078	24,725,923
Gastos administrativos	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008
Depreciación de planta	858,936	858,936	858,936	858,936
Depreciación vehículos de planta	1,636,064	1,636,064	-	-
Depreciación de flota vehicular	3,259,400	3,259,400	-	-
Depreciación de vehículos (Inversión Adicional 1)	-	260,000	260,000	-
Depreciación de vehículos (Inversión Adicional 2)	-	-	270,000	270,000
TOTAL COSTOS	51,907,191	56,135,877	57,525,423	64,247,842
UTILIDAD OPERATIVA	40,374,472	41,320,368	47,285,231	48,473,228
Gastos financieros	-	-	-	-
Participación de trabajadores	4,037,447	4,132,037	4,728,523	4,847,323
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	36,337,025	37,188,331	42,556,708	43,625,905
Impuesto a la renta	10,719,422	10,970,558	12,554,229	12,869,642
UTILIDAD NETA	25,617,602	26,217,773	30,002,479	30,756,263
(+) Depreciación	5,754,400	6,014,400	1,388,936	1,128,936
FLUJO DE CAJA POR OPERACIONES	31,372,003	32,232,174	31,391,415	31,885,200
FLUJO DE INVERSIONES				
Inversiones en Activos Fijos				
Inversión Inicial				
Inversión Adicional 1		1,300,000		
Inversión Adicional 2			1,350,000	
Capital de Trabajo				
FLUJO DE CAJA DE INVERSIONES	-	1,300,000	1,350,000	-
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	31,372,003	30,932,174	30,041,415	31,885,200

Fuente: Anexo N° 6.
Elaboración propia.

8.2.2. Análisis del VAN y TIR económicos

En mérito del flujo de caja económico elaborado en el numeral precedente, se ha procedido a calcular el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno del proyecto, siendo los resultados obtenidos los siguientes:

- **Valor Actual Neto (VAN): S/ 186'679,100.55 (Ciento ochenta y seis millones seiscientos setenta y nueve mil cien con 55/100 soles).**
- **Tasa Interna de Retorno (TIR): 62.60%**

Al respecto, se aprecia que el VAN es positivo, lo cual significa que el proyecto es viable y permite recuperar la inversión realizada, obtener el retorno esperado y un remanente adicional.

De igual manera, se observa que la TIR es positiva y superior a la tasa social de descuento (8%); por lo tanto, el proyecto es rentable y ofrece un retorno mayor al esperado por el inversionista.

Es importante señalar que el presente proyecto de APP no tiene perpetuidad del VAN; por lo que, al finalizar los 12 años de la concesión, no habrá VAN residual.

8.2.3. Evaluación Financiera

Para fines de la evaluación financiera, se han tenido en cuenta los siguientes supuestos:

- **Monto total de inversión: S/ 34'784,557.00 (treinta y cuatro millones setecientos ochenta y cuatro mil quinientos cincuenta y siete con 00/100 soles).**
- **Tasa Efectiva Anual: 6.58%, correspondiente a la tasa promedio para créditos para grandes empresas (Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones, 2018).**

- Costo de capital: 8.35%, correspondiente al Cost of Equity para proyectos de este rubro (6.87%) (Damodaran, 2018) más el riesgo país de Perú (1.48%) (Banco Central de Reserva del Perú, 2018).
- La duración del proyecto es de 12 años
- Amortización anual: S/ 1'107,044.83 (un millón ciento siete mil cuarenta y cuatro con 83/100 soles).
- Estructura de Capital: Deuda (25.85%) y Capital (74.15%), conforme a lo establecido por Damodaran (2018), para negocios de este rubro.
- Monto a financiar: S/8'993,146.11 (ocho millones novecientos noventa y tres mil ciento cuarenta y seis con 11/100 soles), correspondiente al 25.85% de la inversión total en activo fijo.

Con base en ello y en la información económica detallada en el capítulo anterior, se ha efectuado el flujo de caja económico y el flujo de inversiones del proyecto, como resultado del cual se han obtenido los datos de la **Tabla 8.4**:

Tabla 8.4
Flujo de Caja Financiero – APP Cofinanciada

FLUJO DE CAJA FINANCIERO				
	2020	2023	2027	2031
Flujo de Caja Económico	31,372,003	30,932,174	30,041,415	31,885,200
Servicio de Deuda Neta				
Desembolso	-	-	-	-
Intereses Netos	417,183	340,648	212,953	48,184
Flujo de Caja Financiero	31,789,186	31,272,822	30,254,369	31,933,384

Fuente: Anexo N° 6.
Elaboración propia.

8.2.4. Análisis del VAN y TIR financieros

En mérito del flujo de caja económico calculado en el numeral precedente, se ha procedido a calcular el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno del proyecto, teniendo en consideración un Costo Promedio Ponderado de Capital (CPPC o WACC

por sus siglas en inglés) de 8.87%¹⁰, ajustado al riesgo país, siendo los resultados obtenidos los siguientes:

- **Valor Actual Neto (VAN): S/ 187'403,505.40 (Ciento ochenta y siete millones cuatrocientos tres mil quinientos cinco con 40/100 soles).**
- **Tasa Interna de Retorno (TIR): 77.35%**

Al respecto, se aprecia que el VAN financiero es positivo, lo cual significa que el proyecto es viable y permite recuperar la inversión realizada, obtener el retorno esperado y un remanente adicional.

De igual manera, se observa que la TIR financiera es positiva y superior al WACC (8.87%); por lo tanto, el proyecto es rentable y ofrece un retorno mayor al esperado por el inversionista.

Es importante señalar que el presente proyecto de APP no tiene perpetuidad del VAN; por lo que, al finalizar los 12 años de la concesión, no habrá VAN residual.

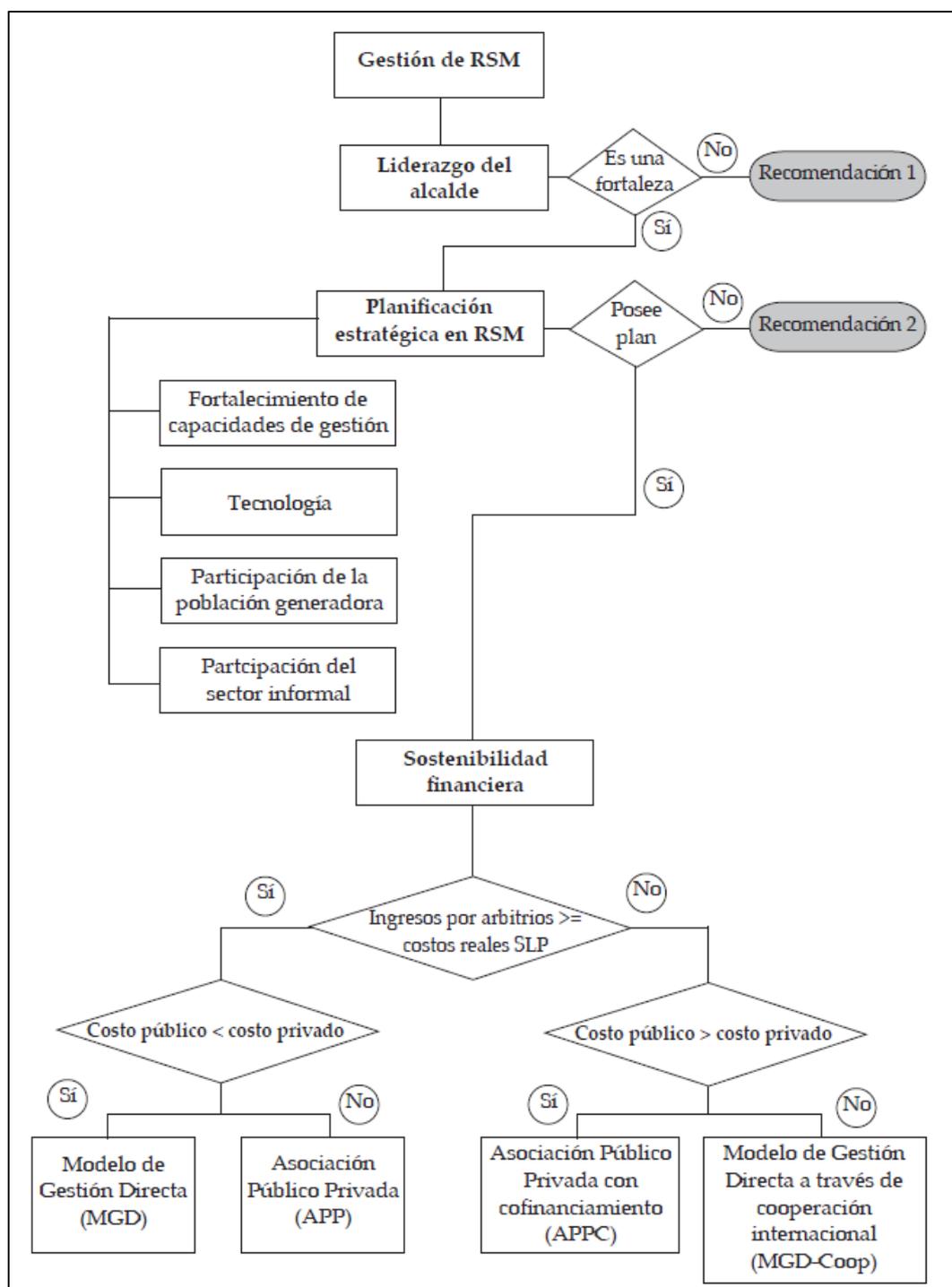
8.3. Justificación del modelo de Asociación Público Privada

Mediante el presente trabajo se busca identificar el modelo de gestión de residuos sólidos más adecuado para Arequipa Metropolitana. En ese sentido, se plantea que el proyecto sea ejecutado a través de una Asociación Público Privada; por tal razón, resulta necesario analizar si este planteamiento considera los aspectos clave que exponen Fuentes, et al. (2008), en el marco de la toma de decisiones para la implementación de un modelo de gestión de residuos sólidos municipales, los cuales se aprecian en el **Gráfico 8.1.**

¹⁰ Damodaran, 2018 (ver **Anexo N° 7**). Banco Central de Reserva del Perú, 2018 (ver **Anexo N° 8**).

Gráfico 8.1

Diagrama de flujo de decisión de modelos de gestión de residuos sólidos municipales



Fuente: Fuentes et al., 2008.

Sobre el particular, cabe destacar que la conservación del medio ambiente, así como las diversas iniciativas que se han desarrollado en el ámbito de Arequipa Metropolitana,

podrían denotar que existe interés por parte de las autoridades locales para considerar dicho tópico dentro de sus agendas, así como de impulsar proyectos en el rubro de gestión de residuos sólidos.

En esa misma línea, a través de la elaboración y aprobación del PIGARS de la Municipalidad Provincial de Arequipa, en la cual se consolida la información de todas las municipalidades distritales que la conforman, se observan los esfuerzos que se vienen realizando en tales jurisdicciones para contar con instrumentos de gestión que permitan advertir los riesgos y deficiencias de los servicios, en aras de adoptar las medidas preventivas y correctivas pertinentes.

De acuerdo al diagnóstico efectuado por el referido PIGARS, se advierte la necesidad de gestionar con mayor eficiencia los recursos destinados a la gestión de residuos sólidos y también la oportunidad para el desarrollo de la industria del reaprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos, a través de una planta de tratamiento, que comprenda la elaboración de compost y el reciclaje, siendo uno de sus beneficios, la reducción de residuos dispuestos en el relleno sanitario, con lo cual, además, se prolonga la vida útil de este último y se genera un menor impacto ambiental.

Para el desarrollo de la Asociación Público Privada para la gestión de residuos sólidos de Arequipa Metropolitana, se plantea la cesión de unidades vehiculares por parte de las municipalidades distritales, así como la cesión de la planta de transferencia y de la infraestructura de disposición final, estas dos últimas por parte de la Municipalidad Provincial de Arequipa.

En cuanto a la sostenibilidad financiera, como se ha indicado anteriormente, Arequipa Metropolitana se enfrenta a un problema de morosidad en la recaudación de arbitrios municipales para la gestión de residuos sólidos; razón por la cual, se encuentra en la necesidad de subsidiar estos servicios, recurriendo a los recursos provenientes del canon y Foncomun.

En mérito a ello, siendo que en el caso del proyecto planteado, los costos de operación y mantenimiento se cubren con los ingresos generados por la

comercialización de compost y residuos reciclables, se considera que el modelo más adecuado sería el de Asociación Público Privada autosostenible, en tanto no requiere de financiamiento público y, por lo tanto, genera un ahorro considerable a las municipalidades de Arequipa Metropolitana, además de contribuir a la inclusión de los recicladores en el proyecto.

En ese sentido, siendo que el costo público para la gestión de residuos sólidos municipales en Arequipa Metropolitana es superior al costo privado, resulta viable que el proyecto planteado se desarrolle mediante una Asociación Público Privada. En adición a ello, es pertinente destacar que a través de un proyecto de APP no solo se aprovechan los recursos y experiencias de un agente del sector privado, sino que también permite que la administración pública, a través de las municipalidades, pueda reforzar las labores de monitoreo y supervisión sobre las prestaciones a cargo del concesionario, cautelando la calidad de los servicios que se brindan a los ciudadanos.

Asimismo, es pertinente acotar que la cesión de infraestructura o inmuebles pre-existentes, como la planta de transferencia y la infraestructura de disposición final de la Municipalidad Provincial de Arequipa, no constituyen cofinanciamiento, de acuerdo a lo establecido en el artículo 31 del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1362, que regula la Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos, aprobado por Decreto Supremo N° 240-2018-EF.

Sin embargo, la precitada norma no contempla la cesión de bienes muebles, como en el caso de los camiones compactadores, como un supuesto excluido del cofinanciamiento público; por tal razón, a fin de viabilizar el proyecto como una Asociación Público Privada autosostenible, se sugiere la modificación del referido reglamento para incluir esta figura en el supuesto señalado en el párrafo precedente.

8.4. Implicancias legales respecto a la comercialización de compost

8.4.1. Comercialización de compost

Con relación a la valorización de residuos orgánicos municipales (domiciliarios y no domiciliarios), el Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, establece:

Artículo 51.- Valorización de los residuos orgánicos municipales

Las municipalidades deben valorizar, prioritariamente, los residuos orgánicos provenientes del mantenimiento de áreas verdes y mercados municipales, así como, de ser factible, los residuos orgánicos de origen domiciliario.

Los programas de parques y jardines de las municipalidades son beneficiarios prioritarios del compost, humus o biochar producido con los residuos orgánicos que se generan a partir del servicio de limpieza pública. En caso de excedentes éstos podrán ser destinados a donación en general o intercambio con otras municipalidades. (Poder Ejecutivo, 2016)

(El subrayado es nuestro)

Sobre el particular, se advierte que si bien el referido dispositivo legal otorga un especial énfasis al proceso de valorización de residuos orgánicos, incluso aquellos de origen domiciliario, también señala expresamente que el producto resultante de este proceso de valorización – *el compost para el caso del proyecto que se propone* – tiene un beneficiario legal preferente, las municipalidades, y en caso existan excedentes, prevé que su destino sea la donación o intercambio con otras municipalidades.

En esa línea, se observa que el residuo generado en mayor cantidad en Arequipa Metropolitana es aquel de naturaleza orgánica; razón por la cual, constituye un área de especial interés para el desarrollo de proyectos que tengan por objeto el tratamiento, reaprovechamiento y valorización de dicho residuo.

