

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales
en el distrito de Arequipa, del año 2020-2022**

Sonia Huancollo Yucra

Para optar el Título Profesional de
Ingeniera Ambiental

Arequipa, 2023

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, SONIA HUANCOLLO YUCRA, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 46264615, de la E.A.P. de INGENIERIA AMBIENTAL de la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

El trabajo de suficiencia profesional titulado: "VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE AREQUIPA, DEL AÑO 2020- 2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniera Ambiental.

1. El trabajo de suficiencia profesional no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
2. El trabajo de suficiencia profesional es original e inédito, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

22 de 06 de 2023.



SONIA HUANCOLLO YUCRA
DNI: 46264615

TSP - HUANCOLLO YUCRA SONIA

INFORME DE ORIGINALIDAD

34%

INDICE DE SIMILITUD

32%

FUENTES DE INTERNET

22%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	10%
2	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	3%
4	www.peru.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to ucss Trabajo del estudiante	1%
9	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	<1%

10	Submitted to Sharda University Trabajo del estudiante	<1 %
11	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	pdffox.com Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.udl.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Tecsup Trabajo del estudiante	<1 %
17	GUERRERO TORRES YOEL RICARDO. "EIA-SD del Proyecto Denominado Mejoramiento y Ampliación de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales en la Ciudad de Cerro de Pasco, Provincia de Pasco - Pasco-IGA0018159", R.G. N° 0119-2022-GMPP-A/GM, 2022 Publicación	<1 %
18	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %

19

NAJARRO CERON PABLO. "PIGARS de la Provincia de Cangallo 2016-IGA0006885", O.M. N° 027-2016-MPC/CM, 2020

Publicación

<1 %

20

purl.org

Fuente de Internet

<1 %

21

repositorio.untels.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

22

HIDROSUELOS S.A.S., SUCURSAL DEL PERU. "Instrumento de Gestión Ambiental Complementario al SEIA, del Proyecto Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos en el Sector Rosa Roja, Distrito de Pariñas, Provincia de Talara, Departamento de Piura-IGA0020976", R.S. N° 001-2022-SGAS-GSP-MPT, 2022

Publicación

<1 %

23

repositorio.ucsp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

24

#N/A. "PMR del Distrito de Lince 2015-IGA0002378", Ordenanza N° 356-2015-MDL, 2020

Publicación

<1 %

25

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

26	#N/A. "PMR de la Municipalidad Distrital Independencia 2017-IGA0003903", Ordenanza N° 000369-2017-MDI, 2021 Publicación	<1 %
27	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	ESCOBAR GIL ALEXIS RICARDO. "PMR del Distrito de Samanco 2021-IGA0014318", O.M. N° 010-2021-MDS/AL, 2021 Publicación	<1 %
30	www.muni-sanmiguel.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
31	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	ESCOBAR GIL ALEXIS RICARDO. "PIGARS de la Provincia de Aymaraes 2022-IGA0018496", O.M. N° 009-2022-MPA-CH, 2022 Publicación	<1 %
33	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
34	#N/A. "PIGARS de la Provincia de Arequipa 2017-IGA0006661", O.M. N° 1072, 2020 Publicación	<1 %

35

ia903100.us.archive.org

Fuente de Internet

<1 %

36

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI.
"PMR del Distrito de Pichari 2019-
IGA0010558", O.M. N° 020-2019-MDP/LC,
2020

Publicación

<1 %

37

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

38

repositorio.usil.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

39

#N/A. "Actualización del PMR del Distrito de
Imperial 2020-IGA0013081", O.M. N° 001-
2020-MDI, 2021

Publicación

<1 %

40

#N/A. "PMR de San Juan de Lurigancho 2021-
IGA0018085", Ordenanza N° 416-MDSJL, 2022

Publicación

<1 %

41

CONSORCIO SAN PEDRO. "Programa de
Reconversión y Manejo de Áreas Degradadas
por Residuos Sólidos del Distrito de
Pichanaqui, Provincia de Chanchamayo,
Departamento de Junín-IGA0018156", R.A. N°
117-2021/MPCH, 2022

Publicación

<1 %

42 NINALAYA VILA RAFAEL ERNESTO. <1 %
"Diagnóstico Preliminar de la Planta de
Valorización de Residuos Sólidos de la
Construcción y Demolición-IGA0021014", R.D.
N° 01077-2021-MINAM/VMGA/DGRS, 2022
Publicación

43 Salustiano Mato, Carlos Pérez-Losada, María <1 %
Martínez-Abraldes, Iria Villar. "Chapter 2
Towards the Recycling of Bio-Waste: The Case
of Pontevedra, Spain (REVITALIZA)",
IntechOpen, 2019
Publicación

44 #N/A. "Actualización del PMR de la <1 %
Municipalidad de Alto Biavo 2020-
IGA0013547", O.M. N° 008-2020-MDAB/C,
2021
Publicación

45 #N/A. "PIGARS de la Provincia del Cusco 2021- <1 %
IGA0015485", O.M. N° 25-2021-MPC, 2022
Publicación

46 repositorio.unp.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

47 AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE <1 %
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - AMBIDES
S.A.C.. "EIA-SD del Proyecto Infraestructura
de Disposición Final y Planta de Recuperación
y Tratamiento de Residuos Sólidos de la

Ciudad de La Merced, Distrito y Provincia de Chanchamayo, Región Junín-IGA0001362", R.D. N° 097-2014/DSB/DIGESA/SA, 2020

Publicación

48

ORIZANO ALCEDO RICHARD JOSUE. "PMR de la Municipalidad Distrital de Ticulacayán 2022-IGA0015739", O.M. N° 002-2022-MDT, 2022

Publicación

49

#N/A. "PIGARS de la Provincia de Aija 2020-IGA0013322", O.M. N° 012-2020-MPA/A, 2021

Publicación

50

AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - AMBIDES S.A.C.. "EIA-SD del Proyecto Planta de Transferencia de Residuos Sólidos Inorgánicos de la Localidad de Chiclayo-IGA0003707", R.D. N° 364-2015/DSB/DIGESA/SA, 2020

Publicación

51

CONSORCIO FICHTNER GMBH & CO. KG - CONSULTORIA Y DIRECCION DE PROYECTOS - CYDEP S.A.S.. "DIA del Proyecto Relleno Sanitario para el Distrito de Pozuzo, Provincia de Oxapampa, Departamento de Pasco-IGA0000132", R.D. N° 484-2014/DSB/DIGESA/SA, 2020

Publicación

<1 %

<1 %

<1 %

<1 %

52

AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - AMBIDES
S.A.C.. "Plan de Recuperación de Áreas
Degradadas por Residuos Sólidos Municipales
en el Asentamiento Humano Nueva Jerusalén
II, Distrito Carabayllo, Provincia de Lima,
Departamento de Lima-IGA0018112", R.S. N°
D000119-2022-MML-GSCGA-SGA, 2022

Publicación

<1 %

53

CAYLLAHUA PEÑA LUIS ANGEL. "PMR del
Distrito de Río Tambo 2019-IGA0010213",
O.M. N° 14-2019-/MDRT, 2020

Publicación

<1 %

54

#N/A. "PMR de la Municipalidad Distrital de
Simón Bolívar 2021-IGA0015411", O.M. N° 12-
2021-CM-MDSB, 2022

Publicación

<1 %

55

sialsullana.regionpiura.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

56

#N/A. "PIGARS de Tacna 2021-IGA0015683",
O.M. N° 0031-2021, 2022

Publicación

<1 %

57

#N/A. "PIGARS de la Municipalidad Provincial
de Bolognesi 2022-IGA0018111", O.M. N° 011-
2022-MPB, 2022

Publicación

<1 %

58

Ciro Alfonso Serna Mendoza, Diana Sofia Serna Giraldo. "Residuos Sólidos y Cambio Climático", Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas, 2022

Publicación

<1 %

59

Danny Domínguez Del Águila, Mildred Teresa Paredes Tarazona, Héctor Manuel Hernández Valz. "Actitud hacia la gestión de residuos sólidos domiciliarios en estudiantes de una universidad privada", Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas, 2021

Publicación

<1 %

60

Jhonsy O. Silva López, Rolando Salas López, Nilton B. Rojas Briceño, Darwin Gómez Fernández et al. "Analytic Hierarchy Process (AHP) for a Landfill Site Selection in Chachapoyas and Huancas (NW Peru): Modeling in a GIS-RS Environment", Advances in Civil Engineering, 2022

Publicación

<1 %

61

Piu H.C., Menton M.. "Contexto de REDD+ en Perú: motores, actores e instituciones", Center for International Forestry Research (CIFOR) and World Agroforestry Centre (ICRAF), 2013

Publicación

<1 %

62	Romeu Thomé, Vinicius Diniz e Almeida Ramos. "Gestão integrada de resíduos sólidos por meio das parcerias público-privadas: instrumento de garantia do direito fundamental ao meio ambiente equilibrado", <i>Revista de Direito Administrativo</i> , 2016	<1 %
Publicación		
63	SALLQA PACHA PERU S.A.C.. "DIA del Proyecto Planta de Valorización de Residuos Sólidos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)-IGA0015933", R.D. N° 00054-2021-SENACE-PE/DEIN, 2022	<1 %
Publicación		
64	busquedas.elperuano.pe	<1 %
Fuente de Internet		
65	#N/A. "PMR del Distrito de Goyllarisquizga 2021-IGA0013429", O.M. N° 007-2021-MDG/A, 2021	<1 %
Publicación		
66	#N/A. "PMR en el Distrito de Pachacamac 2017-IGA0003719", O.M. N° 187-2017-MDP/C, 2020	<1 %
Publicación		
67	www.researchgate.net	<1 %
Fuente de Internet		
68	"Modelando la proyección territorial de las ciudades medias para la conformación de	<1 %

Esquemas Asociativos Territoriales: estudio de caso de la ciudad de Sogamoso del Departamento de Boyacá (Colombia) 1976-2047", Pontificia Universidad Católica de Chile, 2022

Publicación

69

CARBAJAL OSORIO FLOR MERCEDES. "Actualización del PIGARS de la Municipalidad Provincial de Angaraes 2020-IGA0012650", O.M. N° 018-2020/MPAL, 2021