Al respecto, si bien podría entenderse que la finalidad de la norma antes citada persigue privilegiar la satisfacción de las necesidades de las municipalidades, en lo que concierne al uso de compost para sus programas de parques y jardines, así como a una reducción de los recursos públicos destinados para la adquisición de dichos productos en el mercado, también debe considerarse el riesgo referido a que la demanda de compost pueda ser ampliamente superada por su producción a partir de residuos

orgánicos municipales, atendiendo a la alta generación de estos residuos en Arequipa Metropolitana.

En tal sentido, la restricción que plantea la norma bajo comentario podría configurar una limitación para el desarrollo de proyectos que comprendan la valorización de residuos orgánicos, en la medida que, una vez que el producto resultante satisfaga la necesidad de las municipalidades y en el caso que ninguna otra entidad pública lo requiera, el excedente debería ser almacenado a costo y riesgo de la municipalidad o de la empresa encargada del proyecto.

Asimismo, teniendo en cuenta los resultados de la evaluación económica del proyecto propuesto, en lo que concierne a la generación de compost a partir de residuos orgánicos municipales, se aprecia que los ingresos por comercialización de dicho producto son considerables y que podrían constituir un factor importante al momento de generar interés en el sector privado que desee invertir en este rubro.

Entonces, podría evaluarse la conveniencia de plantear un escenario en el cual las municipalidades puedan ser beneficiarias del compost producido a partir del tratamiento de sus propios residuos orgánicos, sin que ello suponga una restricción para que este producto también pueda ser comercializado en el mercado; no obstante, sería necesario que, de manera previa, la municipalidad calcule la necesidad real de dicho producto, lo cual debería ser determinado a través de una evaluación técnica (que le otorgue el sustento objetivo) que sea aprobada por el titular de la entidad, para así evitar el almacenamiento innecesario del mismo que, además, supone una menor eficiencia para el desarrollo del proceso de valorización y del proyecto.

De conformidad con lo indicado en los párrafos precedentes, se recomendaría proponer una iniciativa legislativa para modificar el artículo 51 del Decreto Legislativo N° 1278 (Poder Ejecutivo, 2016), a fin de viabilizar la comercialización del compost generado con residuos orgánicos municipales. Para dicho propósito, se podría plantear la siguiente fórmula legal:

Artículo 51.- Valorización de los residuos orgánicos municipales

Las municipalidades deben valorizar, prioritariamente, los residuos orgánicos provenientes del mantenimiento de áreas verdes y mercados municipales, así como, de ser factible, los residuos orgánicos de origen domiciliario.

En caso el proceso de valorización de residuos orgánicos municipales sea desarrollado de acuerdo a lo previsto en el Decreto Legislativo N° 1362, Decreto Legislativo que regula la Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos, y su reglamento, las municipalidades podrán pactar que los programas de parques y jardines sean beneficiarios prioritarios del compost, humus o biochar producido.

(El énfasis corresponde a la modificación propuesta)

8.4.2. Supuestos de Cofinanciamiento

En el desarrollo de la propuesta se ha advertido que el numeral 31.3 del artículo 31 del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1362, aprobado por Decreto Supremo N° 240-2018-EF (Ministerio de Economía y Finanzas, 2018), no contempla la cesión de vehículos como un supuesto excluido del concepto de cofinanciamiento, como se aprecia a continuación:

Artículo 31. Cofinanciamiento

(...)

31.3 No es cofinanciamiento:

1. La cesión en uso, en usufructo o bajo cualquier figura similar, de la infraestructura o inmuebles pre-existentes, siempre que no exista transferencia de propiedad y estén directamente vinculados al proyecto.

(...) (Ministerio de Economía y Finanzas, 2018).

Al respecto, de la revisión de la exposición de motivos del referido Decreto Legislativo, no se ha advertido la existencia de argumentos que justifiquen la exclusión de la cesión de bienes muebles, como los vehículos, de supuestos no considerados como cofinanciamiento.

Asimismo, en el marco del desarrollo del presente trabajo, se ha podido apreciar que, dependiendo de la naturaleza del proyecto de Asociación Público Privada, como en el caso de la gestión de residuos sólidos, lo más probable es que las municipalidades distritales cuenten no solo con infraestructura destinada a dicho fin, sino también con una flota vehicular encargada de los servicios de recolección y transporte de residuos, los mismos que podrían ser utilizados para el desarrollo del proyecto, sin que ello

implique una transferencia de propiedad a favor del concesionario; lo cual constituiría un supuesto equivalente al de cesión de infraestructura pre existente.

Bajo esa perspectiva, atendiendo a las similitudes entre las figuras de cesión de infraestructura pre existente y de bienes muebles, se sugiere considerar la inclusión de esta última como un supuesto no considerado como cofinanciamiento, para lo cual, se propone la siguiente fórmula legal:

Artículo 31. Cofinanciamiento

(...)

31.3 No es cofinanciamiento:

1. La cesión en uso, en usufructo o bajo cualquier figura similar, de bienes muebles, infraestructura o inmuebles pre-existentes, siempre que no exista transferencia de propiedad y estén directamente vinculados al proyecto.

(...).

CAPÍTULO IX. GENERACIÓN DE VALOR PÚBLICO

La gestión pública debe procurar la creación de valor público a través de los diversos servicios que presta a la ciudadanía, entendiendo como tal, la suma de esfuerzos técnicos y políticos para brindar servicios con estándares de calidad y que produzcan impactos positivos, que permitan satisfacer las necesidades públicas.

Siguiendo esa misma línea, el ciudadano constituye el eje principal del desarrollo de las políticas públicas, asumiendo un rol más activo en la participación en asuntos públicos y con mayor capacidad para demandar la atención de sus necesidades, al contar con mayor acceso a información.

Bajo este enfoque, se plantea que los servicios de barrido, recolección, transporte, transferencia y disposición final que, hasta el momento venían prestando las municipalidades distritales que conforman el área Arequipa Metropolitana, sean encargados a un tercero a través de una Asociación Público Privada, teniendo en cuenta que los costos públicos en los que se incurre por la administración directa de los mismos son superiores a los arbitrios recaudados y; por lo tanto, requieren del subsidio de otros ingresos públicos (como el canon y Foncomun); mientras que, los costos privados por la prestación de tales servicios resultan menores, al tratarse de un proyecto autosostenible.

Al respecto, el proyecto de APP que se plantea también contempla el desarrollo del proceso de valorización de residuos sólidos, tanto de residuos orgánicos mediante la elaboración de compost, como de residuos orgánicos a través de reciclaje; siendo que, gracias a los ingresos obtenidos por la comercialización de tales productos, se logra cubrir los costos incurridos en la prestación del servicio de limpieza pública.

Cabe indicar que, el desarrollo del reciclaje y la elaboración de compost son parte de una estrategia que pretende reducir considerablemente los residuos sólidos que son dispuestos en el relleno sanitario; ello con la finalidad de prolongar la vida útil de este último y de disminuir el impacto de la actividad humana en el medio ambiente.

A su vez, mediante este modelo se busca que la flota vehicular destinada a los servicios de gestión de residuos sólidos se encuentre en buenas condiciones (dentro de su periodo de vida útil y con los respectivos servicios de mantenimiento preventivo y correctivo) para el desarrollo de sus labores y que éstas resulten eficientes, puesto que, por ejemplo, en lo que respecta a la recolección, existe una sobreoferta de la capacidad de dicho servicio y aun así no se logra una cobertura al 100% del servicio.

Por otro lado, las municipalidades distritales de Arequipa Metropolitana no cuentan con información sistematizada sobre la prestación de servicios de gestión de residuos sólidos; por lo tanto, esta constituye una valiosa oportunidad para que, a través de la Asociación Público Privada, se pueda construir una base de datos respecto de los servicios que se brindan en cada distrito, permitiendo conocer zonas y rutas críticas, costo de horas/hombre, tasa de generación de residuos, uso de insumos y herramientas, frecuencias, entre otros; siendo a partir de esta mayor información que las propias municipalidades podrán efectuar sus labores de supervisión con mayor rigurosidad.

En adición a ello, también se plantea como un eje principal la inclusión de los recicladores en el modelo de APP. Para dicho propósito se ha considerado la contratación de 500 recicladores para que presten sus servicios en la planta de reciclaje. Con esta medida, se logra brindar mejores condiciones laborales y, en consecuencia, una mejora calidad de vida a los recicladores.

Por último, como resultado de la evaluación económica se observa que el proyecto de APP planteado es viable y sostenible, siendo no solamente rentable para el concesionario, sino también para las municipalidades involucradas, en tanto, al ser un proyecto autosostenible, no demanda recursos del presupuesto público.

CONCLUSIONES

PRIMERA. Las municipalidades que conforman el ámbito de Arequipa Metropolitana no cuentan con bases de datos sobre los servicios de gestión de residuos sólidos que prestan a la ciudadanía; lo cual repercute negativamente en la planificación, evaluación, monitoreo y supervisión de los servicios, generando situaciones de sobreoferta de capacidad de la maquinaria, exceso de personal, entre otras advertidas en el PIGARS.

SEGUNDA. Las principales brechas de la gestión de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana se enfocan en la falta de cobertura de los servicios de barrido, recolección, transporte y transferencia de residuos sólidos. Además, merece especial atención que la infraestructura de disposición final haya sido diseñada y ejecutada conforme a normas técnicas de rellenos sanitarios pero que, hasta la fecha, no cuente con la certificación correspondiente.

TERCERA. El servicio de limpieza pública se brinda en los distritos de Arequipa Metropolitana bajo la modalidad de administración directa, a cargo de cada municipalidad. Sin embargo, la recaudación de arbitrios no es suficiente para cubrir los costos de la prestación del referido servicio, más aún si se tiene en cuenta que la tasa de morosidad en el pago de los mismos es de 50.1%. Por tal razón, a fin de mantener la continuidad del servicio, las municipalidades recurren a otras fuentes de financiamiento, tales como los recursos determinados (Canon, Foncomun, entre otros).

CUARTA. Los costos públicos del servicio de limpieza pública son mayores a los costos privados; por lo tanto, se ha considerado el análisis de la gestión de residuos sólidos bajo el modelo de Asociación Público Privada, tanto en el esquema autosostenible como en el cofinanciado, e incluyendo el proceso de valorización de residuos orgánicos, mediante la elaboración de compost, y de inorgánicos, mediante el reciclaje.

QUINTA. El modelo de Asociación Público Privada que se propone considera como ejes principales: la cobertura de la demanda de limpieza pública, la inclusión de los recicladores y el desarrollo de procesos de reaprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos. Con relación a estos dos últimos, se han contemplado dos acciones específicas: 1) Construcción de una planta de tratamiento para el reciclaje y la elaboración de compost, y, 2) Contratación de 500 recicladores. Mediante estas acciones se busca brindar a los recicladores mayores oportunidades de desarrollo y mejorar sus condiciones de vida, así como reducir los residuos que son destinados a disposición final.

SEXTA. Como resultado de la evaluación económico-financiera del proyecto de Asociación Público Privada, se han obtenido los siguientes resultados: 1) Esquema Autosostenible: VAN económico = S/ 34'185,487.55 y TIR económico= 21.33%; y, 2) Esquema Cofinanciado: VAN económico= S/ 186'679,100.55 y TIR económico= 62.60%. En ambos casos, valores positivos para el VAN y valores superiores a las tasas de descuento empleadas para la TIR; por lo tanto, bajo cualquiera de ambos esquemas, el proyecto resulta viable, rentable y sostenible.

SÉTIMA. El modelo de Asociación Público Privada se ha considerado como el más adecuado para la gestión de residuos sólidos en Arequipa Metropolitana, por cuanto permite satisfacer la demanda del servicio de limpieza pública, integrar a los recicladores en la gestión de residuos y desarrollar procesos de reaprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos. En cuanto al esquema a elegir, se considera que debería optarse por el autosostenible, en tanto los ingresos generados por el propio proyecto logran cubrir los costos de operación y mantenimiento del mismo y no requiere de mayores recursos aportados por las municipalidades.

OCTAVA. En lo que concierne a la viabilidad legal, el modelo de Asociación Público Privada autosostenible requiere superar dos obstáculos. El primero, referido la cesión de vehículos, por cuanto dicha figura no se encuentra prevista como un supuesto no considerado como cofinanciamiento en la normativa que regula las APP, a diferencia de la cesión de infraestructura pre existente, y; el segundo, referido a la comercialización de compost elaborado a partir de residuos orgánicos municipales, por

cuanto dicho supuesto no se encuentra previsto en la normativa que regula la gestión de residuos sólidos. Para ambos propósitos, se ha desarrollado una fórmula legal modificatoria.

NOVENA. Respecto a la constitución de una Mancomunidad Municipal para la gestión de residuos sólidos, cabe destacar la importancia y necesidad de contar con el apoyo y consenso de todas las municipalidades que conforman el ámbito de Arequipa Metropolitana. Para dicho propósito, resulta necesario realizar actividades de sensibilización y coordinación previas, a fin de informar adecuadamente a funcionarios y servidores públicos, así como a la ciudadanía en general, de las ventajas y beneficios que se obtienen con la propuesta de APP y la gestión de residuos a nivel metropolitano, a diferencia del modelo de gestión actual, administrado directamente y de manera individual.

DÉCIMA. La articulación de stakeholders, así como la oportunidad de comercialización de compost y residuos reciclables, son factores que permiten la formulación de una propuesta de Asociación Público Privada Autosostenible para la gestión de residuos sólidos municipales en Arequipa Metropolitana.

RECOMENDACIONES

PRIMERA. Es necesario construir una base de datos con la información de los servicios de gestión de residuos sólidos que prestan todas las municipalidades que conforman el área de Arequipa Metropolitana. Ello contribuirá a contar con información completa, confiable y de calidad para los procesos de toma de decisiones, así como para la formulación de indicadores para la evaluación de los procesos.

SEGUNDA. Actualmente, las municipalidades no desarrollan labores de monitoreo o supervisión respecto del servicio de limpieza pública; por lo tanto, con la concesión del mismo mediante el modelo de Asociación Público Privada propuesto, se recomienda que dichas instancias del gobierno local fortalezcan la planificación y ejecución de las referidas labores, a fin de cautelar el cumplimiento del contrato y los estándares de calidad propios del servicio.

ANEXOS

ANEXO N° 1

Datos Generales

Plazo de concesión (años)	12
--------------------------------------	----

Población (2019)	1,041,180
-------------------------	-----------

Generación de residuos municipales per cápita (kg/hab./día)	0.71
--------------------------------------------------------------------	------

INVERSIÓN EN ACTIVO FIJO

PLANTA DE GENERACIÓN DE COMPOST				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
OBRA CIVIL				
Construcción de planta	Unidad	1	10,307,237.00	10,307,237.00
EQUIPAMIENTO				
Camiones volquete	Unidad	29	282,080.00	8,180,320.00
SUBTOTAL 1				18,487,557.00

FLOTA VEHICULAR PARA PRESTACIÓN DE SERVICIOS				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Barrido de calles				
Vehículo para transporte de personal	Unidad	3	659,000.00	1,977,000.00
Recolección y Transporte de Residuos				
Camión Compactador de 15 m3	Unidad	17	450,000.00	7,650,000.00
Transferencia de Residuos				
Camión Madrina de 60 m3	Unidad	7	850,000.00	5,950,000.00
Supervisión				
Camioneta	Unidad	8	90,000.00	720,000.00
SUBTOTAL 2				16,297,000.00

INVERSIÓN INICIAL EN ACTIVO FIJO (Subtotal 1 + Subtotal 2)	34,784,557.00
-----------------------------------------------------------------------	----------------------

Indicador estimado de vehículos para barrido	45 pasajeros/vehíc. 4 viajes/día
Vehículos	3

Indicador de vehículos para recolección y transporte	29,000 habitantes/vehículo (*)	(compactadora de 14 m3, 2 turnos/día, 4,8 viajes/vehículo/día, 19% de vehículos en reserva, 95% de cobertura del servicio)
Vehículos	36	(*) Incluye recolección del barrido de calles y plazas.