Publicación

<1 %

70

RISCO MENDOZA JOSE CARLOS. "DIA del Proyecto Infraestructura de Disposición Final de los Residuos Sólidos de la Ciudad de Cangallo y Comunidades de Mollebamba y Huahuapuquio del Distrito de Cangallo y la Ciudad de Pampa Cangallo y las Comunidades de Coraspampa, Hualchancca, Jatunpampa y Pacopata del Distrito de los Morochucos - Cangallo - Ayacucho-IGA0001219", R.D. N° 165-2013/DSB/DIGESA/SA, 2020

Publicación

<1 %

71

#N/A. "PMR de la Municipalidad Distrital de Ancón 2020-IGA0013494", Ordenanza N° 429-2020-MDA, 2021

Publicación

<1 %

72

ESPINOZA ECHE JOSE JORGE. "EIA-D del Proyecto Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos para los Distritos de La Oroya y Santa Rosa de Sacco-IGA0000893", R.D. N° 0109-2010/DIGESA/SA, 2020

Publicación

<1 %

73

PERU WASTE INNOVATION S.A.C. - PWI S.A.C.. "EIA-SD del Proyecto Relleno Sanitario, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos y Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables para las Ciudades de Nasca y Vista Alegre; Provincia de Nasca, Departamento de Ica-IGA0003519", R.D. N° 177-2014/DSB/DIGESA/SA, 2020

Publicación

<1 %

74

Ángel Robles Martínez. "Modelling, simulation and control of the filtration process in a submerged anaerobic membrane bioreactor treating urban wastewater", Universitat Politecnica de Valencia, 2013

Publicación

<1 %

75

#N/A. "Actualización del PIGARS de la Provincia de Moyobamba 2019-IGA0012575", O.M. N° 446-MPM, 2020

Publicación

<1 %

76

#N/A. "PMR del Distrito de Comandante Noel 2020-IGA0013025", R.G. N° 066-2020-GM-MDCN, 2021

<1 %

77 FGF CONSULTORES S.A.C.. "PIGARS de la Provincia de Pataz 2015-IGA0013216", O.M. N° 011-2015-MPP-T, 2021 <1 %

Publicación

78 #N/A. "PIGARS de la Provincia de Chincha 2016-IGA0012716", Ordenanza N° 024-2016-MPCH, 2021 <1 %

Publicación

79 #N/A. "PIGARS de la Provincia de Rioja 2020-IGA0012576", R.G. N° 321-2020-GM/MPR, 2020 <1 %

Publicación

80 BL CEL INGENIEROS E.I.R.L. "PIGARS de la Provincia de Hualgayoc 2016-IGA0007247", O.M. N° 00019-2016-A-MPH-BCA, 2020 <1 %

Publicación

81 #N/A. "Actualización del PIGARS de la Provincia de Tocache 2021-IGA0014174", O.M. N° 016-2021-MPT, 2021 <1 %

Publicación

82 LUNA ESPINOZA DANIEL HORACIO. "PMR del Distrito de Villa María del Triunfo 2016-IGA0003456", Ordenanza N° 220-2016/MVMT, 2020 <1 %

Publicación

83

PROINTO INGENIEROS S.A.C.. "DIA del Proyecto Relleno Sanitario, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos y Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables para la Ciudad de Chiquián, Provincia de Bolognesi, Departamento de Ancash-IGA0003854", R.D. N° 276-2015/DSB/DIGESA/SA, 2021

Publicación

<1 %

84

VERA ALARCON ROSSANA. "PMR del Distrito de Sachaca 2019-IGA0006665", R.A. N° 499-2019-MDS, 2020

Publicación

<1 %

85

AGUILAR LOPEZ LUCERO GERALDINE. "PIGARS de la Provincia de Sucre 2019-IGA0012782", O.M. N° 015-2019-MPS/CMA/A, 2021

Publicación

<1 %

86

Cossío R., Menton M., Cronkleton P., Larson A.M.. "Manejo forestal comunitario en la Amazonía peruana: Una revisión bibliográfica", Center for International Forestry Research (CIFOR) and World Agroforestry Centre (ICRAF), 2014

Publicación

<1 %

87

GALVEZ BONIFACIO HILARIO FELIX. "EIA del Proyecto Mejoramiento del Sistema de Tratamiento de Residuos Sólidos de

<1 %

Huancavelica-IGA0000386", R.D. N° 0115
-2010/DIGESA/SA, 2020

Publicación

88

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE EL PORVENIR.
"PMR del Distrito de El Porvenir 2018-
IGA0007921", O.M. N° 21-2018-MDEP, 2020

Publicación

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

TSP - HUANCOLLO YUCRA SONIA

INFORME DE GRADEMARK

NOTA FINAL

COMENTARIOS GENERALES

/0

PÁGINA 1

PÁGINA 2

PÁGINA 3

PÁGINA 4

PÁGINA 5

PÁGINA 6

PÁGINA 7

PÁGINA 8

PÁGINA 9

PÁGINA 10

PÁGINA 11

PÁGINA 12

PÁGINA 13

PÁGINA 14

PÁGINA 15

PÁGINA 16

PÁGINA 17

PÁGINA 18

PÁGINA 19

PÁGINA 20

PÁGINA 21

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Continental, por haberme permitido concluir mis estudios universitarios.

A todas las personas que de manera directa o indirecta han contribuido a la culminación de este documento para mi titulación.

DEDICATORIA

A Dios y a mis padres.

A Dios, porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento de mi capacidad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Agradecimiento	iii
Dedicatoria	iv
Índice de contenido	v
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen ejecutivo	x
Introducción	xi
Capítulo I	12
Aspectos generales de la institución	12
1.1. Datos generales de la institución	12
1.2. Actividades principales de la institución	12
1.3. Reseña histórica de la institución	12
1.4. Organigrama de la institución.....	13
1.5. Visión y misión	14
1.5.1. Misión institucional.....	14
1.5.2. Visión institucional	14
1.6. Bases legales o documentos administrativos	14
1.7. Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales	15
1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la institución	18
1.8.1. Cargo desempeñado	18
1.8.2. Responsabilidades del bachiller.....	19
Capítulo II	20
Aspectos generales de las actividades profesionales	20
2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional	20
2.2. Identificación de oportunidades o necesidad en el área de actividad profesional	21
2.3. Objetivos de la actividad profesional.....	22
2.1.1. General	22
2.1.2. Específicos	22
2.4. Justificación de la actividad profesional	22
2.5. Resultados esperados.....	23
Capítulo III	25
Marco teórico	25
3.1. Bases teóricas de la metodología o actividades realizadas.....	25
3.1.1. Residuos sólidos.....	25

3.1.2. Valorización	27
3.1.3. Compostaje	29
Capítulo IV	37
Descripción de las actividades profesionales	37
4.1. Descripción de las actividades profesionales.....	37
4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales	37
4.1.2. Alcance de las actividades profesionales	37
4.1.3. Entregables de las actividades profesionales	38
4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional.....	39
4.2.1. Metodologías.....	39
4.2.2. Técnicas	39
4.2.3. Instrumentos.....	40
4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades	41
4.3. Ejecución de las actividades profesionales	43
4.3.1. Cronograma de actividades realizadas.....	43
4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales	46
Capítulo V.....	53
Resultados.....	53
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas	53
5.1.1. Diagnóstico de valorización de residuos solidos	53
5.1.2. Resultados de la capacidad de la planta de valorización.....	54
5.1.3. Valorización de los residuos orgánicos	57
5.1.4. Resultados de sensibilización y capacitación a la población	60
5.1.5. Cumplimiento de la actividad 2 de la Meta 3: Programa de incentivos a la mejora de gestión municipal.....	61
5.2. Logros alcanzados	62
5.3. Dificultades encontradas	62
5.4. Planteamiento de mejoras.....	63
5.4.1. Metodologías propuestas.....	63
5.4.2. Descripción de la implementación de las metodologías propuestas.....	64
5.5. Análisis	65
5.6. Aporte del bachiller en la institución.....	65
Conclusiones.....	67
Recomendaciones	68
Lista de referencias	69
Anexos.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. FODA valorización de residuos sólidos orgánicos municipales	21
Tabla 2. Temperatura para eliminación de algunos patógenos	33
Tabla 3. Parámetros de pH óptimos	33
Tabla 4. Relación C:N de algunos materiales usados en el compostaje.....	34
Tabla 5. Parámetros del compostaje.....	36
Tabla 6. Cronograma de actividades realizadas	43
Tabla 7. Monitoreo de las pilas de compostaje.....	51
Tabla 8. Ficha técnica de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales, 2020	54
Tabla 9. Ficha técnica de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales, 2021	55
Tabla 10. Ficha técnica de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales. 2022.	56
Tabla 11. Residuos sólidos municipales orgánicos valorizados y la cantidad de producto obtenido, 2020.....	57
Tabla 12. Residuos sólidos municipales orgánicos valorizados y la cantidad de producto obtenido, 2021.....	58
Tabla 13. Residuos sólidos municipales orgánicos valorizados y la cantidad de producto obtenido, 2022.....	59
Tabla 14. Parámetros fisicoquímicos del compost obtenido.....	60
Tabla 15. Capacitación y sensibilización del año 2020 al 2022	60
Tabla 16. Cumplimiento de la actividad 2 de la Meta 3: Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales desde el año 2019 al 2022	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la Municipalidad Provincial de Arequipa	13
Figura 2. Fases del proceso de compostaje.....	31
Figura 3. Volteo mecanizado de compost	32
Figura 4. Prueba de humedad del compostaje	32
Figura 5. Proceso de las actividades profesionales desarrolladas	46
Figura 6. Distribución de la planta de valorización	48
Figura 7. Implementación de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos municipalidades.....	82
Figura 8. Parque Juan Pablo Vizcardo y Guzmán, antes de la intervención	83
Figura 9. Vivero municipal, parque Ángel Vinicio Cornejo (parque Selva Alegre) antes de la intervención.....	83
Figura 10. Terreno al costado de la planta de transferencia de residuos sólidos de la MPA en la av. Evitamiento, antes de la intervención	83
Figura 11. Capacitación al equipo técnico de Subgerencia de Gestión Ambiental	84
Figura 12. Capacitación de voluntarios en el manejo de residuos sólidos orgánicos mediante el proceso de compostaje	85
Figura 13. Capacitación de voluntarios en el manejo de residuos sólidos orgánicos mediante el proceso de compostaje	85
Figura 14. Capacitación al personal del departamento de Parques y Jardines, segregación en la fuente de los residuos sólidos orgánicos.....	85
Figura 15. Capacitación a los generadores del mercado San Camilo en el manejo adecuado de residuos sólidos orgánicos.....	86
Figura 16. Capacitación a la población	86
Figura 17. Empadronamiento a los generadores del mercado San Camilo.....	87
Figura 18. Registro de parques que participarán en la valorización de sus residuos orgánicos	87
Figura 19. Parque Juan Pablo Vizcardo y Guzmán	88
Figura 20. Planta de valorización, ubicada en la av. Evitamiento al costado de la planta de transferencia de residuos sólidos de la MPA	88
Figura 21. Recojo de residuos orgánicos del mercado San Camilo	89
Figura 22. Extracción o limpieza de material inorgánico del área verde intervenido	89
Figura 23. Acopio temporal de residuos de la materia orgánica dentro del área verde.....	89
Figura 24. Descarga de residuos sólidos del mercado San Camilo.....	90
Figura 25. Descarga de residuos sólidos del área verde con la compactadora.....	90
Figura 26. Higienización de los residuos en la planta de valorización	90