Indicador de vehículos para transferencia	100 a 108 t/vehíc. Programado/día	(vehículo de 60 m3 de capacidad, 2 turnos/día, 2 viajes por turno).	
Vehículos	7	Tonelada de residuos	261,419.99

COSTO DE LOS SERVICIOS

SERVICIO DE BARRIDO DE CALLES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo anual
Mano de obra Directa				12,266,280.00
Barredores	Persona	521	1,620.00	11,816,280.00
Conductor	Persona	12	2,500.00	450,000.00
Materiales				2,793,143.52
Pantalón	Unidad	521	60.00	375,120.00
Camisaco	Unidad	521	70.00	437,640.00
Sombreros	Unidad	521	20.00	125,040.00
Zapato de Seguridad	Par	521	73.40	458,896.80
Chalecos	Unidad	521	46.00	287,592.00
Mascarilla	Unidad	1042	7.80	97,531.20
Guantes de Badana Unisex	Par	1042	9.70	121,288.80
Lentes de Seguridad	Unidad	1042	10.00	125,040.00
Botas de Jebe	Par	521	26.76	167,303.52
Casaca Impermeable	Unidad	521	95.60	597,691.20
Combustible				51,840.00
Combustible (transporte de personal)	Galón	360	12.00	51,840.00
Insumos				105,464.00
Arpillera de polipropileno de 2m x 200	Rollo	50	997.00	49,850.00
Kresso	Galón	540	13.70	7,398.00
Detergente granulado x 800 gr.	Unidad	2400	7.99	19,176.00
Desinfectante Limpiador	Galón	360	19.00	6,840.00
Hipoclorito de sodio al 10%	Galón	1200	14.00	16,800.00

Jabón Germicida Líquido	Galón	200	15.00	3,000.00
Ácido Muriático	Litro	400	6.00	2,400.00
Herramientas e Implementos				684,375.40
Escobas de paja	Unidad	4930	15.79	77,844.70
Conos de seguridad	Unidad	60	35.00	2,100.00
Llantas de Carretilla tipo Buje	Unidad	150	49.70	7,455.00
Bolsas de Polietileno	Unidad	120000	0.35	504,000.00
Esmalte Sintético	Galón	60	50.50	3,030.00
Lampa recta	Unidad	80	58.00	4,640.00
Lampa cuchara	Unidad	80	39.50	3,160.00
Barreta de punta	Unidad	20	55.00	1,100.00
Rastrillo reforzado	Unidad	60	18.00	1,080.00
Rastrillo de mano tipo garra	Unidad	60	14.00	840.00
Hoja de sierra N° 24	Unidad	72	5.50	396.00
Contenedores de 240 litros	Unidad	150	375.33	56,299.50
Recogedores de Metal grande	Unidad	120	18.00	2,160.00
Recogedor de Metal de Mano	Unidad	120	37.00	4,440.00
Espátula de Metal	Unidad	450	6.00	2,700.00
Linterna recargable	Unidad	35	45.00	1,575.00
Luminaria con equipo completo	Unidad	48	9.90	475.20
Arco de sierra N° 24	Unidad	24	35.00	840.00
Trinche	Unidad	48	35.00	1,680.00
Wipe nacional	Kg	300	17.70	5,310.00
Franela	m2	500	6.50	3,250.00
Mantenimiento y Seguros				13,860.00
Seguros	Unidad	3	300.00	900.00
Mantenimiento	Serv.	3	720.00	12,960.00
COSTO TOTAL				15,914,962.92

Costo por km barrido	30.06
-----------------------------	--------------

SERVICIO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Anual
Mano de Obra Directa				10,177,300.00
Conductores	Persona	34	2,500.00	1,190,000.00
Ayudantes	Persona	347	1,850.00	8,987,300.00
Costo de Materiales Directos				184,518.30
Pantalón	Unidad	381	60.00	22,860.00
Camisaco	Unidad	381	70.00	26,670.00
Sombreros	Unidad	381	20.00	7,620.00

Zapato de seguridad	Par	381	73.40	27,965.40
Chalecos	Unidad	381	46.00	17,526.00
Mascarilla	Unidad	762	7.80	5,943.60
Guantes de Badana Unisex	Par	762	9.70	7,391.40
Lentes de seguridad	Unidad	762	10.00	7,620.00
Casaca Impermeable	Unidad	381	95.60	36,423.60
Casco de motociclista	Unidad	381	64.30	24,498.30
Consumo de Combustible				133,920.00
Combustible (recolección de residuos)	Galón	930	12.00	133,920.00
Insumos				116,770.00
Arpillera de polipropileno de 2m x 200	Rollo	100	997.00	99,700.00
Kresso	Galón	240	11.00	2,640.00
Detergente granulado x 850 gr.	Unidad	1500	8.50	12,750.00
Jabón líquido	Galón	120	14.00	1,680.00
Herramientas				48,100.52
Escobas de paja	Unidad	1388	15.79	21,916.52
Conos de seguridad	Unidad	50	35.00	1,750.00
Barreta de punta	Unidad	40	55.00	2,200.00
Rastrillo reforzado	Unidad	80	18.00	1,440.00
Rastrillo de mano	Unidad	80	14.00	1,120.00
Hoja de sierra N° 24	Unidad	140	5.50	770.00
Llave francesa N° 24	Unidad	17	180.00	3,060.00
Juego de llaves mixta boca y corona	Juego	17	120.00	2,040.00
Juego de desarmadores	Juego	17	50.00	850.00
Lima plana 10'	Unidad	34	30.00	1,020.00
Escofina plana 10'	Unidad	34	26.00	884.00
Linterna recargable	Unidad	68	40.00	2,720.00
Arco de Sierra N° 24	Unidad	51	30.00	1,530.00
Trinche	Unidad	170	40.00	6,800.00
Mantenimiento y Seguros				311,100.00
Seguros	Unidad	17	300.00	5,100.00
Mantenimiento Preventivo y Correctivo	Servicio	17	1,500.00	306,000.00
COSTO TOTAL				10,971,708.82

Costo por t recogida y transportada	41.22
--------------------------------------------	--------------

SERVICIO DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS				
Descripción	Unidad	Cant.	Costo Unitario	Costo Anual
Conductores	Persona	14	2,500.00	525,000.00
Operadores	Persona	8	1,850.00	222,000.00

Mantenimiento	Servicio	1	15,800.00	15,800.00
Combustible	Galones	910	12.00	131,040.00
Mantenimiento Preventivo y Correctivo	Servicio	7	820.00	68,880.00
COSTO TOTAL				962,720.00

Costo por t transferida	3.61
--------------------------------	-------------

SERVICIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Anual
Servicio de Disposición Final	Tonelada	64,910.58	7.55	490,074.91
COSTO TOTAL				490,074.91

Costo por t dispuesta	7.55
------------------------------	-------------

VALORIZACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Anual
Operadores	Persona	40	1,635.00	981,000.00
Recicladores	Persona	500	1,635.00	11,445,000.00
Operación de planta	Servicio	1	30,000.00	30,000.00
Uniformes	Unidad	40	300.00	24,000.00
Mantenimiento	Servicio	1	15,000.00	15,000.00
Saco de polipropileno de 1,000 kg	Unidad	400	18.00	7,200.00
Pallets de madera	Unidad	72	54.00	3,888.00
Cepillo para barrido manual	Unidad	32	38.00	1,216.00
Recogedores metálicos	Unidad	16	15.90	254.40
Bolsas de plástico de 240 L	Unidad	15000	0.50	7,500.00
Botiquín	Unidad	10	20.00	200.00
Extintor PQS	Unidad	15	145.00	2,175.00
Extintor CO2	Unidad	15	290.00	4,350.00
Pala	Unidad	24	39.90	957.60
Rastrillo	Unidad	24	26.00	624.00
Machete	Unidad	24	14.90	357.60
Pico	Unidad	24	58.50	1,404.00
Carretilla	Unidad	30	150.00	4,500.00
Costal de rafia de 25 kg	Unidad	30000	0.20	6,000.00
Cosedora de Costal	Unidad	6	380.00	2,280.00
Baldes de plástico	Unidad	32	19.90	636.80
Bolsas de plástico de 75 L	Unidad	12000	0.45	5,400.00
Cargador frontal	Unidad	2	160,720.00	321,440.00

Banda transportadora	Unidad	8	5,220.00	41,760.00
Molino de plástico PET HDPE LDPE PP PVC de 10 HP	Unidad	4	17,944.13	71,776.52
Prensa compactadora vertical	Unidad	1	30,700.00	30,700.00
Carro para transporte de bolsas	Unidad	4	250.00	1,000.00
Mesa para apertura de bolsas	Unidad	20	572.00	11,440.00
Apilador manual	Unidad	4	4,790.00	19,160.00
Balanza de plataforma de 200 kg	Unidad	4	1,316.00	5,264.00
Contenedores plásticos de 240 L	Unidad	32	279.90	8,956.80
Contenedores plásticos de 500 L	Unidad	16	799.00	12,784.00
Contenedores plásticos para rechazo de 1000L	Unidad	24	1,400.00	33,600.00
Malla para zaranda	Unidad	4	300.00	1,200.00
Termómetro digital portátil	Unidad	4	754.00	3,016.00
Medidor de PH portátil	Unidad	4	139.00	556.00
Conductímetro portátil	Unidad	4	522.00	2,088.00
Manguera para riego 3/4 x 100m	Unidad	4	1,000.00	4,000.00
COSTO TOTAL				13,112,684.72

COSTOS ADMINISTRATIVOS

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Gerente General	Persona	1	10,000.00	150,000.00
Gerente Comercial	Persona	1	7,000.00	105,000.00
Gerente de Producción y Servicios	Persona	1	6,000.00	90,000.00
Gerente de Administración y Finanzas	Persona	1	6,000.00	90,000.00
Jefatura de Limpieza Pública	Persona	1	5,000.00	75,000.00
Jefatura de Producción y Reciclaje	Persona	1	5,000.00	75,000.00
Ejecutivos de venta	Personas	5	2,500.00	187,500.00
Especialistas	Persona	25	3,000.00	1,125,000.00
Administrativos	Persona	6	2,000.00	180,000.00
Conductores	Persona	8	2,000.00	192,000.00
Servicios básicos	Servicio	1	4,000	48,000.00
Material de oficina	Servicio	1	1,500	18,000.00
Mantenimiento	Servicio	8	720.00	34,560.00
Combustible	Galón	800	12.00	115,200.00
Alquiler de local	Servicio	1	25,979.00	311,748.00
COSTO TOTAL				2,797,008.00

RESIDUOS APROVECHABLES

RESIDUOS ORGÁNICOS

Precio de mercado del compost	790	S/ por Tn.
-------------------------------	-----	------------

Generación residuos municipales	266,126	Tn./Año
---------------------------------	---------	---------

Composición de los residuos

Materia orgánica	58.74%	156,322	Tn./Año
------------------	--------	---------	---------

Residuos reaprovechables	35%	del total generado
--------------------------	-----	--------------------

Materia orgánica - Compost	54,713	Tn./Año
----------------------------	--------	---------

Venta de Compost	43,223,074.10	soles/año (2020)
------------------	---------------	------------------

RESIDUOS ORGÁNICOS

Composición de residuos

Materia inorgánica reciclable	16.43%	del total generado	=	43,724.43	Tn./Año (2019)
-------------------------------	--------	--------------------	---	-----------	----------------

Tipo de residuos reaprovechables	Composición (en %)	Composición (en tn.)	Precio promedio (por tn.)	Venta de residuos
Papel blanco	7.45%	3,257.47	750	2,443,102.42
Papel periódico	9.47%	4,140.70	240	993,768.80
Papel mixto	11.13%	4,866.53	260	1,265,297.50
Cartón	28.64%	12,522.68	230	2,880,215.52
Vidrio	6.17%	2,697.80	620	1,672,634.27
PET	17.54%	7,669.26	770	5,905,333.80
Plástico duro	5.45%	2,382.98	810	1,930,214.88
FILL	3.09%	1,351.08	820	1,107,889.56
PVC	0.08%	34.98	360	12,592.64
Metales	10.32%	4,512.36	400	1,804,944.39
Otros	0.67%	292.95	490	143,547.30
TOTAL				20,159,541.06

Fuente: Gobierno Regional de Apurímac, 2018. Municipalidad Distrital de Yanahuara, 2017. Municipalidad Distrital de Pachacamac, 2016. Gestión Integral de Calidad Ambiental, 2018. Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a. Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017b. Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017c. CEPIS, 2002. Elaboración propia.

ANEXO N° 2

Inversiones adicionales – Año 4

Indicador de vehículos	29,000 habitantes/ vehículo (*)	(compactadora de 14 m3, 2 turnos/día, 4,8 viajes/vehículo/día, 19% de vehículos en reserva, 95% de cobertura del servicio)	
Vehículos	37	(*) Incluye recolección del barrido de calles y plazas.	
Indicador estimado de vehículos	45 pasajeros/vehíc. 4 viajes/día		
Vehículos	0		
Indicador de vehículos	100 a 108 t/vehíc. Programado/día	(vehículo de 60 m3 de capacidad, 2 turnos/día, 2 viajes por turno).	
Vehículos	8	Tonelada de residuos	275,792.30

INVERSIONES

FLOTA VEHICULAR PARA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS					INVERSIÓN ADICIONAL 1	
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	Cantidad	Costo total
Recolección y Transporte de Residuos						
Camión Compactador de 15 m3	Unidad	37	450,000.00	16,650,000.00	1.00	450,000.00
Vehículo para transporte de personal	Unidad	3	659,000.00	1,977,000.00	0.00	0.00
Transferencia de Residuos						
Camión Madrina de 60 m3	Unidad	8	850,000.00	6,800,000.00	1.00	850,000.00
Supervisión						
Camioneta	Unidad	8	90,000.00	720,000.00	0	0
TOTAL				26,147,000.00	NUEVA INVERSIÓN	1,300,000.00

Fuente: CEPIS, 2002. Anexo N° 1.

Elaboración propia.

ANEXO N° 3

Inversiones adicionales – Año 8

Indicador de vehículos	29,000 habitantes/vehículo (*)	(compactadora de 14 m3, 2 turnos/día, 4,8 viajes/vehículo/día, 19% de vehículos en reserva, 95% de cobertura del servicio)	
Vehículos	40	(*) Incluye recolección del barrido de calles y plazas.	
Indicador estimado de vehículos	45 pasajeros/vehíc. 4 viajes/día		
Vehículos	0		
Indicador de vehículos	100 a 108 t/vehíc. Programado/día	(vehículo de 60 m3 de capacidad, 2 turnos/día, 2 viajes por turno).	
Vehículos	8	Tonelada de residuos	296,191.94

FLOTA VEHICULAR PARA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS					INVERSIONES ADICIONALES (Componente 3)	
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	Cantidad	Costo total
Recolección y Transporte de Residuos						
Camión Compactador de 15 m3	Unidad	40	450,000.00	18,000,000.00	3.00	1,350,000.00
Vehículo para transporte de personal	Unidad	3	659,000.00	1,977,000.00	0.00	0.00
Transferencia de Residuos						
Camión Madrina de 60 m3	Unidad	8	850,000.00	6,800,000.00	0.00	0.00
Supervisión						
Camioneta	Unidad	8	90,000.00	720,000.00	0	0
TOTAL				27,497,000.00	NUEVA INVERSIÓN	1,350,000.00

Fuente: CEPIS, 2002. Anexo N° 1.
Elaboración propia.