Figura 27. Proceso de armado de pilas de compostaje	91
Figura 28. Pilas de compostaje.....	92
Figura 29. Parque Juan Pablo Vizcardo y Guzmán, piloto temporal de compost	92
Figura 30. Vivero municipal, piloto temporal de compost	92
Figura 31. Planta de valorización de residuos sólidos orgánicos.....	93
Figura 32. Valorización de residuos sólidos orgánicos del año 2020	94
Figura 33. Valorización de residuos sólidos orgánicos del año 2020	94
Figura 34. Valorización de residuos sólidos orgánicos del año 2021	95
Figura 35. Valorización de residuos sólidos orgánicos del año 2022	95
Figura 36. Proceso de zarandeo.....	96
Figura 37. Zarandeo y embolsado de compost	97
Figura 38. Taller práctico de la elaboración de compostaje con transmisión en vivo para el público	98
Figura 39. Incentivos a la población con concursos, con requisitos de implementación de compost.....	98
Figura 40. Taller práctico en instituciones educativas.....	99
Figura 41. Taller a instituciones universitarias.....	99
Figura 42. Taller a las juntas vecinales	99
Figura 43. Taller a la población en general	99
Figura 44. Distribución y concientización.....	100
Figura 45. Presentación de incentivos de compostaje para sensibilización	100

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional se realizó con el objetivo de fortalecer de manera progresiva la valorización de los residuos sólidos orgánicos municipales que son provenientes del mercado San Camilo y áreas verdes del distrito de Arequipa y ante los impactos negativos que generan al ambiente, se debe realizar el aprovechamiento por su potencial en la valorización. Para ese proceso se ha realizado el levantamiento de información, que ayudó a obtener el diagnóstico de la situación actual, elaboración del plan de valorización de residuos sólidos orgánicos considerando los recursos y presupuestos, priorizando las actividades de la implementación de la planta de valorización, sensibilización a los participantes, recolección selectiva de los residuos, entre otras.

La valorización se realiza utilizando el proceso de compostaje a través de la degradación de residuos orgánicos por microorganismos aeróbicos, armado en forma de pilas, con el monitoreo de medición de parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura, humedad) en las diferentes fases del proceso de compostaje. Obteniendo el 30 % de compost maduro aproximadamente de 1 m³ de residuos orgánicos, disponiendo esta materia prima (compost) en la propagación de las plantas del vivero municipal y como mejorador del suelo para las áreas verdes del distrito, con la finalidad de ayudar a mejorar la calidad de vida de la población de Arequipa.

INTRODUCCIÓN

El presente informe de suficiencia profesional detalla las actividades desarrolladas para la valorización de residuos sólidos orgánicos municipales en el distrito de Arequipa, entre los años 2020-2022, que son provenientes del mercado San Camilo y de las áreas verdes del distrito de Arequipa, que fortalece el desafío de la gestión de la materia orgánica, considerando la prevención y gestión adecuada de los residuos sólidos orgánicos y la disminución de la emisión de los gases de efecto invernadero que son causantes del cambio climático como lo indica la fundación del Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama), fomentando la economía circular en diferentes sectores productivos (1).

En ese sentido, según el estudio de caracterización de la Municipalidad Provincial de Arequipa del año 2019, se tiene como generación per cápita (GPC) 0.54 kg/hab./día, donde el 48.41 % son residuos orgánicos, 32.62 % son residuos inorgánicos, el 7.67 % son residuos sanitarios y el 11.30 % otros que no se pueden aprovechar; llegando a la conclusión que se puede valorizar el 81.03 % de la generación domiciliaria (2). Esto se complementa con el dato de la cantidad de generación municipal: 84.8 t/día; el incremento de la generación municipal es por la cantidad de población flotante que recibe día a día (3) el distrito de Arequipa.

De los datos presentados, el 48.41 %, que constituyen los residuos sólidos orgánicos municipales se pueden valorizar como una alternativa para reducir la cantidad de residuos que se disponen en la infraestructura de disposición final de residuos sólidos en Quebrada Honda.

Para la Municipalidad Provincial de Arequipa, es muy importante manejar adecuadamente los residuos municipales, como contar con recursos económicos que permitan operar sin dificultad en el manejo de residuos sólidos, en este sentido, en el marco del cumplimiento de la Meta 3 «implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales», planteada por el Ministerio de Economía y Finanzas, la Municipalidad Provincial de Arequipa pertenece a la categoría de clasificación de municipalidades de tipo A (4) que tienen establecidas actividades para el cumplimiento de la meta.

El presente documento consta de cinco capítulos. El Capítulo I describe los aspectos generales de la institución, el Capítulo II comprende los aspectos generales de las actividades profesionales, el Capítulo III comprende el marco teórico del tema del trabajo de suficiencia profesional, el Capítulo IV describe las actividades profesionales desarrolladas; finalmente, el Capítulo V reporta los resultados obtenidos y los aportes realizados con este trabajo de suficiencia profesional.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DE LA INSTITUCIÓN

1.1. Datos generales de la institución

La Municipalidad Provincial de Arequipa se encuentra registrada con el RUC: 20154489895, es una institución pública de gobierno local, realiza actividades de la administración pública en general y se encuentra ubicada en la calle El Filtro 501, distrito de Arequipa, provincia y departamento de Arequipa; así mismo, cuenta con varias sedes y uno de los sedes es la Subgerencia de Gestión Ambiental con dirección en el pasaje Selva Alegre s/n junto al vivero municipal y al lado del parque Ángel Vinicio Cornejo (también llamado parque Selva Alegre) (5).

1.2. Actividades principales de la institución

La Municipalidad Provincial de Arequipa es una entidad gubernamental amparada en la Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N.º 27972, Art. 80, Inciso 4.º Funciones específicas compartidas de las municipalidades distritales, señala en el «4.1 Administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y **tratamiento de los residuos sólidos**, cuando esté en capacidad de hacerlo» (6).

1.3. Reseña histórica de la institución

La Municipalidad Provincial de Arequipa es el órgano del gobierno local situada en la ciudad del mismo nombre; fue fundada el 15 de agosto de 1540 por don Manuel de Carbajal, Teniente de gobernados y Gobernador, por mandato del conquistador don Francisco Pizarro, el mismo que se constituyó como el primer alcalde; la ciudad ya contaba con un cabildo establecido, quienes desde su fundación estaban a cargo de designar autoridades competentes

y tenían el deber de asumir el cargo desde el primer día del año. Dentro de ello se encuentran los alcaldes, procuradores y otros que eran designados solamente desde un grupo de personas de círculo cerrado, que fue quebrado en una época de la guerra civil. Entonces desde el año 1853 se dio la posibilidad de elegir un alcalde de vecinos y ciudadanos, manteniendo ese sistema hasta el momento de la independencia del país y fundada nuevamente en la fecha del 4 de agosto de 1821 pasando el proceso de cabildo de Arequipa a la Municipalidad Provincial de Arequipa (7).

1.4. Organigrama de la institución

La estructura orgánica de la Municipalidad Provincial de Arequipa, según la ordenanza Municipal N.º 810-2013 - modificado por O. M. N.º 936-2015, se presenta de acuerdo con la figura 1 (8).