ANEXO N° 4

Estimaciones: Población, generación de residuos, costos e ingresos

Crecimiento Demográfico	Año Base	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
Año	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Población	1,004,686	1,022,770	1,041,180	1,059,921	1,079,000	1,098,422	1,118,193	1,138,321	1,158,810	1,179,669	1,200,903	1,222,519	1,244,525	1,266,926

Generación de residuos sólidos per cápita														
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Residuos sólidos generados (tn anuales)	256,798	261,420	266,126	270,916	275,792	280,757	285,810	290,955	296,192	301,523	306,951	312,476	318,101	323,826

COSTOS OPERATIVOS POR LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS														
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Costo por servicio de barrido	-	-	16,233,262	16,557,927	16,889,086	17,226,868	17,571,405	17,922,833	18,281,290	18,646,916	19,019,854	19,400,251	19,788,256	20,184,021
Km barridos	508,756	518,931	529,309	539,896	550,693	561,707	572,941	584,400	596,088	608,010	620,170	632,574	645,225	658,130
Costo por servicio de recolección Y transporte	-	-	11,169,200	11,370,245	11,574,910	11,783,258	11,995,357	12,211,273	12,431,076	12,654,835	12,882,622	13,114,510	13,350,571	13,590,881
Costo por servicio de transferencia	-	-	997,690	1,015,648	1,033,930	1,052,541	1,071,486	1,090,773	1,110,407	1,130,394	1,150,741	1,171,455	1,192,541	1,214,007
Costo por servicio de disposición	-	-	498,896	507,876	517,018	526,324	535,798	545,443	555,261	565,255	575,430	585,788	596,332	607,066
COSTO TOTAL	-	-	28,899,048	29,451,697	30,014,944	30,588,991	31,174,046	31,770,322	32,378,033	32,997,401	33,628,648	34,272,003	34,927,700	35,595,975

COSTO POR OPERACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
COSTO TOTAL-	14,456,735	15,179,572	15,938,550	16,735,478	17,572,252	18,450,864	19,373,407	20,342,078	21,359,182	22,427,141	23,548,498	24,725,923

PROYECCIÓN DE INVERSIONES Y VENTAS

Inversión													
Inversión Inicial		34,784,557											
Inversión Adicional 1					1,300,000								
Inversión Adicional 2									1,350,000				

Ventas anuales	-	-	63,382,615	64,523,502	65,684,925	66,867,254	68,070,865	69,296,140	70,543,471	71,813,253	73,105,892	74,421,798	75,761,390	77,125,095
Compost	-	-	43,223,074	44,001,089	44,793,109	45,599,385	46,420,174	47,255,737	48,106,340	48,972,254	49,853,755	50,751,123	51,664,643	52,594,606
Residuos inorgánicos	-	-	20,159,541	20,522,413	20,891,816	21,267,869	21,650,691	22,040,403	22,437,130	22,840,999	23,252,137	23,670,675	24,096,747	24,530,489
Papel blanco	-	-	2,443,102	2,487,078	2,531,846	2,577,419	2,623,812	2,671,041	2,719,120	2,768,064	2,817,889	2,868,611	2,920,246	2,972,811
Papel periódico	-	-	993,769	1,011,657	1,029,866	1,048,404	1,067,275	1,086,486	1,106,043	1,125,952	1,146,219	1,166,851	1,187,854	1,209,236
Papel mixto	-	-	1,265,297	1,288,073	1,311,258	1,334,861	1,358,888	1,383,348	1,408,249	1,433,597	1,459,402	1,485,671	1,512,413	1,539,637
Cartón	-	-	2,880,216	2,932,059	2,984,836	3,038,564	3,093,258	3,148,936	3,205,617	3,263,318	3,322,058	3,381,855	3,442,728	3,504,698
Vidrio	-	-	1,672,634	1,702,742	1,733,391	1,764,592	1,796,355	1,828,689	1,861,606	1,895,114	1,929,226	1,963,953	1,999,304	2,035,291
PET	-	-	5,905,334	6,011,630	6,119,839	6,229,996	6,342,136	6,456,295	6,572,508	6,690,813	6,811,248	6,933,850	7,058,659	7,185,715
Plástico duro	-	-	1,930,215	1,964,959	2,000,328	2,036,334	2,072,988	2,110,302	2,148,287	2,186,956	2,226,322	2,266,395	2,307,190	2,348,720
FILL	-	-	1,107,890	1,127,832	1,148,133	1,168,799	1,189,837	1,211,254	1,233,057	1,255,252	1,277,847	1,300,848	1,324,263	1,348,100
PVC	-	-	12,593	12,819	13,050	13,285	13,524	13,768	14,015	14,268	14,524	14,786	15,052	15,323

Metales	-	-	1,804,944	1,837,433	1,870,507	1,904,176	1,938,451	1,973,344	2,008,864	2,045,023	2,081,834	2,119,307	2,157,454	2,196,288
Otros	-	-	143,547	146,131	148,762	151,439	154,165	156,940	159,765	162,641	165,568	168,549	171,582	174,671

Fuente: Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017a. Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017b. Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017c. CEPIS, 2002. Anexo N° 1.

Elaboración propia.

ANEXO N° 5

APP Autosostenible – Flujo de Caja Económico y Financiero

FLUJO DE CAJA													
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Concepto/Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ventas anuales	-	63,382,615	64,523,502	65,684,925	66,867,254	68,070,865	69,296,140	70,543,471	71,813,253	73,105,892	74,421,798	75,761,390	77,125,095
TOTAL VENTAS	-	63,382,615	64,523,502	65,684,925	66,867,254	68,070,865	69,296,140	70,543,471	71,813,253	73,105,892	74,421,798	75,761,390	77,125,095
Costos													
Costo por servicios de limpieza pública	-	28,899,048	29,451,697	30,014,944	30,588,991	31,174,046	31,770,322	32,378,033	32,997,401	33,628,648	34,272,003	34,927,700	35,595,975
Costo por operación de planta de tratamiento	-	14,456,735	15,179,572	15,938,550	16,735,478	17,572,252	18,450,864	19,373,407	20,342,078	21,359,182	22,427,141	23,548,498	24,725,923
Gastos administrativos	-	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008
Depreciación de planta-	-	858,936	858,936	858,936	858,936	858,936	858,936	858,936	858,936	858,936	858,936	858,936	858,936
Depreciación vehículos de planta	-	1,636,064	1,636,064	1,636,064	1,636,064	1,636,064	-	-	-	-	-	-	-
Depreciación de flota vehicular	-	3,259,400	3,259,400	3,259,400	3,259,400	3,259,400							
Depreciación de vehículos (Inversión Adicional 1)	-	-	-		260,000	260,000	260,000	260,000	260,000	-	-	-	-
Depreciación de vehículos (Inversión Adicional 2)	-	-	-	-	-	-	-	-	270,000	270,000	270,000	270,000	270,000
TOTAL COSTOS	-	51,907,191	53,182,677	54,504,902	56,135,877	57,557,706	54,137,131	55,667,385	57,525,423	58,913,774	60,625,088	62,402,142	64,247,842
UTILIDAD OPERATIVA	-	11,475,424	11,340,825	11,180,023	10,731,377	10,513,158	15,159,009	14,876,085	14,287,830	14,192,118	13,796,709	13,359,248	12,877,253
Gastos financieros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Participación de trabajadores (10%)	-	1,147,542	1,134,082	1,118,002	1,073,138	1,051,316	1,515,901	1,487,609	1,428,783	1,419,212	1,379,671	1,335,925	1,287,725
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	-	10,327,882	10,206,742	10,062,021	9,658,239	9,461,842	13,643,108	13,388,477	12,859,047	12,772,906	12,417,038	12,023,323	11,589,528

Impuesto a la renta (29.5%)	-	3,046,725	3,010,989	2,968,296	2,849,181	2,791,243	4,024,717	3,949,601	3,793,419	3,768,007	3,663,026	3,546,880	3,418,911
UTILIDAD NETA	-	7,281,157	7,195,753	7,093,725	6,809,059	6,670,599	9,618,391	9,438,876	9,065,628	9,004,899	8,754,012	8,476,443	8,170,617
(+) Depreciación	-	5,754,400	5,754,400	5,754,400	6,014,400	6,014,400	1,118,936	1,118,936	1,388,936	1,128,936	1,128,936	1,128,936	1,128,936
FLUJO DE CAJA POR OPERACIONES	-	13,035,557	12,950,154	12,848,125	12,823,459	12,684,999	10,737,328	10,557,813	10,454,565	10,133,835	9,882,949	9,605,379	9,299,554

FLUJO DE INVERSIONES

Inversiones en Activos Fijos													
Inversión Inicial	34,784,557	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inversión Adicional 1	-	-	-	-	1,300,000	-	-	-	-	-	-	-	-
Inversión Adicional 2	-	-	-	-	-	-	-	-	1,350,000	-	-	-	-
Capital de Trabajo (15,384,263.59)	15,384,264	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

FLUJO DE CAJA DE INVERSIONES	50,168,821	-	-	-	1,300,000	-	-	-	1,350,000	-	-	-	-
-------------------------------------	------------	---	---	---	-----------	---	---	---	-----------	---	---	---	---

FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	50,168,821	13,035,557	12,950,154	12,848,125	11,523,459	12,684,999	10,737,328	10,557,813	9,104,565	10,133,835	9,882,949	9,605,379	9,299,554
--------------------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-----------	------------	-----------	-----------	-----------

VAN	S/ 34,185,487.55
TIR	21.33%

Costo de capital	8.35%
-------------------------	-------

FLUJO FINANCIERO

Servicio de deuda

Inversión en Activo Fijo	34,784,557.00
TEA	6.58%
Plazo en años	12
Amortización anual	1,107,044.83
Tasa impositiva	29.50%

Estructura de capital	Deuda	25.85%
	Capital	74.15%

Préstamo	8,993,146.11
----------	--------------

TABLA DE AMORTIZACIÓN

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Saldo Inicial	8,993,146	8,993,146	8,477,850	7,928,648	7,343,308	6,719,453	6,054,548	5,345,893	4,590,608	3,785,625	2,927,674	2,013,270	1,038,698
Amortización	-	515,296	549,202	585,340	623,855	664,905	708,656	755,285	804,983	857,951	914,404	974,572	1,038,698
Intereses	-	591,749	557,843	521,705	483,190	442,140	398,389	351,760	302,062	249,094	192,641	132,473	68,346
Total cuota	-	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045
Saldo final	-	8,477,850	7,928,648	7,343,308	6,719,453	6,054,548	5,345,893	4,590,608	3,785,625	2,927,674	2,013,270	1,038,698	0

FLUJO DE CAJA FINANCIERO

Flujo de Caja Económico	-	13,035,557	12,950,154	12,848,125	11,523,459	12,684,999	10,737,328	10,557,813	9,104,565	10,133,835	9,882,949	9,605,379	9,299,554
-------------------------	---	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-----------	------------	-----------	-----------	-----------

Servicio de Deuda Neta

Desembolso	8,993,146	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Intereses Netos	-	591,749	557,843	521,705	483,190	442,140	398,389	351,760	302,062	249,094	192,641	132,473	68,346

Flujo de Caja Financiero	-	13,627,306	13,507,996	13,369,830	12,006,649	13,127,139	11,135,717	10,909,572	9,406,627	10,382,929	10,075,589	9,737,853	9,367,900
	41,175,674												

VAN	44,036,475.84
TIR	29.08%

WACC	8.87%
-------------	--------------

Fuente: Anexos N^{os} 1, 2, 3, 4, 7 y 8.
Elaboración propia.

ANEXO N° 6

APP Cofinanciada – Flujo de Caja Económico y Financiero

FLUJO DE CAJA

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Concepto/Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cobro de servicios	-	28,899,048	29,451,697	30,014,944	30,588,991	31,174,046	31,770,322	32,378,033	32,997,401	33,628,648	34,272,003	34,927,700	35,595,975
Ventas anuales	-	63,382,615	64,523,502	65,684,925	66,867,254	68,070,865	69,296,140	70,543,471	71,813,253	73,105,892	74,421,798	75,761,390	77,125,095
TOTAL VENTAS	-	92,281,663	93,975,199	95,699,869	97,456,245	99,244,911	101,066,462	102,921,504	104,810,654	106,734,539	108,693,801	110,689,090	112,721,070
Costos													
Costo por servicios de limpieza pública	-	28,899,048	29,451,697	30,014,944	30,588,991	31,174,046	31,770,322	32,378,033	32,997,401	33,628,648	34,272,003	34,927,700	35,595,975
Costo por operación de planta de tratamiento	-	14,456,735	15,179,572	15,938,550	16,735,478	17,572,252	18,450,864	19,373,407	20,342,078	21,359,182	22,427,141	23,548,498	24,725,923
Gastos administrativos	-	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008	2,797,008
Depreciación de planta	-	858,936	858,936	858,936	858,936	858,936	858,936	858,936	858,936	858,936	858,936	858,936	858,936
Depreciación vehículos de planta	-	1,636,064	1,636,064	1,636,064	1,636,064	1,636,064	-	-	-	-	-	-	-
Depreciación de flota vehicular	-	3,259,400	3,259,400	3,259,400	3,259,400	3,259,400	-	-	-	-	-	-	-
Depreciación de vehículos (Inversión Adicional 1)	-	-	-	-	260,000	260,000	260,000	260,000	260,000	-	-	-	-
Depreciación de vehículos (Inversión Adicional 2)	-	-	-	-	-	-	-	-	270,000	270,000	270,000	270,000	270,000
TOTAL COSTOS	-	51,907,191	53,182,677	54,504,902	56,135,877	57,557,706	54,137,131	55,667,385	57,525,423	58,913,774	60,625,088	62,402,142	64,247,842
UTILIDAD OPERATIVA	-	40,374,472	40,792,522	41,194,967	41,320,368	41,687,204	46,929,331	47,254,119	47,285,231	47,820,766	48,068,712	48,286,948	48,473,228
Gastos financieros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Participación de trabajadores (10%)	-	4,037,447	4,079,252	4,119,497	4,132,037	4,168,720	4,692,933	4,725,412	4,728,523	4,782,077	4,806,871	4,828,695	4,847,323
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	-	36,337,025	36,713,270	37,075,470	37,188,331	37,518,484	42,236,398	42,528,707	42,556,708	43,038,689	43,261,841	43,458,253	43,625,905
Impuesto a la renta (29.5%)	-	10,719,422	10,830,415	10,937,264	10,970,558	11,067,953	12,459,737	12,545,969	12,554,229	12,696,413	12,762,243	12,820,185	12,869,642
UTILIDAD NETA	-	25,617,602	25,882,855	26,138,206	26,217,773	26,450,531	29,776,661	29,982,738	30,002,479	30,342,276	30,499,598	30,638,068	30,756,263
(+) Depreciación	-	5,754,400	5,754,400	5,754,400	6,014,400	6,014,400	1,118,936	1,118,936	1,388,936	1,128,936	1,128,936	1,128,936	1,128,936
FLUJO DE CAJA POR OPERACIONES	-	31,372,003	31,637,256	31,892,607	32,232,174	32,464,932	30,895,597	31,101,675	31,391,415	31,471,212	31,628,534	31,767,005	31,885,200

FLUJO DE INVERSIONES

Inversiones en Activos Fijos													
Inversión Inicial	34,784,557	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inversión Adicional 1	-	-	-	-	1,300,000	-	-	-	-	-	-	-	-
Inversión Adicional 2	-	-	-	-	-	-	-	-	1,350,000	-	-	-	-
Capital de Trabajo (15,384,263.59)	15,384,263.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

FLUJO DE CAJA DE INVERSIONES	50,168,821	-	-	-	1,300,000	-	-	-	1,350,000	-	-	-	-
-------------------------------------	------------	---	---	---	-----------	---	---	---	-----------	---	---	---	---

FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	50,168,821	31,372,003	31,637,256	31,892,607	30,932,174	32,464,932	30,895,597	31,101,675	30,041,415	31,471,212	31,628,534	31,767,005	31,885,200
--------------------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

VAN	S/ 186,679,100.55
TIR	62.60%

Tasa Social de Descuento	8.00%
---------------------------------	-------

FLUJO FINANCIERO

Servicio de deuda

Inversión en Activo Fijo	34,784,557.00
TEA	6.58%
Plazo en años	12
Amortización anual	1,107,044.83
Tasa impositiva	29.50%

Estructura de capital	Deuda	25.85%
	Capital	74.15%

Préstamo	8,993,146.11
----------	--------------

TABLA DE AMORTIZACIÓN

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Saldo Inicial	8,993,146	8,993,146	8,477,850	7,928,648	7,343,308	6,719,453	6,054,548	5,345,893	4,590,608	3,785,625	2,927,674	2,013,270	1,038,698
Amortización	-	515,296	549,202	585,340	623,855	664,905	708,656	755,285	804,983	857,951	914,404	974,572	1,038,698
Intereses	-	591,749	557,843	521,705	483,190	442,140	398,389	351,760	302,062	249,094	192,641	132,473	68,346
Total cuota	-	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045	1,107,045
Saldo final	-	8,477,850	7,928,648	7,343,308	6,719,453	6,054,548	5,345,893	4,590,608	3,785,625	2,927,674	2,013,270	1,038,698	0

FLUJO DE CAJA FINANCIERO

Flujo de Caja Económico	-	50,168,821	31,372,003	31,637,256	31,892,607	30,932,174	32,464,932	30,895,597	31,101,675	30,041,415	31,471,212	31,628,534	31,767,005	31,885,200
-------------------------	---	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Servicio de Deuda Neta

Desembolso	8,993,146	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Intereses Netos	0	417,183	393,278	367,802	340,648	311,708	280,864	247,990	212,953	175,611	135,811	93,393	48,184	

Flujo de Caja Financiero	41,175,674	-	31,789,186	32,030,535	32,260,409	31,272,822	32,776,640	31,176,462	31,349,665	30,254,369	31,646,823	31,764,346	31,860,398	31,933,384
--------------------------	------------	---	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

VAN	187,403,505.40
TIR	77.35%

WACC	8.87%
------	-------

Fuente: Anexos N^{os} 1, 2, 3, 4, 7 y 8.
Elaboración propia.

ANEXO N° 7
Datos para el cálculo del WACC

Date updated:	5-Ene-18	
Created by:	Aswath Damodaran, adamodar@stern.nyu.edu	
What is this data?	Cost of equity and capital (updateable)	US companies
Home Page:	http://www.damodaran.com	
Data website:	http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/data.html	
Companies in each industry:	http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/indname.xls	
Variable definitions:	http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/variable.htm	

To update this spreadsheet, enter the following

Long Term Treasury bond rate =	2.41%
Risk Premium to Use for Equity =	5.08%
Global Default Spread to add to cost of debt =	0.00%
Do you want to use the marginal tax rate for cost of debt?	Yes
If yes, enter the marginal tax rate to use	24%

Cost of Debt Lookup Table (based on std dev in stock prices)

	Standard Deviation		Basis Spread
	0	0.25	0.70%
	0.25	0.4	1.20%
Yes	0.4	0.65	1.50%
24%	0.65	0.75	2.25%
	0.75	0.9	4.50%
	0.9	1	5.75%
	1	10	7.00%

These costs of capital are in US\$. To convert to a different currency, please enter

Expected inflation rate in local currency =	6.00%
Expected inflation rate in US \$ =	1.90%

Industry Name	Number of Firms	Beta	Cost of Equity	E/(D+E)	Std Dev in Stock	Cost of Debt	Tax Rate	After-tax Cost of Debt	D/(D+E)	Cost of Capital	Cost of Capital (Local Currency)
Environmental & Waste Services	87	0.88	6.87%	74.15%	65.74%	4.66%	4.45%	3.54%	25.85%	6.01%	10.27%

Fuente: Damodaran, 2018.

ANEXO N° 8

Datos para el cálculo del riesgo país

Tasas de interés: EMBIG (variación en pbs) - Spread - EMBIG Perú (pbs)

16Ago16	163
17Ago16	163
18Ago16	163
19Ago16	160
22Ago16	164
23Ago16	163
24Ago16	161
25Ago16	161
26Ago16	156
29Ago16	161
30Ago16	162
31Ago16	162
01Set16	165
02Set16	160
05Set16	n.d.
06Set16	164
07Set16	158
08Set16	151
09Set16	159
12Set16	160
13Set16	156
14Set16	164
15Set16	169
16Set16	175
19Set16	173
20Set16	169
21Set16	160
22Set16	154
23Set16	157
26Set16	166
27Set16	168
28Set16	159
29Set16	158
30Set16	154
03Oct16	152
04Oct16	148
05Oct16	146

Promedio 148.073852
 En % 1.48% Riesgo país

Riesgo país	1.48%
-------------	-------

06Oct16	146
07Oct16	145
10Oct16	n.d.
11Oct16	146
12Oct16	143
13Oct16	145
14Oct16	144
17Oct16	146
18Oct16	147
19Oct16	145
20Oct16	144
21Oct16	146
24Oct16	144
25Oct16	148
26Oct16	147
27Oct16	147
28Oct16	148
31Oct16	155
01Nov16	161
02Nov16	165
03Nov16	161
04Nov16	165
07Nov16	157
08Nov16	153
09Nov16	151
10Nov16	163
11Nov16	n.d.
14Nov16	182
15Nov16	162
16Nov16	171
17Nov16	170
18Nov16	168
21Nov16	171
22Nov16	173
23Nov16	176
24Nov16	n.d.
25Nov16	176
28Nov16	177
29Nov16	178
30Nov16	173
01Dic16	172

02Dic16	174
05Dic16	173
06Dic16	169
07Dic16	166
08Dic16	163
09Dic16	159
12Dic16	164
13Dic16	164
14Dic16	161
15Dic16	161
16Dic16	159
19Dic16	164
20Dic16	161
21Dic16	162
22Dic16	163
23Dic16	163
26Dic16	n.d.
27Dic16	160
28Dic16	165
29Dic16	168
30Dic16	170
02Ene17	n.d.
03Ene17	171
04Ene17	167
05Ene17	164
06Ene17	160
09Ene17	163
10Ene17	162
11Ene17	161
12Ene17	156
13Ene17	151
16Ene17	n.d.
17Ene17	152
18Ene17	148
19Ene17	151
20Ene17	152
23Ene17	157
24Ene17	154
25Ene17	151
26Ene17	156
27Ene17	155
30Ene17	156

31Ene17	159
01Feb17	154
02Feb17	152
03Feb17	148
06Feb17	152
07Feb17	155
08Feb17	157
09Feb17	149
10Feb17	148
13Feb17	146
14Feb17	147
15Feb17	148
16Feb17	154
17Feb17	155
20Feb17	n.d.
21Feb17	154
22Feb17	154
23Feb17	155
24Feb17	158
27Feb17	152
28Feb17	152
01Mar17	144
02Mar17	143
03Mar17	143
06Mar17	141
07Mar17	139
08Mar17	141
09Mar17	143
10Mar17	141
13Mar17	141
14Mar17	143
15Mar17	140
16Mar17	135
17Mar17	136
20Mar17	138
21Mar17	141
22Mar17	144
23Mar17	142
24Mar17	141
27Mar17	142
26May17	140

29Mar17	142
30Mar17	140
31Mar17	146
03Abr17	149
04Abr17	146
05Abr17	147
06Abr17	148
07Abr17	146
10Abr17	146
11Abr17	152
12Abr17	150
13Abr17	154
14Abr17	n.d.
17Abr17	153
18Abr17	159
19Abr17	155
20Abr17	154
21Abr17	153
24Abr17	146
25Abr17	143
26Abr17	144
27Abr17	145
28Abr17	144
01May17	141
02May17	143
03May17	140
04May17	140
05May17	141
08May17	138
09May17	138
10May17	136
11May17	135
12May17	139
15May17	139
16May17	139
17May17	147
18May17	148
19May17	147
22May17	147
23May17	141
24May17	137
25Jul17	139

29May17	n.d.
30May17	144
31May17	145
01Jun17	144
02Jun17	144
05Jun17	139
06Jun17	139
07Jun17	136
08Jun17	137
09Jun17	137
12Jun17	137
13Jun17	136
14Jun17	142
15Jun17	143
16Jun17	145
19Jun17	142
20Jun17	148
21Jun17	150
22Jun17	151
23Jun17	151
26Jun17	150
27Jun17	146
28Jun17	146
29Jun17	149
30Jun17	145
03Jul17	142
04Jul17	n.d.
05Jul17	143
06Jul17	145
07Jul17	144
10Jul17	143
11Jul17	143
12Jul17	144
13Jul17	141
14Jul17	142
17Jul17	142
18Jul17	142
19Jul17	141
20Jul17	141
21Jul17	142
24Jul17	141
21Set17	144

26Jul17	138
27Jul17	135
28Jul17	138
31Jul17	152
01Ago17	152
02Ago17	152
03Ago17	153
04Ago17	150
07Ago17	151
08Ago17	149
09Ago17	154
10Ago17	160
11Ago17	161
14Ago17	156
15Ago17	153
16Ago17	156
17Ago17	160
18Ago17	160
21Ago17	161
22Ago17	158
23Ago17	161
24Ago17	156
25Ago17	155
28Ago17	155
29Ago17	155
30Ago17	153
31Ago17	153
01Set17	149
04Set17	n.d.
05Set17	153
06Set17	151
07Set17	150
08Set17	150
11Set17	144
12Set17	143
13Set17	139
14Set17	140
15Set17	141
18Set17	139
19Set17	139
20Set17	139
20Nov17	140

22Set17	143
25Set17	146
26Set17	145
27Set17	143
28Set17	142
29Set17	140
02Oct17	140
03Oct17	140
04Oct17	140
05Oct17	140
06Oct17	140
09Oct17	n.d.
10Oct17	142
11Oct17	142
12Oct17	143
13Oct17	146
16Oct17	143
17Oct17	144
18Oct17	140
19Oct17	141
20Oct17	138
23Oct17	137
24Oct17	135
25Oct17	136
26Oct17	135
27Oct17	136
30Oct17	138
31Oct17	136
01Nov17	137
02Nov17	138
03Nov17	140
06Nov17	141
07Nov17	142
08Nov17	141
09Nov17	141
10Nov17	137
13Nov17	137
14Nov17	139
15Nov17	144
16Nov17	140
17Nov17	140
17Ene18	122

21Nov17	140
22Nov17	140
23Nov17	n.d.
24Nov17	139
27Nov17	137
28Nov17	135
29Nov17	134
30Nov17	133
01Dic17	137
04Dic17	135
05Dic17	138
06Dic17	139
07Dic17	137
08Dic17	135
11Dic17	136
12Dic17	135
13Dic17	137
14Dic17	138
15Dic17	144
18Dic17	140
19Dic17	135
20Dic17	132
21Dic17	135
22Dic17	131
25Dic17	n.d.
26Dic17	132
27Dic17	136
28Dic17	135
29Dic17	136
01Ene18	n.d.
02Ene18	132
03Ene18	131
04Ene18	129
05Ene18	125
08Ene18	123
09Ene18	118
10Ene18	121
11Ene18	122
12Ene18	121
15Ene18	n.d.
16Ene18	121
16Mar18	146

18Ene18	119
19Ene18	120
22Ene18	118
23Ene18	120
24Ene18	120
25Ene18	122
26Ene18	119
29Ene18	119
30Ene18	120
31Ene18	119
01Feb18	119
02Feb18	119
05Feb18	131
06Feb18	126
07Feb18	119
08Feb18	126
09Feb18	138
12Feb18	137
13Feb18	142
14Feb18	142
15Feb18	136
16Feb18	133
19Feb18	n.d.
20Feb18	134
21Feb18	133
22Feb18	136
23Feb18	137
26Feb18	134
27Feb18	131
28Feb18	137
01Mar18	146
02Mar18	143
05Mar18	139
06Mar18	138
07Mar18	139
08Mar18	142
09Mar18	139
12Mar18	140
13Mar18	143
14Mar18	146
15Mar18	147
15May18	151

19Mar18	150
20Mar18	149
21Mar18	147
22Mar18	151
23Mar18	156
26Mar18	153
27Mar18	154
28Mar18	155
29Mar18	156
30Mar18	n.d.
02Abr18	155
03Abr18	149
04Abr18	147
05Abr18	142
06Abr18	146
09Abr18	147
10Abr18	147
11Abr18	146
12Abr18	143
13Abr18	143
16Abr18	143
17Abr18	145
18Abr18	141
19Abr18	143
20Abr18	141
23Abr18	141
24Abr18	141
25Abr18	142
26Abr18	146
27Abr18	150
30Abr18	152
01May18	152
02May18	158
03May18	163
04May18	158
07May18	157
08May18	161
09May18	158
10May18	151
11May18	151
14May18	150
10Jul18	149

16May18	149
17May18	152
18May18	160
21May18	160
22May18	155
23May18	157
24May18	157
25May18	160
28May18	n.d.
29May18	173
30May18	166
31May18	168
01Jun18	162
04Jun18	157
05Jun18	159
06Jun18	158
07Jun18	163
08Jun18	164
11Jun18	163
12Jun18	164
13Jun18	161
14Jun18	164
15Jun18	163
18Jun18	164
19Jun18	168
20Jun18	164
21Jun18	164
22Jun18	162
25Jun18	164
26Jun18	163
27Jun18	169
28Jun18	n.d.
29Jun18	n.d.
02Jul18	166
03Jul18	166
04Jul18	n.d.
05Jul18	164
06Jul18	161
09Jul18	153

11Jul18	154
12Jul18	152
13Jul18	151
16Jul18	149
17Jul18	148
18Jul18	145
19Jul18	150
20Jul18	147
23Jul18	146
24Jul18	147
25Jul18	145
26Jul18	139
27Jul18	140
30Jul18	140
31Jul18	143
01Ago18	141
02Ago18	143
03Ago18	143
06Ago18	145
07Ago18	143
08Ago18	147
09Ago18	150
10Ago18	158
13Ago18	157
14Ago18	153
15Ago18	157
16Ago18	154
17Ago18	152

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú, 2018.