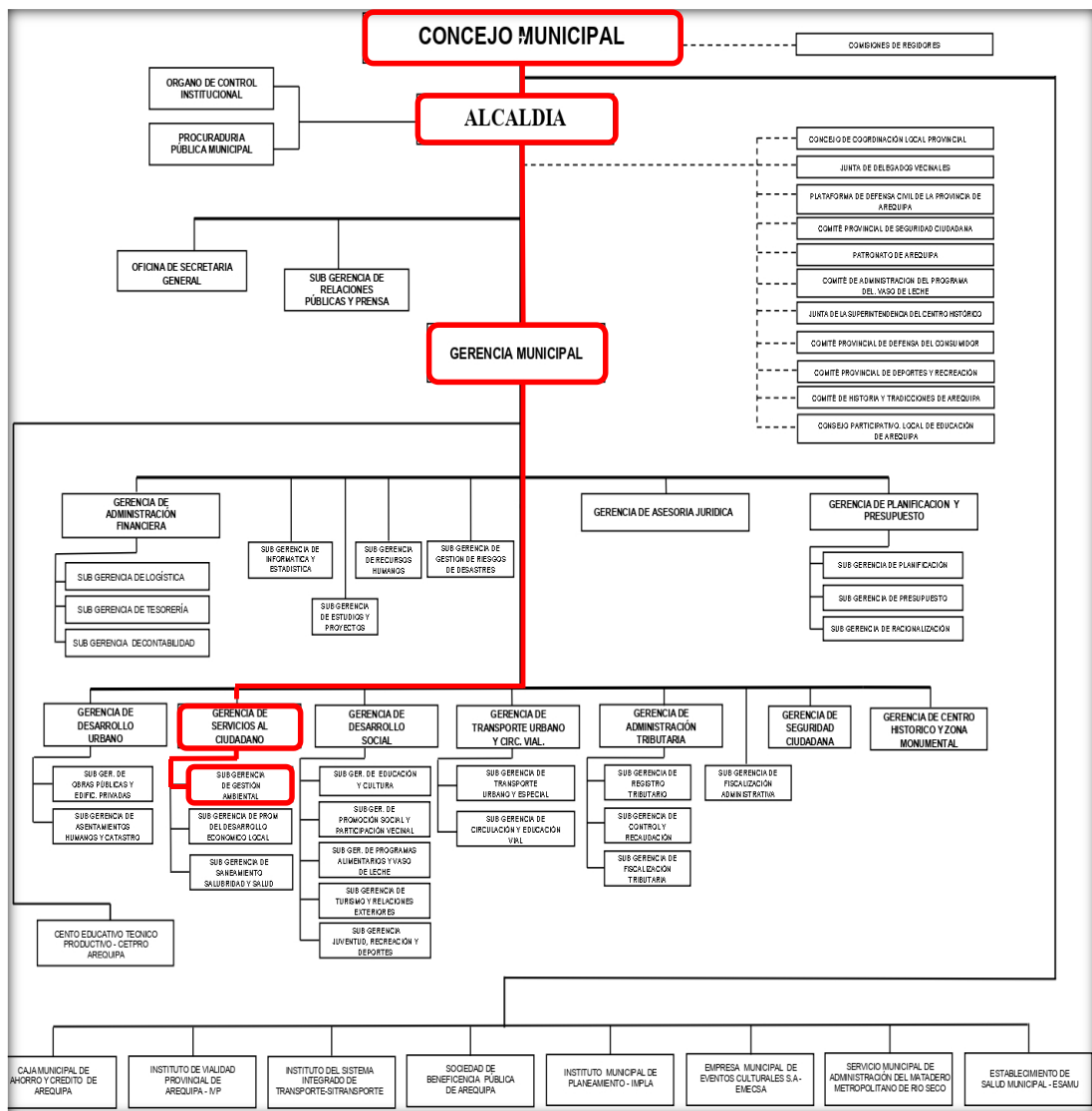


Figura 1. Organigrama de la Municipalidad Provincial de Arequipa (8)

1.5. Visión y misión

Se encuentra publicada en el sitio web muniarequipa.gob.pe la misión y visión de la Municipalidad Provincial de Arequipa (9).

1.5.1. Misión institucional

Promover la adecuada prestación de servicios públicos y el desarrollo sostenible y armónico para la ciudadanía arequipeña con calidad, transparencia y ética.

1.5.2. Visión institucional

Arequipa, Patrimonio Cultural de la Humanidad, consolidada como nodo estratégico de desarrollo de la zona centro occidental de Sudamérica.

1.6. Bases legales o documentos administrativos

La Municipalidad Provincial de Arequipa cuenta con el planeamiento y organización de los instrumentos de gestión, planes y políticas, que regulan las actividades en la entidad (10).

Bases legales

- Constitución Política del Perú
- Ley N.º 27972, Ley Orgánica de Municipalidades
- Ley N.º 28611, Ley General del Ambiente
- Ley N.º 29332, Plan de Incentivos a la Mejora de Gestión Municipal
- Ley N.º 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- Ley N.º 27783, Ley de Bases de la Descentralización.
- Ley N.º 26664-1996 Dictan disposiciones referidas a la administración de las áreas verdes de uso público
- Ley N.º 30754, Ley marco sobre Cambio Climático
- D. S. 012-2009-Minam Decreto Supremo que aprueba la política nacional del ambiente
- D. S. 023-2021-Minam, Decreto Supremo que aprueba la política nacional del ambiente al 2030 (deroga el D. S. 012-2009-Minam)
- D.L. N.º 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos
- D. L. N.º 1501, modificatoria del D. L. N.º 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos
- D. S. 014-2017-Minam, Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y modificatoria
- D. S. N.º 001-2022-Minam, que modifica el Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobado mediante Decreto Supremo N.º 014-2017-Minam, y el Reglamento

de la Ley N.º 29419, Ley que regula la actividad de los recicladores, aprobado mediante el Decreto Supremo N.º 005-2010-Minam

- R. M. N.º 131-2021 Minam, «Guía para el funcionamiento del Sistema local de gestión ambiental (SLGA)»
- Ordenanza Municipal N.º 1151-2019, de aprobación de la agenda ambiental de Arequipa hacia el Bicentenario 2019-2021.
- Ordenanza Municipal N.º 1232-2021, que aprueba la Política de áreas verdes de la provincia de Arequipa.
- Ordenanza Municipal N.º 1270-2022, que aprueba el Plan de Gestión Integral para el manejo de las áreas verdes urbanas de la provincia de Arequipa

Instrumentos de gestión

- ROF (Reglamento de organización y funciones)
- MOF (Manual de organización y funciones)
- Mapro (Manual de procedimientos)
- TUPA (Texto único de procedimiento administrativo)
- Tusne (Texto único de servicio no exclusivo)
- RIT (Reglamento interno de trabajo)
- RIS (Reglamento interno de los servidores civiles)

Planes y políticas

- POI (Plan operativo informático)
- PEI (Plan estratégico institucional)
- Pigars (Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos)
- Programa de segregación en la fuente de valorización de los residuos.
- Política de áreas verdes de la provincia de Arequipa
- Plan de gestión integral para el manejo de las áreas verdes urbanas de la provincia de Arequipa.

1.7. Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales

Las actividades profesionales se han desarrollado en la **Subgerencia de Gestión Ambiental**, que es una de las tres subgerencias que está a cargo de la Gerencia del Servicio al Ciudadano, que es un órgano de línea, responsable de programar, dirigir, ejecutar, controlar y supervisar las actividades de diferentes procedimientos.

De acuerdo con el Reglamento de organización y funciones (ROF-2015), Art. 97, indica las funciones y atribuciones de Subgerencia de Gestión Ambiental son los siguientes (11):

- «Programar, dirigir, ejecutar, coordinar, supervisar y controlar las actividades relacionadas con el mantenimiento de las áreas verdes, parques y jardines y la preservación del ambiente en la provincia de Arequipa; incorporando la política nacional de gestión del riesgo de desastres.»
- «Programar, coordinar, ejecutar, evaluar y monitorear los planes de gestión ambiental local, orientado a lograr el desarrollo sostenible de la provincia de Arequipa.»
- «Coordinar con la Subgerencia de Fiscalización Administrativa las actividades de fiscalización en la emisión de humos, gases, ruidos molestos y demás elementos contaminantes del ambiente.»
- «Dirigir, controlar y monitorear las actividades vinculadas con la gestión, protección y conservación ambiental; incorporando la política nacional del ambiente, plan nacional y ejes estratégicos nacionales.»
- «Formular proyectos ambientales, orientados a mejorar la calidad de aire, manejo y gestión de residuos sólidos y otros en el marco de la Agenda Ambiental Local de la provincia de Arequipa.»
- «Actuar de Secretaría Técnica de la Comisión Ambiental de Arequipa CAM-Arequipa; así como coordinar con los diferentes niveles de gobierno nacional, regional y local, para la correcta aplicación de los instrumentos normativos de gestión ambiental.»
- «Monitorear y supervisar los Planes de Manejo Ambiental de la jurisdicción, coordinando la imposición de sanciones con la Subgerencia de Fiscalización Administrativa.»
- «Participar en la formulación y ejecución del Plan Integral de Forestación y Reforestación Urbana y Rural de la provincia de Arequipa.»

- «Coordinar con el Ministerio del Ambiente para cumplir con las normas que regula la actividad de recicladores de residuos sólidos de gestión municipal.»
- «Coordinar, ejecutar y monitorear programas de implementación y conservación de los parques, jardines y fuentes ornamentales; así como promover la recuperación de parques, bosques naturales en el ámbito provincial de Arequipa.»
- «Elaborar el Plan de Manejo y el estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios del distrito Arequipa.»
- «Formular, actualizar, monitorear y evaluar el Pigars de la provincia de Arequipa; así como evaluar y emitir los informes técnicos de los Planes de Manejo de Residuos Sólidos presentados por municipalidades distritales y centros poblados.»
- «Realizar el seguimiento y monitoreo de los programas de segregación en la fuente y la recolección selectiva de residuos sólidos municipales.»
- «Evaluar y emitir informe técnico respecto a funcionamiento de plantas de transferencia, rellenos sanitarios, tratamiento, disposición final de residuos sólidos dentro del marco de las competencias municipales y normatividad legal ambiental.»
- «Evaluar y emitir informe técnico respecto a funcionamiento de operadores de residuos sólidos municipales, conforme a la normatividad legal correspondiente.»
- «Administrar, organizar y dirigir la implementación del vivero municipal; así como promover la implementación de centros de producción de especies nativas y jardines botánicos.»
- «Promover actividades interinstitucionales, orientados a proteger de la radiación ultravioleta a la población en general; así como proponer e implementar políticas sobre cambio y variabilidad climáticos.»
- «Promover la práctica de cultura ambiental en la ciudadanía en general, mediante campañas de sensibilización para mitigar la contaminación ambiental.»

- «Formular, ejecutar y evaluar el Plan operativo institucional de su dependencia; así como elaborar la estadística de las acciones y resultados de su ejecución.»
- «Dar trámite a los procedimientos administrativos de su competencia emitiendo los informes técnicos correspondientes, en observancia con el TUPA vigente.»
- «Coordinar la formulación de normas y planes para los procesos de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres, de conformidad con el Sistema nacional de gestión de riesgos de desastres (Sinagerd).»
- «Cumplir las normas del Sistema nacional de control; así como la implementación de las recomendaciones emitidas por el órgano de control institucional.»
- «Cumplir con las normas dispuestas por el Organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA); así como levantar e implementar las recomendaciones emitidas por este organismo.»
- «Calificar y categorizar los proyectos de inversión y términos de referencia de estudios de impacto ambiental, emitiendo los informes técnicos para su correspondiente aprobación; así como evaluar los estudios de impacto ambiental para su aprobación.»
- «Coordinar con la Subgerencia de Fiscalización Administrativa el seguimiento y fiscalización de estudios de impacto ambiental aprobado, imponiendo las sanciones administrativas en caso de incumplimiento.»
- «Proponer políticas y normas que regule la conservación y preservación del ambiente en el ámbito de sus competencias.»
- «Otras que le asigne la Gerencia del Servicio al Ciudadano y que sean de su competencia.»