ANEXO N° 9

Hoja de cálculo para determinar área de planta de compost

CÁLCULO DEL ÁREA PARA COMPOSTAJE				
DISEÑO DE CASETAS PARA COMPOSTERAS				FORMULA
1	DATOS DE DISEÑO	UNIDAD	CANTIDAD	
A	Residuos Orgánicos Recepcionados Aprovechables	ton/día	428.28	
B	Densidad de los Residuos Orgánicos	ton/m ³	0.5	
2	DISEÑO DE COMPOSTERAS	UNIDAD	CANTIDAD	
a	Volumen de Residuos Orgánicos Aprovechables	m ³ /día	856.56	(A/B)
B	Porcentaje del Volumen Neto Aprovechable	%	60.00	
c	Volumen Neto Aprovechable	kg/día	256968.00	(a x b x B x 1000 / 100)
D	Volumen de la Materia Orgánica	m ³ /día	513.94	(a X b / 100)
e	Tiempo de Compostificación	días	90.00	
F	Número de Volteos	adimensional	2.00	
G	Volumen Total en Procesamiento Constante	m ³	92508.48	(d x e x f)
H	Porcentaje de Materia Neta de Compost	%	60.00	
i	Producción Neta de Compost	kg/día	154180.80	(c x h / 100)
	Método Propuesto	Compostificación en rumas e hilera, en medio húmedo aeróbico		
	Húmedad	45% - 55%		
	pH	neutro		
	Dimensionamiento:	Método Práctico		
j	Altura de la Ruma	m	1.50	
K	Area Neta Requerida	m ²	61,672.32	(g / j)
	Pre-Dimensionamiento del Módulo			

	Considerando un Sección Rectangular			
l	Ancho	m	3.00	
M	Largo	m	20,557.44	(k / l)
	Espacios Libres			
N	Largo	m	2.00	
O	Ancho	m	2.00	
	Dimensionamiento del Módulo			
P	Largo	m	20,559.44	(m + n)
Q	Ancho	m	5.00	(l + o)
R	Area Total	m ²	102,797.20	(p x q)
	Por lo tanto			
S	Largo	m	20,559.44	
t	Ancho	m	5.00	
U	Area Total	m ²	102,797.20	(s x t)

opcional	Área requerida	102,797.20
	Area Administrativa	20559.44
	Area Total	123,356.64

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2018b.

ANEXO N° 10

Entrevista realizada a: Luis Montoya Centi,
Colaborador del Departamento de Limpieza Pública
Gerencia de Servicios al Ciudadano
Municipalidad Provincial de Arequipa

Fecha: 6 de noviembre de 2018 (vía correo electrónico).

Con relación a la limpieza pública y recolección de residuos sólidos

1. ¿Se cuenta con información sobre la cantidad de personas, equipos y unidades vehiculares encargados de la limpieza pública y recolección de residuos sólidos en el área de Arequipa Metropolitana?

De acuerdo a la información del Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos de Arequipa 2017-2028, se cuenta con 606 personas en barrido, 157 conductores y 293 ayudantes.

Con relación a los vehículos, el PIGARS no establece una cantidad, pero se cuenta con esa información a partir del registro de la zona de disposición final; sin embargo, cabe tener en cuenta que no todos los camiones recolectores llegan hasta dicha infraestructura, en tanto algunos realizan trasbordos y/o transferencias. La cantidad de camiones compactadores que se tiene reportada y su distribución es como se aprecia en la siguiente relación:

Gobierno Local	Cant. Vehículos
• M. P. Arequipa	11
• M.D. Alto Selva Alegre	8
• M.D. Cayma	6
• M.D. Cerro Colorado	20
• M.D. Characato	1
• M.D. Chiguata (Rural)	1
• M.D. Jacobo Hunter	6
• M.D. José L. Bustamante y R.	11
• M.D. La Joya (Rural)	2
• M.D. Mariano Melgar	7
• M.D. Miraflores	7
• M.D. Mollebaya (Rural)	1
• M.D. Paucarpata	4
• M.D. Sabandia	2
• M.D. Sachaca	6
• M.D. San Juan de Tarucani (Rural)	1
• M.D. Socabaya	6
• M.D. Tiabaya	4
• M.D. Uchumayo	2

• M.D. Yanahuara	8
• M.D. Yarabamba (Rural)	1
• M.D. Yura	2
TOTAL	117

2. *¿Se tiene información respecto a la antigüedad de la flota de vehículos destinados a la recolección de residuos? ¿Se ha identificado la cantidad de vehículos nuevos que se requeriría para optimizar la prestación de este servicio en Arequipa Metropolitana (tanto para reemplazar los vehículos más antiguos como para ampliar la cobertura del servicio)?*

Recientemente, varias municipalidades han adquirido nuevos vehículos, pero muchos ya han superado el promedio de su vida útil; empero, no se cuenta con un estudio integral, a nivel metropolitano o urbano. Cada Gobierno Local realiza su propia actividad de limpieza pública.

3. *¿Se cuenta con información sobre las rutas y las distancias (aproximadas) que recorren el personal de limpieza pública y la flota de vehículos encargada de la recolección de residuos sólidos?*

No se cuenta con información sobre las rutas de los Gobiernos Locales. La Municipalidad Provincial de Arequipa tiene 16 rutas inter diarias en urbanizaciones por la mañana, 06 rutas diarias en el Centro Histórico tarde (3) y noche (3). Aproximadamente se recorren entre 45 a 75 Km. Diarios, dependiendo de la ruta y el lugar de disposición final. (Planta de Transferencia – Relleno Sanitario)

4. *¿La planta de transferencia de residuos ubicada en el distrito de Cerro Colorado es operada por la Municipalidad Provincial o por un tercero?*

Por la Municipalidad Provincial de Arequipa.

5. *¿Existe algún costo para el proceso de transferencia y posterior transporte a la infraestructura de disposición final?*

No se ha establecido una estructura de costos, ya que no hay interés de los gobiernos locales por transferir los desechos, esto debido a que no se quiere asumir los costos de operación.

Con relación a la disposición final de residuos sólidos

6. *¿La infraestructura de disposición final de residuos sólidos existente en la zona de Quebrada Honda es considerada un relleno sanitario?*

El diseño y construcción de la infraestructura tiene como base las normas técnicas de un relleno sanitario; sin embargo, por situaciones ajenas a la Municipalidad Provincial de Arequipa, no se ha podido obtener la certificación como relleno.

7. *De ser negativa la respuesta, ¿Qué requisitos, condiciones o características requeriría para ser considerada relleno sanitario?*

Estamos en proceso para ser incluidos en el programa de reconversión.

8. *¿Bajo qué esquema de inversión fue ejecutada la referida infraestructura?*

Fue ejecutada con el aporte voluntario de la mina Cerro Verde.

9. *¿Para cuántos años está proyectado el funcionamiento de la infraestructura existente en la zona de Quebrada Honda?*

Para 10 años, de los cuales ya pasaron 4 años, quedando aproximadamente 6 años de vida útil.

10. *¿Existen proyectos en desarrollo respecto de la disposición final de residuos sólidos en la provincia de Arequipa? ¿Cuáles son sus alcances y en qué estado se encuentran?*

El Ministerio del Ambiente viene desarrollando un proyecto integral con la KfW Alemana.

11. *Además de la zona de Quebrada Honda, ¿existe otra posible ubicación para una infraestructura de disposición final de residuos sólidos en la provincia de Arequipa?*

La KfW, mediante la consultora contratada ha establecido la ampliación de Quebrada Honda, pese a los problemas de población cercana como la única alternativa para ubicar un relleno sanitario.

12. *En las condiciones actuales, ¿Qué se necesita para optimizar la disposición final de residuos sólidos de la provincia de Arequipa?*

Contar con una planta de TMB, para reducir la cantidad de residuos que se disponen diariamente.

ANEXO N° 11

Entrevista realizada a: Eduardo De la torre Jave
Coordinador Técnico Nacional
“ONG – Ciudad Saludable”

Fecha: 28 de noviembre de 2018

1. *¿Cuáles considera que son las áreas o procesos críticos en la gestión de residuos sólidos en el ámbito urbano de Arequipa?*

Considero que el proceso más difícil en la gestión de residuos sólidos en el Perú, así como en Arequipa es la sensibilización del sector poblacional dentro del alcance de la gestión (barrios, distrito o inter distrital), eso es por el lado de la generación del residuo para poder planificar (tipo de vehículos a usar para el recojo, horarios, cantidad de personas/recicladores), así como del sector de recicladores (me refiero al reciclador de lo inorgánico), porque hay que ir a convencerlos in situ (al botadero y con gente capacitada) y no invitarlo directamente a recintos o ambientes municipales; que de otra manera de trabajar se puede conseguir una mejor calidad de vida, que es lo que buscamos (mejor condición en la salud al estar menor expuestos a enfermedades aeróbicas, etc.), planificación de su tiempo, etc.

2. *¿Actualmente, existen iniciativas para la segregación de residuos en la fuente en el ámbito urbano de Arequipa? ¿Cuáles son y cuáles podría identificar como sus principales fortalezas y debilidades?*

Hay recicladores organizados en asociaciones para lo que se refiere a residuos inorgánicos. Respecto a iniciativas, existen tres niveles:

- El primer nivel. Es el que recoge en un solo saco lo reciclado por el poblador y lo lleva a un centro de acopio. Allí lo segrega en: plástico, cartón, vidrio, etc. Una vez separado por grupos, lo comercializa al intermediario.
- El segundo nivel. Son aquellas personas que compran los residuos a los miembros del primer nivel y comercializan los mismos. Buscan puntos de recojo específicos (bodegas, por los plásticos). Manejan más cantidades y son los que determinan el

precio del residuo (reciclado) y especulan o lo manejan. Por ejemplo: En verano baja el precio del plástico por la alta oferta; entonces, lo almacenan para después venderlo, al del tercer nivel.

- El tercer nivel. Adquiere los residuos del segundo nivel, en grandes cantidades, para luego mediante máquinas estacionarias compactar el residuo por tipo, para finalmente venderlo a las empresas que emplean lo reciclable en su proceso productivo.

Las fortalezas, es que las empresas privadas les abren las puertas a los recicladores cuando están organizados, a pesar de que pueden vender los residuos, y como no es el *core* de su negocio, prefieren donarlo a los recicladores formales, y esta asociación a cambio le entrega una constancia, que indica la cantidad donada, así como los indicadores de impacto conseguido por la acción; es decir, con determinada cantidad de residuo donado, se evita cortar 60 árboles, etc. Asimismo, pueden gozar de financiamiento. Cabe señalar que el gasto para formalizar una asociación es aproximadamente de S/ 1,000.00 soles.

3. *¿Se han desarrollado iniciativas de recolección selectiva en el ámbito urbano de Arequipa? ¿Cuáles considera como sus principales factores de éxito?*

No recuerdo si se han presentado en el caso de Arequipa; sin embargo, conozco de la experiencia con la empresa SIMBA, que destina el residuo orgánico para alimentar a cerdos y, posteriormente, los comercializa. Ahí participamos con la sensibilización.

También recuerdo un caso en Cajamarca, aproximadamente en el 2009. En ese caso elegimos puntos de recolección. Fue una buena experiencia, pero le faltó continuidad en el marco de una transición edil.

A partir de estas experiencias, el factor de éxito estaría en buscar la integración, la sinergia es clave, así como la constancia.

4. *¿Qué ventajas tendría contar con una base de datos con la información sobre la prestación de servicios de limpieza pública?*

Ayudaría a tener un mejor control de las personas que participan, es decir, los recicladores. Con dicha información se podría efectuar una planificación que considere

zonificación, horarios, personas y toma de decisiones, incluso conocer las características de los recicladores y el comportamiento de la población, a fin de mejorar el servicio.

5. ***Con base en la pregunta anterior, ¿Cuál sería el impacto de contar con mayor información sobre dichos servicios para el desarrollo de las actividades de monitoreo y supervisión a cargo de las municipalidades?***

Maximizaría el alcance del servicio, a través de una mayor cantidad de recojo de residuos, más limpieza, generar menos gasto y tiempo.

6. ***¿Considera que sería más ventajoso que la planificación y prestación de servicios de limpieza pública se efectuara respecto de todo el ámbito urbano de Arequipa, en vez de que se haga por cada distrito?***

Como mencione, ello respondería al efecto de la sensibilización y llegar a ese punto es complicada. Empero, se sugiere iniciar por sectores, distritos y luego integrarlas entre sí, para evaluar si se consigue el resultado deseado.

7. ***¿Cuáles considera que deberían ser los principales aspectos a considerar si se plantea la prestación de servicios de limpieza pública mediante una Asociación Público Privada que comprenda los distritos del ámbito urbano de Arequipa?***

Lo económico, social y ambiental. Buscaría eso en una propuesta. Promover a través de la sinergia y coordinaciones, más allá de una economía lineal, una economía circular.

Si la propuesta tiene como eje la elaboración de compost, debería considerar puntos de recojo, zonas como mercados, centros comerciales, plantas industriales, florerías, grandes restaurantes, y luego, la población.

ANEXO N° 12

Entrevista realizada a: Teodoro Saico Saico
Representante de una Asociación de Intermediarios

Fecha: 23 de marzo de 2019

1. *¿Cuántas personas conforman su asociación y en qué consisten sus actividades?*

Nuestra asociación se encuentra en trámite de formalización y se encuentra conformada por 6 personas. Nos dedicamos a la comercialización de residuos reciclables. Nosotros contamos con varios clientes que nos proporcionan los residuos, entre ellos, los recicladores informales, las empresas mineras y los trabajadores municipales. Ellos traen directamente los residuos al centro de acopio o nosotros vamos a sus instalaciones y recogemos los residuos con nuestros camiones. Posteriormente, comercializamos los residuos con otras empresas más grandes, principalmente en Lima.

2. *¿Cuál es la rentabilidad del negocio de intermediación?*

La intermediación es rentable en la medida que cuentas con residuos sólidos. Actualmente, cuento con dos centros de acopio y también con dos vehículos. Todo ello, gracias a la comercialización de residuos sólidos.

3. *¿Cómo cree que podría afectarle una concesión de la gestión de residuos sólidos que también comprenda el reaprovechamiento de residuos?*

Ello generaría más conflictos sociales, debido a que esta actividad constituye su único sustento. Además, los ingresos que nos genera son inmediatos, a diferencia de otros trabajos. En cambio, de otorgarse la concesión, los intermediarios quedaríamos fuera de mercado, perderíamos todo lo que hemos conseguido con tanto esfuerzo.

4. *Con base en la pregunta anterior, ¿Cuál sería la alternativa de solución más adecuada para ustedes?*

Necesitamos que las municipalidades nos dejen trabajar, mediante el reconocimiento y formalización de nuestras asociaciones. De esta manera, se puede impulsar el desarrollo de nuestras empresas y promover la competitividad, generando mayores ingresos y puestos de trabajo. Además, que la municipalidad nos apoye en la obtención de una prensadora y nos brinde capacitaciones.

ANEXO N° 13

Entrevista realizada a: Cedio Flores
Representante de Recicladores Informales

Fecha: 23 de marzo de 2019

1. *¿Cuántas personas conforman su organización y cómo desempeñan sus actividades?*

Actualmente, trabajamos entre 80 a 100 personas, en algunos casos, se tratan de familias enteras. Trabajamos en distintos horarios: mañana, tarde y noche, dependiendo de la disponibilidad de los recicladores. Con relación a nuestras actividades, tenemos prohibido el ingreso al relleno sanitario de Quebrada Honda desde que inició la operación de una empresa colombiana; por lo tanto, tenemos que arriesgar nuestras vidas. Nosotros no estamos asociados, pero recibimos capacitaciones por ONG.

2. *¿Cuáles son sus ingresos mensuales aproximados?*

Nuestros ingresos son diarios y están relacionados a la cantidad y calidad de residuos. En promedio, podemos obtener mensualmente entre S/ 800 a S/ 1 200, y en épocas bajas, ingresos menores a S/ 800.

3. *¿Cuáles son los principales problemas que enfrentan para el desarrollo de sus actividades?*

Nuestro principal problema es el acceso al relleno sanitario. Nosotros pedimos a las autoridades municipales que nos permitan ingresar de manera ordenada. Ahora, nosotros venimos realizando nuestras actividades en condiciones inhumanas, ingresamos como ladrones, escondiéndonos de las personas que administran el relleno, con el riesgo que nos pase algo.