1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la institución

1.8.1. Cargo desempeñado

Asistente Ambiental en la unidad orgánica de la Subgerencia de Gestión Ambiental (12).

1.8.2. Responsabilidades del bachiller

- «Levantamiento de datos e información de piloto de valorización – compostaje».
- «Planificar, en coordinación con la subgerencia, las actividades necesarias para implementar una planta de valorización».
- «Elaborar, en coordinación con la subgerencia, el Plan anual de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales».
- «Ejecutar actividades para implementar la valorización de residuos sólidos orgánicos».
- «Consolidar la información con el reporte de toneladas de residuos sólidos orgánicos municipales recolectados y valorizados».
- «Desarrollar procesos de Gestión para la sensibilización, educación y capacitación comunicativa, para la implementación del piloto de valorización».
- «Desarrollar procesos de gestión para la sensibilización, educación y capacitación comunitaria, para la implementación del piloto de valorización».
- «Articulación de organizaciones a los procesos dentro del marco de la valorización».
- «Participar en los procesos de planeación de la gestión ambiental».
- «Presentar informes mensuales del cumplimiento de acciones».
- «Cumplir las disposiciones relativas a la Ley de transparencia y acceso a la información pública y el código de ética de la función pública».
- «Las demás que le asigne la Subgerencia de Gestión Ambiental y que sean de su competencia».

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional

La Municipalidad Provincial de Arequipa, en lo que se refiere a la Gerencia de Servicio al Ciudadano, se encarga de los servicios básicos para la población como es la limpieza pública y el manejo de áreas verdes y el abastecimiento de mercados.

La Subgerencia de Gestión Ambiental cuenta con un conjunto de profesionales en el ámbito administrativo como especialistas de diferentes temas ambientales, monitoreo de ruido, calidad de aire, instrumentos de gestión, programa Educca, áreas verdes, residuos sólidos inorgánicos y orgánicos, que de acuerdo con sus competencia forman la secretaría técnica de la Comisión Ambiental Municipal (CAM-Arequipa) y de los grupos técnicos para desarrollar diferentes temas de la problemática e interés de la provincia de Arequipa. Tiene a su cargo el área del departamento de Parques y Jardines con integrantes de 160 obreros para realizar trabajos de campo en manejo de las áreas verdes.

Asimismo, en las actividades de mantenimiento, conservación, mejoramiento de las áreas verdes y el mercado San Camilo, generan los residuos orgánicos con un potencial en valorización, sin embargo, la falta de segregación y recolección selectiva de estos residuos es una problemática que afecta la calidad ambiental. Como encargada de desarrollar actividades de valorización de residuos orgánicos, se ha realizado la parte operativa con el apoyo de personal obrero previa coordinación con el departamento de Parques y Jardines.

2.2. Identificación de oportunidades o necesidad en el área de actividad profesional

La Municipalidad Provincial de Arequipa trata de dar solución a los problemas del manejo de los residuos sólidos orgánicos municipales, buscando alternativas que permitan el aprovechamiento de manera eficiente y de forma sustentable y amigable con el ambiente para mejorar la calidad de vida de la población.

Se realizó la identificación de oportunidades y fortalezas mediante el análisis FODA para determinar las necesidades en el área de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales. Asimismo, las debilidades y amenazas que se podría tener en cuenta al momento de implementar las posibles soluciones en el manejo de residuos sólidos orgánicos de la jurisdicción. A continuación, se presenta el cuadro del análisis FODA.

Tabla 1. FODA valorización de residuos sólidos orgánicos municipales

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none">• La Municipalidad tiene autonomía en sus funciones y presupuesto.• Altos volúmenes de material orgánico que pueden valorizarse mediante la actividad de compostaje, biochar y humus provenientes del mercado San Camilo y áreas verdes del distrito de Arequipa.• Se tiene el espacio para la implementación de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales.• Personal técnico calificado para el proceso de valorización.• Instrumentos de gestión ambiental (agenda ambiental, política de áreas verdes, programas de segregación de residuos).• Personal operativo del departamento de Parques y Jardines puede ser capacitado en la valorización de residuos verdes.	<ul style="list-style-type: none">• Implementar la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos.• El programa de incentivos a la mejora de gestión municipal impulsa a que las municipalidades realicen la adecuada valorización de residuos sólidos.• Conciencia ambiental mediante la sensibilización, educación y capacitación a la población en el manejo de residuos orgánicos.• La producción de abonos orgánicos que sirve como nutrientes mejorando la calidad del suelo, beneficiando las áreas verdes del distrito.• La valorización adecuada de residuos orgánicos disminuye la cantidad que se dispone en la infraestructura de disposición final de residuos sólidos en Quebrada Honda• Mitigación de los gases de efecto invernadero a través de la adecuada valorización de residuos orgánicos.
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none">• La Municipalidad cuenta con muchos trámites burocráticos, que alarga el tiempo de disponibilidad de presupuesto para los requerimientos.• Altos volúmenes de residuos orgánicos manejados inadecuadamente pueden generar puntos críticos afectando la salud.• La municipalidad no cuenta con una planta de valorización para los residuos orgánicos.• No se ejecutan los instrumentos de gestión por parte de los funcionarios.• No se cuenta con un personal de campo calificado ni estable que desarrolle la valorización de los residuos orgánicos.• Exceso de gastos económicos en el traslado de los residuos hasta la infraestructura de disposición final de residuos sólidos en Quebrada Honda.	<ul style="list-style-type: none">• El manejo inadecuado de residuos sólidos orgánicos atenta contra la salud pública, favoreciendo la aparición de enfermedades infectocontagiosas y otros.• Fiscalización y sanción a la municipalidad por el incumplimiento del marco normativo vigente.• Disminución de la vida útil de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos en Quebrada Honda.• Incremento de los gases de efecto invernadero por la inadecuada valorización de residuos sólidos orgánicos.

Habiéndose desarrollado la tabla de FODA se hizo notar que la mayor oportunidad es la valorización de residuos orgánicos municipales, con la necesidad de aumentar conciencia ambiental mediante la sensibilización, educación y capacitación a la población sobre el manejo adecuado de residuos sólidos orgánicos, como también de los beneficios de los abonos orgánicos que sirve como nutrientes mejorando el suelo de las áreas verdes del distrito.

Siendo necesaria la implementación de una planta para el proceso de valorización de estos residuos aprovechables con la planificación de actividades mediante la ejecución de los instrumentos de gestión.

2.3. Objetivos de la actividad profesional

2.1.1. General

- Realizar la valorización de los residuos sólidos orgánicos municipales, provenientes del mercado San Camilo y áreas verdes del distrito de Arequipa de los años 2020-2022.

2.1.2. Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación de la valorización de los residuos sólidos orgánicos municipales, provenientes del mercado San Camilo y áreas verdes del distrito de Arequipa.
- Implementar y fortalecer de manera progresiva la planta de valorización para el manejo de los residuos sólidos orgánicos municipales, provenientes del mercado San Camilo y áreas verdes del distrito de Arequipa.
- Sensibilizar y capacitar sobre el adecuado manejo de residuos sólidos orgánicos a la población incrementando la conciencia ambiental.
- Desarrollar el cumplimiento de la Meta 3: Actividad 2: «Valorización de residuos sólidos orgánicos» del Programa de incentivos a la mejora de gestión municipal.

2.4. Justificación de la actividad profesional

Habiéndose evaluado la Política nacional del ambiente, se observan 8 problemas ambientales, donde cada uno tiene establecido un objetivo prioritario a desarrollarse hasta el año 2030, siendo uno de los objetivos primordiales es «Incrementar la disposición adecuada de los residuos sólidos» desarrollando los siguientes indicadores de logro; 1) donde el 2.91 % de

residuos sólidos municipales se deben valorizar y el 63.24 % de residuos municipales generados se debe disponer una infraestructura final adecuada, cumpliendo lineamientos y bajo la responsabilidad del Ministerio del Ambiente (Minam) (13).

El Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y el Minam en el marco del Programa de incentivos a la mejora de gestión municipal, informa que en el año 2020 a nivel nacional se genera un total de 7 906 913 toneladas de residuos sólidos municipales, donde el 57.64 % son residuos orgánicos potenciales que pueden ser valorizados; sin embargo, las municipalidades en el Perú solamente logran valorizar el 0.64 % en actividades como es el compostaje, es así que la valorización de residuos orgánicos e inorgánicos de municipios presenta una brecha del 91.61 % en función a la cantidad total de residuos sólidos municipales generados, considerando el incremento de residuos cada año, por ello el trabajo coordinado de ambos ministerios, MEF y Minam, promueve a las municipalidades que efectúen la valorización de residuos sólidos antes de su disposición final en el relleno sanitario, estableciendo para su cumplimiento con una valla con la cantidad en toneladas de residuos sólidos orgánicos municipales por valorizar, el mismo que sugiere criterios técnicos para la implementación de una planta de valorización de residuos orgánicos (14).

Que en el ámbito urbano de la provincia de Arequipa se tiene un potencial de 58.74 % de residuos orgánicos municipales (3), que pueden reaprovecharse utilizando diversas técnicas, procesos y metodologías para su valorización hasta convertir en un producto que ingrese a la economía circular.

Siendo necesario que un especialista ejecute las actividades, asimismo, para planificar las acciones necesarias para la implementación de la valorización de residuos sólidos orgánicos municipales que permitirá la reducción de residuos orgánicos dispuestos en la infraestructura de disposición final de residuos sólidos en Quebrada Honda y con el proceso de valorización permitirá disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, que ocasionan el calentamiento global y la contaminación del ambiente.

2.5. Resultados esperados

- Realizar el diagnóstico de la situación de la valorización de los residuos sólidos orgánicos municipales, provenientes del mercado San Camilo y áreas verdes del distrito de Arequipa en el año 2020.