Por otra parte, somos las personas que más trabajamos pero que menos percibimos, por cuanto, tenemos que negociar con los intermediarios bajo sus condiciones y precios. A nosotros nos gustaría comercializar directamente con las empresas.

4. *¿Qué sucedería si la gestión de residuos sólidos fuera concesionada y comprenda las actividades de reciclaje?*

Seríamos las personas más afectadas, debido a que nuestras familias dependen del desarrollo de nuestras actividades. Además, se trata de actividades que a nadie le gusta realizar, pero la necesidad nos obliga a hacerlo, porque no tenemos más opciones de empleo.

5. *¿Si la gestión de residuos sólidos fuese concesionada, consideraría trabajar en ella?*

Si la empresa nos paga más de lo que ganamos, un aproximado de S/ 1 500, sí estaría dispuesto a trabajar para ella. Además, la empresa nos ofrecería beneficios como un horario establecido, accesos a seguro médico, herramientas, vacunas por la constante exposición al riesgo de contraer enfermedades, etc.

ANEXO N° 14

Entrevista realizada a: Alicia Gregoria Cruz
Representante de la Asociación Recicla Vida
Reciclador Formal

Fecha: 23 de marzo de 2019

1. *¿Cuántas personas trabajan en esta asociación y como empezaron sus actividades?*

Actualmente, trabajamos 6 personas, casi todas son mujeres e iniciamos gracias a las capacitaciones de algunas ONG. En un principio, fuimos recicladores informales y muchas veces no obteníamos ni para pagar nuestros pasajes, pero con mucho esfuerzo y sacrificio nuestra asociación está dando frutos.

2. *¿Cómo realizan sus actividades?*

Nosotros recorremos los domicilios y recogemos los residuos segregados por las personas y los transportamos en trimotos. Tenemos áreas designadas para hacer el recorrido y los residuos que recolectamos los comercializamos con los intermediarios.

3. *¿Quién es el propietario del centro de acopio donde trabajan?*

El centro de acopio es una donación de la municipalidad, como un mecanismo de fomento para la formalización de recicladores. Asimismo, contamos con el apoyo de las ONG, a través de sus capacitaciones.

4. *¿Ustedes tienen acceso a la planta de transferencia de la municipalidad provincial?*

Si bien estamos al costado de la planta de transferencia, no contamos con acceso a sus instalaciones, tampoco lo tienen otras asociaciones de recicladores, sean formales o informales.

5. *¿Cuál es promedio de ingresos que perciben por la venta de residuos sólidos?*

Los ingresos dependen de la cantidad de residuos que podemos reciclar, pero es aproximado a un sueldo mínimo. Al inicio los ingresos eran escasos, ahora hemos logrado grandes avances. Seguimos trabajando y pensamos en hacer crecer nuestra asociación.

6. *¿Qué sucedería si la gestión de residuos sólidos fuese concesionada y comprendiera el reciclaje de residuos sólidos?*

Los recicladores formales e informales seríamos las personas más afectadas, además de los intermediarios, debido a que no hay otras actividades en las que podamos desempeñarnos.

7. *¿Consideraría una propuesta de trabajo que le ofrezca la empresa concesionaria?*

Definitivamente, sí, siempre que los salarios sean superiores a lo que ganamos ahora, es decir, por encima de los S/ 1 500. Además, ello tendría beneficios para nosotros como seguros de salud, equipo de protección personal, un ambiente adecuado.

ANEXO N° 15

Entrevista realizada a: Rodolfo Aragón
Coordinador
“ONG – Ciudad Saludable”

Fecha: 23 de marzo de 2019

1. *¿Cuántas asociaciones de recicladores formales hay en Arequipa? ¿Cuántas personas trabajan en ellas?*

Actualmente, en los 17 distritos de Arequipa Metropolitana existen 17 asociaciones de recicladores formales, que agrupan a un aproximado de 117 trabajadores.

2. *¿Cuáles son los ingresos mensuales de los recicladores formales?*

Las personas que trabajan en asociaciones formalizadas ganan S/ 1 200, aproximadamente. Los recicladores han avanzado mucho. Hay asociaciones que tienen proyectada la adquisición de carros para reciclaje, incluso hay empresas que están ofreciendo y entregando prensadoras. Ello debido a que la venta de residuos sólidos es muy rentable.

3. *¿Qué opinión le merece la gestión de residuos sólidos por las municipalidades?*

Las municipalidades tienen manejo de recursos económicos y están en la capacidad de gestionarlos adecuadamente. El problema es que no lo hacen, debido a deficiencias técnicas e inadecuada gestión de procesos.

4. *¿Qué opinión le merece la gestión mancomunada de residuos sólidos?*

Conozco experiencias de gestión de residuos sólidos de forma mancomunada. En Cusco, hasta el año 1993 se trabajaba con un servicio de limpieza pública para 8

distritos, 5 urbanos y 3 rurales. Estuvo administrado por una empresa municipal y gestionada por la municipalidad provincial, Lo que ocurrió es que, debido a una alta tasa de morosidad y la gran carga que debía soportar la municipalidad provincial, al ser la única que subvencionaba la prestación del servicio, no continuó.

Luego de ello, el servicio de limpieza pública se descentralizó y empezó a prestarse bajo la modalidad de administración directa. Los bienes fueron repartidos equitativamente. En resumen, la mancomunidad no funcionó.

5. *¿En su experiencia, considera que podría implementarse una administración mancomunada en Arequipa metropolitana?*

Es posible. Incluso fue una propuesta presentada por el Banco de Desarrollo Alemán. Lo que ha ocurrido es que han surgido muchas amenazas, debido a que existen factores críticos como intereses políticos, que obedecen a malas relaciones entre autoridades, no se trabaja por la consecución de objetivos colectivos.

La segunda amenaza está referida al cobro del servicio de limpieza pública, en tanto, de acuerdo al marco legal actual, solo se puede cargar un monto equivalente al 1% del costo real del servicio.

No obstante, la gestión de residuos sólidos mediante una mancomunidad puede funcionar, considero que lo haría en distritos más pequeños, que no tengan capacidad económica, como para casos de menos de 5 mil habitantes. Actualmente, un ejemplo de mancomunidad es la del distrito de Characato, Socabaya y otros, no solo manejo de residuos sólidos, sino también para temas políticos.

6. *¿Qué problemas se presentarían en una administración mancomunada?*

Considero que se generarían diferentes problemas, pero principalmente relacionados al cobro de arbitrios, ya que algunas administraciones no pueden

cumplir con ello por cuestiones políticas. Para dicho fin, se requeriría que las administraciones que tengan mayores recursos subsidien la prestación del servicio a otras que no cuenten con los mismos. Esta situación generaría un círculo vicioso y podría conllevar a la disolución de la mancomunidad. Además, está el problema de intereses, por cuanto suelen sobreponerse intereses personales a los comunes.

7. *¿Qué problemas se presentarían si la gestión de residuos sólidos fuese concesionada?*

La gestión a través de una empresa privada, sería muy interesante ya que mejoraría el proceso, pero ello también implicaría mayores problemas, como cargar con todos los pasivos implicados en la gestión de residuos sólidos municipales, es decir, el pago de las deudas de cada municipalidad respecto de las nuevas adquisiciones de vehículos, la construcción de nuevas infraestructuras, herramientas de trabajo, etc.

Asimismo, las municipalidades ya no percibirían ingresos por canon minero respecto del rubro de limpieza pública y, en consecuencia, los alcaldes ya no tendrían margen de manejar el empleo relacionado a este rubro, lo cual sería un aspecto negativo para el cumplimiento de las promesas de campaña política, más aún si se tiene en consideración que se tratan de empleos temporales creados con la finalidad de rotar al personal para brindar oportunidades a la mayor cantidad de personas, en tanto no existe personal técnico para este rubro.

8. *¿Qué conflicto generaría la concesión respecto de la labor que realizan los recicladores?*

Ello generaría un conflicto social, a partir de que la comercialización de los residuos reciclados es muy rentable y las asociaciones formalizadas tienen ingresos superiores al salario mínimo vital y aspiran a crecer, a tener empresas. Esto significa que los recicladores han avanzado mucho y quitarles lo que han avanzado implicaría muchos problemas. Además, cabe destacar que se han dado

casos de empresas interesadas en la privatización de estos servicios, pero no han tenido éxito por el potencial conflicto social.

Sin embargo, esto no quiere decir que no se pueda implementar una administración privada, solo que el costo social es superior a la rentabilidad.

Actualmente, muchos recicladores están aprovechando al máximo de esta actividad porque es rentable. En cambio, antes, solo lo hacían por necesidad.

9. *¿Según el trabajo que realiza, tiene conocimiento de la existencia de conflictos sociales en el ámbito de la gestión de residuos sólidos?*

En Arequipa no se han identificado mafias como ocurre en otros lugares como Lima. Por el contrario, aquí se trata de organizar a los recicladores con la finalidad de mejorar su rendimiento y, consecuentemente, lograr el crecimiento económico.

10. *¿Existe algún conflicto entre recicladores y trabajadores municipales dedicados al recojo y disposición final de residuos sólidos?*

Existen problemas relacionados a que los trabajadores municipales que se dedican a la recolección, transporte y disposición final de residuos vienen realizando actividades de reciclaje, de manera paralela a sus labores y, luego, proceden a comercializar los mismos.

Ello supone que existe un rendimiento inferior en las labores realizadas por los trabajadores municipales, generando mayores gastos a las municipalidades y afectando las labores que realizan los recicladores.

11. *¿Tiene conocimiento sobre alguna experiencia en producción de compost?*

En Cusco, producimos compost de buena calidad, en la Planta de Compostaje de San Jerónimo, con apoyo de una ONG belga. El problema es que la población no

conoce de las bondades de este producto, ni está familiarizada con su uso; entonces, recurren a otros productos de menor precio.

ANEXO N° 16

Entrevista realizada a: Elio César Herrera Machaca
Asociación de Recicladores por un Perú Mejor
Reciclador formal

Fecha: 24 de marzo de 2019

1. *¿Cuántas personas trabajan en la asociación que perteneces y como empezaron?*

Nuestra asociación se denomina “Recicladores por un Perú Mejor” y es la más grande; trabajamos, en total, 42 personas. Nosotros desarrollamos nuestras labores en el área denominada “El Cebollar”. Conocemos de la existencia de 5 a 6 asociaciones, cada una de las cuales cuenta con 10 trabajadores, aproximadamente, pero no todos están formalizados. Nosotros iniciamos como recicladores informales y gracias al apoyo de capacitaciones de diferentes ONG nos hemos formalizado.

2. *¿Quién es el propietario del centro de acopio donde realizan sus labores?*

El área que ocupa cada asociación es de su propiedad, no es cedido por la municipalidad, ni por otros programas. Lo que sí nos falta es organizar, mejorar y acondicionar nuestras áreas de acopio.

3. *¿En qué horario principalmente realizan el reciclaje?*

El reciclaje se realiza en el botadero “El Cebollar”, a cualquier horario, dependiendo de la llegada de los camiones compactadores u otros vehículos.

4. *¿Qué problema presentan actualmente respecto al reciclaje?*

Uno de los principales problemas que tenemos es que, los trabajadores municipales que se dedican al recojo y traslado de residuos sólidos también se dedican a labores de reciclaje, lo que genera que los residuos que llegan a los botaderos sean menores, lo cual nos afecta directamente.

5. *¿Cuál es el riesgo que enfrentan los recicladores al trabajar en “El Cebollar”?*

Uno de los principales problemas que tenemos es de salud, por cuanto la exposición a las partículas de polvo o el humo de los residuos incinerados nos provoca dificultades para respirar; asimismo, nos vemos expuestos a infecciones, debido a que no contamos con equipos de protección personal para manipular los residuos sólidos.

6. *¿Cuánto percibe mensualmente por la venta de residuos reciclables?*

Al mes recibimos un salario mínimo, aunque es variable, debido a que, en época de lluvias, disminuye la cantidad de residuos que se reciclan y, por consiguiente, también las ventas.

7. *¿Qué sucedería si la gestión de residuos sólidos fuese concesionada?*

Considero que generaría un conflicto social y también sería un gran problema para nosotros, ya que casi todas las personas que vivimos cerca al botadero dependemos del reciclaje y de la venta de residuos sólidos.

8. *¿Consideraría la propuesta de trabajar para la empresa concesionaria?*

Somos muchas personas las que trabajamos en labores de reciclaje, pero en condiciones muy difíciles y con salarios fluctuantes, pero sí nos gustaría trabajar para una empresa privada, siempre y cuando, el salario sea mayor a lo que percibimos ahora, por ejemplo, mayor a S/1 200.

ANEXO N° 17

Entrevista realizada a: Eloy Pari
Coordinador de operaciones del recojo de residuos sólidos
Municipalidad de Yura

Fecha: 23 de marzo de 2019

1. *¿Cómo se presta el servicio de limpieza pública en la Municipalidad de Yura?*

La municipalidad cuenta con personal para las actividades de barrido, recolección, transporte y disposición final, así como, camiones compactadores para los lugares de mayor generación y lostrimotos para lugares de difícil acceso.

2. *¿Existe algún problema relacionado a la gestión de residuos sólidos en la Municipalidad de Yura?*

Uno de los principales problemas que existe en la limpieza pública es la alta rotación del personal, pues ello ocasiona un déficit en el rendimiento de los trabajadores, aunado a la falta de capacitación o experiencia.

Esta situación también se debe a que el rubro de gestión de residuos sólidos es uno que permite la contratación de una gran cantidad de personas y permite que las autoridades ediles cumplan con sus promesas de campaña, al llegar al cargo.

3. *¿Cuál es la situación de la recaudación de arbitrios en materia de gestión de residuos sólidos en la municipalidad?*

Existe una alta tasa de morosidad en la recaudación de arbitrios municipales, debido a que las personas no tienen la cultura de pagarlos y desconocen que ello sirve para solventar los gastos de limpieza pública, además que existe una gran cantidad de habitantes en invasiones.

4. *¿Qué opina respecto de una posible concesión de la gestión de residuos sólidos que comprenda las actividades de reciclaje?*

Considero que generaría un conflicto social, principalmente con los recicladores, ya que es una gran cantidad de personas que viven de la comercialización de residuos reciclables.

Por otra parte, también implicaría que las municipalidades dejen de percibir ingresos por la prestación de ese servicio.

5. *¿Cuál cree que sería la postura de los trabajadores municipales frente a la posibilidad de implementar la referida concesión?*

Considero que sería favorable, siempre que los salarios y condiciones laborales de los trabajadores sean iguales o mejores.

6. *¿Cuáles son las oportunidades de mejora en la gestión e residuos sólidos en el distrito de Yura?*

Principalmente, la adquisición de nuevos camiones compactadores, contratación de personal con mejores condiciones salariales para evitar su rotación constante, el fomento de educación en gestión de residuos sólidos a la población.

BIBLIOGRAFÍA

Agroforum (2018), página web. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<https://www.agroforum.pe/produccion-organica/guia-elaboracion-de-compost-17595/>]

Alcaldía Mayor de Bogotá (2014). Guía Técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf]

Alcas, C.; Casquino, D.; Silva, N.; Melgar, J. (2005), Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en los distritos de Ica, Los Aquijes, Parcona y Subtanjalla (provincia de Ica), para aprovechamiento de los residuos sólidos tipo plástico pet y tipo orgánico (Tesis de pregrado). Universidad Agraria La Molina, Lima.