- Implementar y fortalecer de manera progresiva la planta de valorización para el manejo de los residuos sólidos orgánicos municipales, provenientes del mercado San Camilo y áreas verdes del distrito de Arequipa durante los años 2020 al 2022.
- Sensibilizar y capacitar a la población sobre el manejo de residuos sólidos orgánicos, incrementando la conciencia ambiental, de los generadores del mercado San Camilo, juntas vecinales, instituciones educativas, voluntarios ambientales y el personal del departamento de Parques y Jardines.
- Cumplir la Actividad 2: «Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales», establecidas según la Meta 3 establecida del Programa de incentivos a la mejora de gestión municipal en los años 2020, 2021 y 2022, esperando valorizar en el año 2020 la cantidad de 80 t, en el año 2021 la cantidad de 100 t y en el año 2022 con la cantidad de 120 t.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Bases teóricas de la metodología o actividades realizadas

3.1.1. Residuos sólidos

De acuerdo con el Decreto Legislativo N.º 1278, Ley de gestión integral de residuos sólidos, en el anexo correspondiente a las definiciones se manifiesta que:

Los residuos sólidos son considerados como aquellos objetos resultantes del consumo o utilización de un servicio que desprende el poseedor, pasando posteriormente a un proceso de valorización de los residuos sólidos, y en última instancia a su disposición final. Estos residuos pueden ser clasificados en base a su fase, que puede ser sólida o semisólida, así como, recipientes cuyo contenido es líquido y gaseoso; sin embargo, debido a sus características fisicoquímicas, es inviable su disposición en los sistemas de tratamiento de emisiones y efluentes y por consiguiente no pueden ser vertidos al ambiente. En ese contexto, los desechos que se encuentran en fase líquida o gaseosa deben de ser acondicionados adecuadamente para su correcta disposición final (4).

Los residuos sólidos se clasifican según su origen en residuos domiciliarios, residuos comerciales, residuo de limpieza o espacios públicos, residuos de establecimiento de atención de salud, residuo industrial, residuos de las actividades de construcción, residuos agropecuarios, residuos de instalaciones o actividades especiales (15).

Hay muchos tipos de residuos sólidos. Según su origen: domiciliario, comercial, de limpieza de espacios públicos, de establecimiento de atención de salud, industrial, de las actividades de construcción, agropecuario, y de instalaciones o actividades especiales. Según su gestión: de ámbito municipal y de ámbito no municipal. Según su peligrosidad: peligrosos y no peligrosos (16).

Los residuos sólidos municipales están conformados por materiales que la gente de una región ya no desea debido a que están descompuestos, rotos o no tienen otro uso o valor, incluyendo los residuos domésticos, de establecimientos comerciales, instituciones y de algunas fuentes industriales (17).

❖ **Residuos sólidos urbanos**

Son aquellos residuos sólidos que se generan en las viviendas particulares, comercios, oficinas y servicios, así como, los residuos procedentes de la limpieza de vías públicas, áreas verdes, recreativas y playas, o aquellos residuos procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria. Su volumen es menor a comparación de otros residuos, sin embargo, en las últimas décadas se ha evidenciado un acelerado incremento debido a los hábitos de consumo y la concentración demográfica en las ciudades (18).

❖ **Manejo de residuos sólidos**

Alrededor del mundo se aborda el manejo de residuos sólidos, ya que representa un problema global, en el caso de las grandes ciudades la generación de residuos sólidos se incrementa por diversos factores, como el crecimiento poblacional, el desarrollo del sector industrial, o cambio de nivel de vida. Las etapas mediante las que se realiza el manejo de residuos sólidos son las siguientes: generación, almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, tratamiento, además, disposición final (19).

A nivel nacional, el Minam reporta que el manejo de residuos sólidos se refiere a las actividades técnicas operativas de residuos que involucran la manipulación, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final desde la generación hasta su disposición final (20).

❖ **Caracterización de los residuos sólidos municipales**

Es una herramienta que permite recolectar información primaria acerca de las principales características de los residuos sólidos orgánicos municipales, para su

caracterización se deben de considerar los siguientes criterios: cantidad, densidad, composición y humedad delimitado al área geográfica al que pertenece; es así como en base a la información reunida se puede realizar la planificación y gestión del manejo adecuado de los residuos sólidos (21).

3.1.2. Valorización

Definición

En la Guía para el cumplimiento de la Meta 3 «Implementación de sistema de integrado de manejo de residuos sólidos municipales» define a la valorización como aquello que se inserta al ciclo productivo, buscando diferentes procesos como alternativa de reaprovechamiento y disminuir la cantidad de residuos sólidos que se disponen en los rellenos sanitarios (14).

Tipos y formas de valorización de residuos orgánicos

En el presente trabajo se ha utilizado dos formas de valorización que son las siguientes:

Compost

El compostaje es considerado como un proceso biológico aeróbico que se realiza mediante la fermentación controlada de residuos orgánicos a través de la acción de los microorganismos aerobios como bacterias y hongos; dicho proceso transforma los materiales degradables complejos en subproductos orgánicos (22).

Humus

El humus es un producto orgánico que se obtiene a través de la lombricultura. Se ha evidenciado que la aplicación de humus tiene efectos positivos en la mejora de la germinación de las plantas y el crecimiento de diferentes especies (23).

Biochar

El biochar o biocarbón es el producto de la descomposición térmica de materiales orgánicos (biomasa) con escaso o limitado suministro de oxígeno (pirólisis), a temperaturas relativamente bajas (inferiores a los 700 °C) y que es destinado a uso agrícola, lo que hace que sea diferente al carbón usado como combustible y al carbón activado (24).

Valorización de residuos orgánicos municipales

De acuerdo con la guía para el cumplimiento de la Meta 3 «Implementación de gestión integral de residuos sólidos municipales», recomienda para la ejecución del proceso varios pasos a seguir, tal como se menciona a continuación (14):

Paso 1: Se debe realizar un análisis situacional y planificar las acciones que se desarrollará para el proceso de valorización en el transcurso del año, considerando los insumos y requerimientos presupuestos.

Paso 2: Se debe continuar con el proceso del desarrollo de las acciones planificadas considerando todos los aspectos para su ejecución, ya sean administrativas o equipos y herramientas que se requieran.

Paso 3: Se debe desarrollar la sensibilización y capacitación a todas las personas que participen en la valorización de residuos sólidos orgánicos en los temas de la correcta segregación en la fuente.

Paso 4: Se debe realizar el registro y el empadronamiento de los participantes que entregarán los residuos segregados a la municipalidad, estos pueden ser provenientes de áreas verdes, mercados, instituciones públicas y privadas, entre otros.

Paso 5: En esta etapa la municipalidad desarrolla el proceso de recolección priorizando la frecuencia y rutas establecidas según el empadronamiento desarrollado con la finalidad de valorizar en el lugar adecuado.

Paso 6: En esta etapa se debe hacer un cálculo de la capacidad operativa de la planta de valorización que se ha implementado y la realización de registro de los residuos orgánicos que ingresan, recolectan o valorizan durante el periodo.

Paso 7: Se desarrolla el reporte de la cantidad de residuos sólidos orgánicos que se ha valorizado durante la primera fase que es desde enero a junio, para la obtención del puntaje asignado según la guía de la Meta 3 «Implementación de sistema un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales».

Paso 8: Al culminar se continúa con el reporte de la cantidad de residuos sólidos orgánicos que se ha valorizado durante la segunda fase que es desde julio a diciembre y el desarrollo del informe anual.

Planta de valorización

Definición

Es una infraestructura destinada a transformar los procesos utilizando métodos biológicos o químicos, de los residuos sólidos del ámbito municipal, con la finalidad de obtener insumos, materiales o recursos, donde estos se pueden incluir en la cadena de las actividades extractivas; acciones que deben ser realizadas por las municipalidades o empresa operadora de residuos sólidos (EO-RS) (25), de la misma forma en el Decreto Supremo N.º 014 – 2017-Minam, aprobación del Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278, decreto legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de residuos sólidos, indica respecto a la planta de valorización lo siguiente:

Condiciones mínimas de la planta de valorización

Indica que no deben estar ubicados dentro del área de zonificación que estén destinados a zona residencial, comercial o recreacional, de la misma manera, no debe dificultar el desplazamiento ya sea del peatón o vehículo.

A la vez, la infraestructura de la planta debe contar con el sistema de lavado, limpieza y fumigación, disponiendo un canal de desfogue de agua condicionados de acuerdo con el lugar donde se encuentre la planta y sus condiciones climáticas.

Características de la planta de valorización

El área implementada para la valorización debe tener un diseño que permita realizar la maniobra y operación de vehículos sin que afecte el proceso de valorización del material dispuesto, los que deben estar señalizados por ambiente, estos con sus respectivos sistemas de iluminación y ventilación, para ello, la planta debe tener perímetros cercados con un piso impermeable, de la misma forma, debe tener el sistema de contraincendios.

Capacidad operativa

La capacidad operativa es la cantidad de toneladas de residuos valorizados que se quiera utilizar en la planta de valorización diseñada, de acuerdo con la tecnología que se utiliza.

3.1.3. Compostaje

Definición

El método de compostaje es una de las alternativas para realizar la valorización de residuos orgánicos municipales, donde la materia orgánica es degradada por los

microorganismos aerobios, el tiempo de degradación depende por el tipo de componentes que se utilizan en el proceso de compostaje (26). En el caso de la municipalidad se utiliza los residuos orgánicos que son no domiciliarios (áreas verdes y mercados).

Ventajas de compostaje

El producto obtenido a través de la degradación de los microorganismos de los residuos sólidos orgánicos tiene grandes ventajas según la calidad del producto:

- Mejora la estabilidad estructural del suelo porque tiene humedad y porosidad.
- Aumenta la capacidad de retención hídrica, es bueno para las zonas agrícolas.
- Regula el pH y la actividad microbiana.
- Reduce la erosión y evaporación.

Fases del compostaje

El proceso de compostaje transcurre con diferentes cambios a nivel de la temperatura de acuerdo con la intervención de los microorganismos aeróbicos (que necesitan oxígeno), que degradan los residuos considerando algunos factores como es el componente de la materia, aireación y el tamaño de la partícula, pasando por las siguientes fases (27):

Fase mesofílica I

El proceso de compostaje una vez armadas las pilas de compost con el paso del tiempo inicia con la actividad microbiana donde, a pocas horas, poco a poco se incrementa la temperatura desde los (20 °C hasta los 45 °C) tiempo que remarca dicha fase.

Fase termofílica

Esta fase también es llamada como fase de higienización por que se encuentra con una temperatura superior a los 45 °C donde muchos microorganismos a temperatura de mesófilo desaparecen por el incremento de la temperatura, ayuda a que el material se encuentre libre de patógenos dañinos como *Escherichia coli* y dura por un tiempo según las actividades de los microorganismos.

Fase mesofílica II

Esta fase se llama también como fase de enfriamiento donde la mayor cantidad de materia se encuentra descompuesta, por ello, poco a poco se reactivan los microorganismos mesófilos, hasta llegar a la temperatura ambiente.

Fase de maduración

Para alcanzar la fase de maduración el material orgánico debe encontrarse descompuesto y trabaja a temperatura ambiente, incluyendo a nuevos grupos de organismos como anélidos, ácaros o insectos que completan el proceso del compostaje.

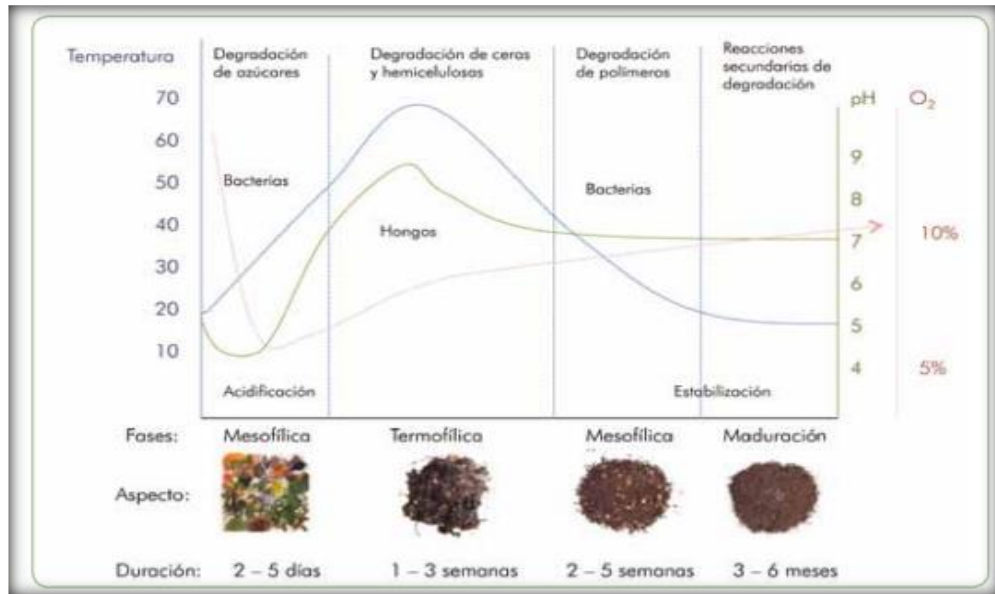


Figura 2. Fases del proceso de compostaje (28).

Monitoreo de compostaje

El control del monitoreo del proceso de compostaje es fundamental, ya que si se mantiene dentro del rango garantiza la calidad del producto que se va a obtener, donde se debe tener en cuenta desde el inicio algunos criterios básicos como el método o técnica que se va utilizar, condiciones ambientales y climáticas, tipos de residuos sólidos orgánicos, parámetros que afectan el crecimiento y reproducción de los microorganismos durante el proceso de compost, a continuación se detallan los factores fisicoquímicos a monitorear (26).

a) Oxigenación o aireación

La oxigenación es sumamente importante, ya que el proceso de compostaje se realiza con microorganismos aeróbicos que requieren oxígeno, la disminución de estos pueden generar la aparición de microorganismos anaeróbicos que traen consecuencias negativas, generando un ambiente de anaerobiosis, esto trae como consecuencia malos olores, presencia de ácido sulfhídrico (H₂S), metano y vectores; sin embargo, la aireación excesiva genera enfriamiento de la masa, por ello, el control adecuado de la oxigenación considerando los otros factores es primordial para el crecimiento de los microorganismos y la degradación de la materia orgánica.



Figura 3. Volteo mecanizado de compost (29)

b) Humedad

La humedad en el proceso de compostaje debe tener un rango de 45 % a 60 % de agua en peso del material base, ya que ayuda a disolver la materia para que los microorganismos transporten sus nutrientes y actúen en el proceso de degradación de la materia orgánica en el tiempo establecido, si se llega a incrementar la humedad a lo establecido, corre el riesgo de que no circule el oxígeno, siendo reemplazado por otro tipo de microorganismos no deseados, cuando la humedad es inferior a lo mencionado reduce la actividad microbiológica alargando el tiempo del proceso de compostaje.

El monitoreo de la humedad se puede utilizar haciendo la prueba del puño para determinar el porcentaje ideal de humedad.

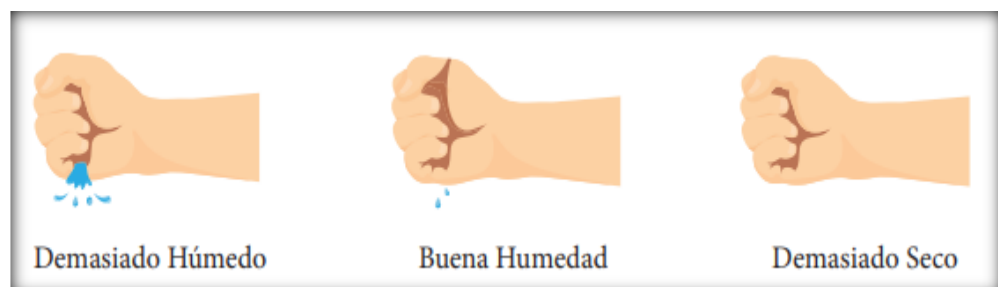


Figura 4. Prueba de humedad del compostaje (30)

c) Temperatura

La temperatura es un indicador importante que afecta a los microorganismos que se encargan en el proceso de degradación y es dependiente de los factores de la humedad, donde la temperatura es proporcionada por la actividad microbiana, donde al realizar la intervención generan oxidación biológica exotérmica, el compostaje durante su proceso pasa por 4 fases de temperatura, ya que el paso adecuado de estas fases garantiza la higienización del material orgánico, eliminando semillas de mala hierbas y microorganismos y patógenos que pueden ser perjudiciales.

Tabla 2. Temperatura para eliminación de algunos patógenos

Microorganismos	Temperatura (°C)	Tiempo de exposición
<i>Salmonella spp.</i>	55	1 hora
	65	15-20 minutos
<i>Escherichia coli</i>	55	1 hora
	65	15-20 minutos
<i>Brucela abortus</i>	55	1 hora
	65	3 minutos
<i>Parvovirus bovino</i>	55	1 hora
Huevos de <i>Ascaris lumbricoides</i>	55	3 días

Nota: tomada de Román et al. (28)

d) pH

Este parámetro durante el proceso de compostaje se debe mantener lo más cerca al neutro entre (6 y 7.5) para el desarrollo adecuado de la mayoría de los microorganismos, influye en las reacciones bioquímicas; sin embargo, los valores menores de 5.5 y mayores de 8, impide el crecimiento de los microorganismos del proceso de compost, sin embargo, la variación del pH depende del tipo de residuos que se utiliza para el armado de las pilas de compostaje.

Tabla 3. Parámetros de pH óptimos

pH	Causas asociadas	Soluciones	
<4.5	Exceso de ácidos orgánicos	Los materiales vegetales como restos de cocina y frutas liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio.	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N.
4.5 - 8.5 Rango ideal			
>8.5	Exceso de nitrógeno	Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, con una deficiencia en la relación C:N, asociado a humedad y altas temperaturas, se produce amoníaco, alcalinizando el medio.	Adición de material más seco y con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín).

Nota: tomada de Román et al. (28)

e) Tamaño de partículas

La actividad microbiana está relacionada con el tamaño de partícula, esto es, con la facilidad de acceso al sustrato. Si las partículas son pequeñas, hay una mayor superficie específica, que facilita el acceso al sustrato. El tamaño ideal de los materiales para comenzar el compostaje es de 5 a 20 cm.

La densidad del material y, por lo tanto, la aireación de la pila o la retención de humedad, están estrechamente relacionados con el tamaño de partícula, siendo la densidad aproximadamente $150 - 250 \text{ Mg.m}^{-3}$. (28).

f) Relación carbono / nitrógeno

La incorporación adecuada de la mezcla de carbono / nitrógeno direcciona al proceso de descomposición adecuada de la materia orgánica, siempre en cuando se considere de manera óptima los factores de humedad, aireación y temperatura (27).

Por ello, las materias primas que serán armadas en las pilas de compostaje deben tener una relación de C/N de un rango de 25-35 para ser adecuada, sin embargo si la relación es mayor a los 35 no tendrá suficiente nitrógeno para reactivar a los microorganismos y el proceso será muy lento, si es lo contrario, menor a los 30, se tendrá exceso de nitrógeno que puede causar consecuencias negativas como la generación del amoníaco y malos olores.

Tabla 4. Relación C:N de algunos materiales usados en el compostaje

Nivel alto de nitrógeno 1:1 – 24:1		C:N equilibrado 25:1 – 40:1		Nivel alto de carbono 41:1 – 1000:1	
Material	C:N	Material	C:N	Material	C:N
Purines frescos	5	Estiércol vacuno	25:01:00	Hierba recién cortada	43:01:00
Gallinaza pura	7:01	Hojas de frijol	27:01:00	Hojas de árbol	47:01:00
Estiércol porcino	10:01	Crotalaria	27:01:00	Paja de caña de azúcar	49:01:00
Desperdicios de cocina	14:01	Pulpa de café	29:01:00	Basura urbana fresca	61:01:00
Gallinaza camada	18:01	Estiércol ovino/ caprino	32:01:00	Cascarilla de arroz	66:01:00
		Hojas de plátano	32:01:00	Paja de arroz	77:01:00
		Restos de hortalizas	37:01:00	Hierba seca (gramíneas)	81:01:00
		Hojas de café	38:01:00	Bagazo de caña de azúcar	104:01:00
		Restos de poda	44:01:00	Mazorca de maíz	117:01:00
				Paja de maíz	312:01:00
				Aserrín	638:01:00

Madurez y calidad del compost

Es la última etapa del proceso de compostaje, donde refleja el resultado del uso de los diversos métodos y el control de los factores mencionados de procesos físicos, químicos y biológicos, entre otros, a continuación se describen algunos alcances (27).