Avendaño, D. (2003), El proceso de compostaje. Tesis de grado, Pontificia Universidad de Chile, Chile. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<https://docplayer.es/17073510-El-proceso-de-compostaje.html>]

Banco Central de Reserva del Perú (2018), página web. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/diarias/resultados/PD04709XD/html>]

Basaure, P (2011), Manual de Lombricultura. Consultado el 12 de diciembre 2018. Disponible en: [<http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/22523.html>]

Bejarano, E. Delgadillo, S. (2007), Evaluación de un tratamiento para la producción de compost a partir de residuos orgánicos provenientes del rancho de comidas del establecimiento carcelario de Bogota “La Modelo” por medio

de la utilización de Microorganismos Eficientes (Tesis de pregrado), Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14945/41021072.pdf>; jsessionid =AA952E2A0A62B6B1D877C7529DF06 AC2?sequence=1]

Bienes Online (2018), página web. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [https://www.bienesonline.pe/ficha-local-alquiler-sachaca-arequipa_LOA26692.php?utm_source=casas.mitula.pe&utm_medium=referral]

Cabrera, V.; Rossi M. (2016), Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores (Tesis de pregrado). Universidad Agraria La Molina, Lima.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente – CEPIS, División de Salud y Ambiente (2002), Indicadores para el Gerenciamiento del Servicio de Limpieza Pública, segunda edición revisada y ampliada (en línea). Consultado el 6 de noviembre de 2018. Disponible en: [<http://www.bvsde.paho.org/cdrom-repi86/fulltexts/bvsars/e/fulltext/relima/relima.pdf>]

Cochachi, E. (2008), Determinación del efecto de la relación C/N y la humedad en la calidad de compost obtenido a partir del tratamiento de residuos orgánicos del Distrito de San Pedro de Saño mediante el proceso de degradación aerobia a nivel laboratorio (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

Corporación Andina de Fomento (2018), Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos. Oportunidades en América Latina. Consultado el 22 de marzo de 2019. Disponible en: [<http://cdi.mecon.gov.ar/bases/docelec/az4041.pdf>]

Correa, M. (2005), ¿Cuál es la tecnología de microorganismos eficaces? ¿Cómo nos puede ayudar?, Publicado en Material del Curso Resistencia: lecciones de civilidad, Bogotá, Colombia.

D.W. Verwoerd. (2015), Definición de “vector” y “enfermedad transmitida por vectores”. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<http://boutique.oie.int/extrait/03verwoerd3739esp.pdf>]

Damodaran, A. (2018), Página web. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>]

Defensoría del Pueblo (2007) Informe Defensorial N° 125: Pongamos la basura en su lugar- Propuestas para la gestión de los residuos sólidos municipales, Lima. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<http://sinia.minam.gob.pe/documentos/informe-defensorial-no-125-pongamos-basura-lugar-propuestas-gestion>]

Departamento Nacional de Planeación de Colombia (2014) Guía de Asociaciones Público Privadas – Capítulo 1 - La Asociación Público Privada. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Participacin%20privada%20en%20proyectos%20de%20infraestructu/Guia%20de%20APP%20%20Capitulo%201.pdf>]

Díaz, J. J. (2010), Medio Ambiente en Andalucía Informe 2010. España: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/ima/2010/ima_2010.pdf]

Dulanto, A. (2013), Asignación de competencias en materia de residuos sólidos de ámbito municipal y sus impactos en el ambiente (tesis de pregrado). Lima: PUCP. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en:

[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4689/DULANTO_TELLO_ANDRES_RESIDUOS_SOLIDOS.pdf?sequence=1]

Ellen MacArthur Foundation (2019), página web. Consultada el 20 de marzo de 2019. Disponible en: [<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>]

Empresa Egmasa (2010), Uso de compost. Junta de Andalucía, 1- 12. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Calidad_Ambiental/Gestion_De_Los_Residuos_Solidos/compost/Uso_Compost.pdf]

Encinas, J. (2014), Experiencia británica en el desarrollo de Asociaciones Público Privadas (APP): Modelo PFI. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<http://britchamcr.com/wp-content/uploads/2014/09/IUK-La-experiencia-britanica-en-PPP.pdf>]

Fuentes, C.; Carpio, J.; Prado, J. y Sánchez, P. (2008), Gestión de residuos sólidos municipales. ESAN Ediciones, Lima, Perú.

Fundación de Asesorías para el Sector Rural Ciudad de Dios. FUNDASES, (2014), Principales microorganismos EM. Tecnología EM. Consultado el 12 de diciembre 2018. Disponible en: [<http://www.fundases.net/#!/biotecnologas/c24wy>]

Gestión Integral de la Calidad Ambiental (2018), Comparación de Precios N° 001-2018-MINAM-DIB. Disponible en: [<http://www.gica.gob.pe/index.php/2-idprocesos/156-cp-001-2018-minam-bid>]

Gilbert, M. Wendell, E. (2008), Introducción a la Ingeniería Medioambiental, 3° Edición; España: Pearson Educación. S.A.

Gobierno Regional de Apurímac (2018), Contrato N° 164-2018 G.R.-APU/DSRTC-CH/U.E. N° 201/DIR. Apurímac, Perú.

Gobierno Regional de Arequipa (2016), página web. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [www.agroarequipa.gob.pe]

Gómez, J; Estrada, I. (2005), II Congreso sobre Residuos Biodegradables y compost, el reto de fomentar el consumo de los productos finales. Consultado el 12 diciembre del 2018. Disponible en: [http://www.bpeninsular.com/pdfs/Ponencia_ISR_Sevilla.pdf]

Instituto Nacional de Ecología (2001), El Ciclo de los Residuos Sólidos. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/105/I.html>]

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017), Perú: Crecimiento y distribución de la población, 2017. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1530/libro.pdf]

Jaramillo, G.; Zapata, L. (2008), Aprovechamiento de los residuos orgánicos en Colombia. Consultado el 12 de diciembre 2018. Disponible en: [http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/Aprovechamiento_RSOUenColombia.pdf]

Jaramillo, J. (2002). Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<http://redrrss.minam.gob.pe/material/20090128200240.pdf>]

Kirchherr, J., Reike, D., y Hekkert, M. (2017), Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 Definitions, Resources, Conservation and Recycling, N° 127, páginas 221–232. Disponible en: [<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>]

- Lima, B. (2010). Guía sobre enfermedades provocadas por la contaminación de residuos sólidos y erradicación de veintitrés basureros clandestinos en el municipio y departamento de Jutiapa. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/07/07_0674.pdf]
- Maestro Home Center (2018), página web. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<http://www.maestro.com.pe/productos/jardin/compost-x-10-kg1>]
- Manrique-Saide, P.; Delfín-González, H. (1997). Importancia de las moscas como vectores potenciales de enfermedades diarreicas en humanos. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<http://www.cirbiomedicas.uady.mx/revbiomed/pdf/rb97835.pdf>]
- Mendoza (2016). Enfermedades transmitidas por mosquitos. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [www.salud.mendoza.gov.ar/]
- Ministerio de Economía y Finanzas (2015), Guía general para identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública, a nivel de perfil. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/novedades/2015/guia_general.pdf]
- Ministerio de Economía y Finanzas (2018), Consulta Amigable [aplicativo virtual]. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<http://apps5.mineco.gob.pe/transparencia/Navegador/default.aspx>]
- Ministerio de Salud (2011), Política Nacional de Salud Ambiental 2011 – 2020, aprobada por Resolución Ministerial N° 258-2011/MINSA. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/POLITICA-DIGESA-MINSA.pdf>]

Ministerio de Sanidad y Consumo (2008), Guía de enfermedades infecciosas importadas. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<https://www.mschs.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/promocion/migracion/docs/GuiaEnfInfImp.pdf>]

Ministerio del Ambiente (2016), Aprende a prevenir los efectos del mercurio. Módulo 2: Residuos y áreas verdes. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<http://sinia.minam.gob.pe/documentos/aprende-prevenir-efectos-mercurio-modulo-2-residuos-areas-verdes>]

Ministerio del Ambiente (2018a), Guía para el cumplimiento de la meta 17 del Programa de Inventivos a la Mejora de la Gestión Municipal 2017. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<http://redrrss.minam.gob.pe/material/20170331113206.pdf>]

Ministerio del Ambiente (2018b), Hoja de cálculo para determinar área de compostaje. Consultado el 12 de diciembre 2018. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/gestionderesiduosolidos/wpcontent/uploads/sites/136/2018/03/8.-Excel-de-c%C3%A1lculo-de-%C3%A1rea-para-compostaje.xlsx>

Municipalidad Distrital de Ate (2011), Programa Municipal de Segregación de Residuos Sólidos en la Fuente. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [http://www.muniate.gob.pe/ate/files/documentos/PlaneamientoOrganizacion/GESTION_RESIDUOS_SOLIDOS/2011/PROGRAMA_SEGREGACION_RESIDUOS_SOLIDOS.pdf]

Municipalidad Distrital de José Luis Bustamante y Rivero (2015), Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Inorgánicos Reciclables. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<http://www.munibustamante.gob.pe/archivos/1438867183.pdf>]

Municipalidad Distrital de Miraflores (2018), Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [https://www.munimirafloresaqp.gob.pe/archivosmdm/PRINCIPAL%202014/Imagen/Medio_ambiente/programa%20de%20segregacion.pdf]

Municipalidad Distrital de Pachacamac (2016), Contrato N° 023-2016-MDP/GAF. Lima, Perú.

Municipalidad Distrital de Yanahuara (2017), Contrato N° 005-2017-MDY. Arequipa, Perú.

Municipalidad Provincial de Arequipa (2007), Ficha de Registro del Proyecto “Construcción de planta de transferencia de residuos sólidos de Arequipa, provincia de Arequipa - Arequipa”. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [<http://ofi.mef.gob.pe/bp/ConsultarPIP/frmConsultarPIP.asp?accion=consultar&txtCodigo=55150>]

Municipalidad Provincial de Arequipa (2017c), Contrato N° 162-2017-MPA. Arequipa, Perú.

Navarro, R. (2006), Amigos de la tierra Manual para hacer composta aeróbica. Consultado el 12 de diciembre del 2018. Disponible en: [<http://www.cestafoe.org/recursos/guias.html>]

ONG Ciudad Saludable (2010), Por la ruta del reciclaje en el Perú. Estudio socioeconómico de la cadena del reciclaje [Presentación en PDF]. Disponible en: [<http://sial.segat.gob.pe/documentos/presentacion-ruta-reciclaje-peru-estudio-socioeconomico-cadena>]

Programa para el apoyo a las acciones de mitigación dentro del sector de manejo de residuos sólidos en el Perú – Programa NAMA de Residuos Sólidos – Perú (2013) Informe: Diagnóstico de los Residuos Sólidos en el Perú (en línea).

Consultado el 6 de noviembre de 2018. Disponible en: [https://www.nefco.org/sites/ nefco.org/files/pdf-files/1_diagnostico_de_los_residuos_solidos_en_el_peru.pdf]

Puerta, S. (2004), Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos. Revista Lasallista de Investigación. Número 1. Consultado el 6 de noviembre de 2018. Disponible en: [www.redalyc.org/articulo.oa?id=69511009]

Rafael, M. (2015), Proceso de producción y aplicación del producto Microorganismos Eficaces sobre la calidad de compost de residuos orgánicos de mercados de Sapallanga-Huancayo (Tesis de maestría). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3511]

Romero, C.; Chirinos, R.; López, R. 2004. Elaboración de un abono orgánico a partir de la cáscara de la semilla del árbol de Neem (*Azadirachta indica*) (en línea). Ingeniería UC. Consultado el 12 diciembre. 2018. Disponible en: [https://www.redalyc.org/pdf/707/70711105.pdf]

Seguí, Luis; Medina, Rubí y Guerrero, Hilda (2018), Gestión de residuos y economía circular. Disponible en: [http://marketing.eae.es/prensa/SRC_Residuos.pdf]

Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones (2018) página web. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [http://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPPortal/Paginas/TIActivaTipoCreditoEmpresa.aspx?tip=B]

Tribunal Constitucional peruano, Sentencia recaída en el Expediente N° 03816-2009-PA/TC de marzo de 2010, §17-18. Consultado el 12 de diciembre de 2018. Disponible en: [https://tc.gob.pe/jurisprudencia/2010/03816-2009-AA.pdf]

Vásquez, M. C. (2000). Dengue clásico y dengue hemorrágico. Oficina General de Epidemiología / Instituto Nacional de Salud. Ministerio de Salud, Lima, Perú.

Zavala, R. M. (2009). Impacto en la Salud de los Pobladores de los Barrios los Ángeles y Nueva Gerusalén, Provocado por el Manejo y Deposición final de los Desechos Sólidos. Guatemala: Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente - CIEMA.

Marco legal nacional

Congreso Constituyente Democrático (1993), Constitución Política del Perú.

Congreso de la República (2007), Ley N° 29029, Ley de la Mancomunidad Municipal, de mayo de 2007.

Congreso de la República (2005), Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, de 15 de octubre de 2005.

Congreso de la República (2004), Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, de 8 de junio de 2004.

Gobierno Regional de Arequipa (2016), Plan de Desarrollo Regional Concertado 2013-2021 Actualizado de la Región Arequipa, aprobado por Ordenanza Regional N° 349-AREQUIPA, de 20 de setiembre de 2016.

Ministerio de Economía y Finanzas (2018), Reglamento del Decreto Legislativo N° 1362, Decreto Legislativo que regula la Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos, aprobado por Decreto Supremo N° 240-2018-EF, de 30 de octubre de 2018.

Ministerio de Economía y Finanzas (2004), Texto Único Ordenado de la Ley del Impuesto a la Renta, aprobado por Decreto Supremo N° 179-2004-EF, de 8 de diciembre de 2004.

Ministerio del Ambiente (2016), Plan Estratégico Sectorial Multianual (PESEM) del Sector Ambiental 2017-2021, aprobado por Resolución Ministerial N° 385-2016-MINAM, de 14 de diciembre de 2016.

Ministerio del Ambiente (2009), Política Nacional del Ambiente, aprobada mediante Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, de 23 de mayo de 2009.

Municipalidad Distrital de Miraflores (2016), Ordenanza N° 456/MM, Ordenanza que regula la actividad de los Operadores de Residuos Sólidos en el distrito, de 10 de marzo de 2016.

Municipalidad Provincial de Arequipa (2017a), Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la provincia de Arequipa 2017-2028, aprobado por Ordenanza Municipal N° 1072, de 9 de octubre de 2017.

Municipalidad Provincial de Arequipa (2017b), Ordenanza Municipal N° 1084, “Aprueba las tasas de arbitrios de los servicios públicos para el año 2018 y establece disposiciones para el cálculo de los arbitrios de barrido de calles y vías públicas; recolección y transporte de residuos sólidos; disposición final de residuos sólidos; mantenimiento de parques y áreas verdes; y seguridad ciudadana (Serenazgo)”.

Municipalidad Provincial de Arequipa (2016), Plan de Desarrollo Local Concertado de Arequipa 2016-2021, aprobado por Ordenanza Municipal N° 990, de 12 de julio de 2016.

Poder Ejecutivo (2018), Decreto Legislativo N° 1362, Decreto Legislativo que regula la Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos, de 23 de julio de 2018.

Poder Ejecutivo (2016), Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, de 23 de diciembre de 2016.

Presidencia del Consejo de Ministros (2011), Plan Estratégico de Desarrollo Nacional denominado “PLAN BICENTENARIO: El Perú hacia el 2021”, aprobado por Decreto Supremo N° 054-2011-PCM, de 23 de junio de 2011.

Presidencia del Consejo de Ministros (2010), Reglamento de la Ley N° 29029, de abril de 2010.

Presidencia del Consejo de Ministros (2005), Reglamento de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, aprobado por Decreto Supremo N° 008-2005-PCM, de 28 de enero de 2005.