Proceso de maduración

El proceso de maduración inicia después de la fase activa del compostaje, en esta etapa la temperatura se reduce hasta llegar a la temperatura ambiente, por ello, la carga de los microorganismos suele estabilizarse creando un ambiente para que se genere nuevos microorganismos que ayuden a que el producto tenga las características deseadas para su aplicación, que no requiere el volteo de las pilas, la humedad se mantiene en un aproximado del 40 %, asimismo, se puede someter a algunas pruebas como:

Pruebas de germinación

Esta prueba se realiza en una bandeja de germinación que determina los compuestos fitotóxicos, principalmente ácidos, se realiza agregando el compost como sustrato para que germinen las semillas, donde como resultado se observa igual o mayor al 80 % de germinación, entonces significa que el compost que se obtuvo presenta una baja o nula fitotoxicidad.

Olor luego de ser almacenado

Una de las pruebas que demuestra la maduración de compost es almacenar en una bolsa y cerrarlo de manera hermética por un periodo de tiempo de una semana, al pasar el tiempo se abre la bolsa y si es compost maduro emitirá un olor a tierra, de lo contrario, si falta culminar, se producirá fermentación anaeróbica que generará un fuerte olor a podrido.

Método de observación: presenta las siguientes características, suele oler casi parecido al olor de la tierra, de la misma manera presenta una temperatura estable similar al ambiente externo, y el color que presenta el compost es café oscuro o simplemente negro.

Método de análisis químico

Es sumamente importante tener presente que el compost maduro con el adecuado proceso debe tener un pH entre 7 y 8, los más próximos al neutro, presentando

una relación de carbono / nitrógeno que sea menor a 20 con un aproximado de 15 de valor, con un análisis en metano (NH₄) de un 0.04 %, son algunos criterios.

Tabla 5. Parámetros del compostaje

Parámetro	Rango ideal al comienzo (2-5 días)	Rango ideal para compost en fase termofílica II (2-5 semanas)	Rango ideal de compost maduro (3-6 meses)
C:N	25:1 – 35:1	15/20	10:1 – 15:1
Humedad	50 % - 60 %	45 %-55 %	30 % - 40 %
Concentración de oxígeno	~10 %	~10 %	~10 %
Tamaño de partícula	<25 cm	~15 cm	<1,6 cm
pH	6,5 – 8,0	6,0-8,5	6,5 – 8,5
Temperatura	45 – 60°C	45°C-Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Densidad	250-400 kg/m ³	<700 kg/m ³	<700 kg/m ³
Materia orgánica (base seca)	50 %-70 %	>20 %	>20 %
Nitrógeno total (base seca)	2,5-3 %	1-2 %	~1 %

Calidad

Indica que el compost maduro no siempre puede asegurar la calidad del producto, ya que estos requieren de algunos factores básicos como el equilibrio de nutrientes, presencia de microorganismos benéficos, granulometría, sustancia húmica, entre otros.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1. Descripción de las actividades profesionales

4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales

Las actividades se realizaron como Asistente Ambiental a cargo de valorización de residuos orgánicos municipales, con un enfoque cualitativo en el ámbito ambiental, social y económico, cumpliendo los principios de valorización y gestionando eficientemente las estrategias y herramientas establecidos en el marco normativo vigente del manejo de residuos sólidos municipales, ya que es una preocupación mundial que afecta diferentes aristas frente al cambio climático, y es necesario tomar acciones que sean sostenibles en el tiempo. Se da inicio de las actividades profesionales con la etapa de planificación, involucrando en el proceso de evaluación y análisis al equipo técnico de la Subgerencia de Gestión Ambiental para la elaboración de documentos del Plan anual de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales que tiene acciones consolidadas según los objetivos de la institución, con su respectivo presupuesto, que será validado por los órganos de gerencias y subgerencias correspondientes de la municipalidad hasta ser aprobada con un documento de Resolución de alcaldía, para desarrollar las actividades en su totalidad de acuerdo al plan.

4.1.2. Alcance de las actividades profesionales

La actividad de implementación de manera progresiva de la valorización de residuos sólidos orgánicos municipales contempla la descripción de la etapa de planificación, e implementación de la valorización con los residuos provenientes del

mercado San Camilo y las áreas verdes del distrito de Arequipa para el cumplimiento con el reporte de las vallas establecidas en toneladas de la actividad 2 de la Meta 3 «Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales» del programa de Incentivos a la mejora de gestión municipal, involucrando en las coordinaciones y tramites diferentes subgerencias y áreas de la municipalidad, además por trabajar en una entidad provincial, las acciones de sensibilización influyen en la población de los distritos de su competencia.

4.1.3. Entregables de las actividades profesionales

Como parte del desempeño de las funciones como Asistente Ambiental, se asume el cargo de encargada de ejecutar las actividades de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales, generando entregables en documentos tipo informe de acuerdo con el nivel de jerarquía de la institución en el Sistema de tramite documentario (STD), tramites que son enviados al jefe inmediato que es la Subgerencia de Gestión Ambiental, para su validación y procedimiento según corresponda.

Algunos entregables documentarios durante el periodo de valorización son:

- Informe de Plan de trabajo para el diagnóstico de información de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales.
- Informe del diagnóstico de información de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales.
- Informe de elaboración del Plan anual de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales.
- Informe de Implementación de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales.
- Medios probatorios de capacitación y sensibilización a los generadores de residuos sólidos orgánicos municipales.
- Informe de adquisición de materiales y herramientas para el proceso de valorización para incrementar presupuesto.
- Informe de adquisición del servicio de operatividad del proceso de compostaje.

- Informe mensual de los residuos sólidos orgánicos recolectados, valorizados y producto obtenido reportado al Minam.
- Informe mensual de las actividades ejecutadas en el POI.
- Informe anual del proceso de valorización de residuos orgánicos de la Meta 3, actividad 2 «Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales».
- Informe de plan de trabajo de sensibilización a la población para el manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos.
- Informe de solicitud de apoyo de maquinaria para el movimiento y Traslado de las pilas de compostaje.
- Actas de entrega de material de compost.
- Informes de apoyo para la realización de actividades planificadas.

4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional

4.2.1. Metodologías

La metodología empleada en las actividades designadas es de tipo descriptivo y para cumplir con los objetivos asignados de valorización, en el proceso de la actividad, se debe cumplir con las recomendaciones de la guía de la Meta 3 de Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales del Programa de incentivos a la mejora de gestión municipal, establecidos por el MEF, donde los indicadores y cumplimiento de avance de la institución son impulsadas y verificadas por el Minam y estos procesos de valorización son fiscalizados en cualquier etapa del proceso de manera inopinada por el OEFA.

4.2.2. Técnicas

Las técnicas utilizadas en el trabajo profesional tienen las siguientes secuencias:

Técnica de capacitación

Son jornadas de capacitación dirigidas a los funcionarios municipales que son responsables del cumplimiento del Programa de incentivos a la mejora de gestión municipal – Meta 3, donde brindan inducción sobre el proceso de valorización de

residuos sólidos orgánicos municipales, de manera detallada, para poder asegurar la sostenibilidad de la actividad en el tiempo, con diversas metodologías que ya se aplicaron con éxito en otros lugares, metodologías que permiten a la municipalidad, al implementar, que pueda cumplir los puntajes establecidos de la Meta 3 que fue formulada por el MEF y Minam.

En lo que se refiere a la capacitación que realicé a los aliados y generadores para cumplir esta meta, se ejecutó de manera presencial utilizando talleres prácticos en campo para una mejor comprensión y de modalidad virtual (por la pandemia covid-19), a través de reuniones con Google Meet y Zoom y retransmitidas por redes sociales como Facebook.

Técnica de observación

Se realizó la observación en los procesos de compostaje de manera piloto en el parque Juan Pablo Vizcardo y Guzmán, el mismo lugar se encontró como un área de valorización orgánica temporal en los reportes del Minam, que por motivos de recreación se tuvo que acondicionar otro lugar para la implementación de la planta de valorización.

Técnicas de entrevista

Generalmente se realiza al personal obrero del departamento de Parques y Jardines quienes se involucrarán en el proceso de valorización, para tener la información básica y así tener el conocimiento, como también el interés en desarrollar acciones en el proceso de valorización.

Técnicas de planificación

Una vez recolectadas las informaciones básicas se procede a la evaluación técnica, para planificar la implementación de la valorización de residuos sólidos orgánicos de manera progresiva durante el año, según los recursos disponibles de la Municipalidad Provincial de Arequipa que comprende espacio para la implementación, materiales, vehículo, personal, presupuesto, cultura ambiental en la población y en los funcionarios para ejecutar dicha actividad.

4.2.3. Instrumentos

Para verificar el resultado de las capacitaciones se elaboró una lista de preguntas que se deben responder para conocer el nivel de aprendizaje del funcionario

a cargo del proceso de valorización y el equipo de trabajo que se involucra en su ejecución por parte del Minam.

Mediante el proceso de observación se logró registrar los datos a través de preguntas, diseños, gráficos, que ayudarán a completar el levantamiento de información del proceso de valorización *in situ*.

La lista de preguntas direccionadas a los objetivos planteados en la presente actividad genera grandes posibilidades de fortalecimiento en el proceso de valorización del generador de los participantes y del personal obrero que se involucra en el proceso de recolección de residuos sólidos orgánicos.

El registro de la lista de tareas permitió la medición de los avances de las acciones planteadas para el logro de resultados esperados según el Plan anual de valorización de residuos sólidos orgánicos.

4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

Herramientas y equipos

- ✓ 1 barreta de 1 metro y medio
- ✓ 1 rastrillo metálico de pasto
- ✓ 2 lampas cucharas
- ✓ 3 trinchas
- ✓ 1 rastrillo
- ✓ 1 chivo
- ✓ 1 jalador de pasto
- ✓ 1 carretilla
- ✓ 1 zaranda
- ✓ 1 lampa pequeña de mano
- ✓ 6 tachos de basura
- ✓ Extintor
- ✓ Plástico bicapa doble ancho

Materiales

- ✓ Manguera
- ✓ Sacos
- ✓ Respirador desechable

Instrumento

- ✓ Termómetro
- ✓ Peachímetro o cinta de pH
- ✓ Kit de medición de NPK
- ✓ Botiquín básico

Indumentaria de protección y vestuario

- ✓ Guantes anticorte con poliuretano
- ✓ Botas de jebe punta de acero
- ✓ Lentes de seguridad de sol alpinista
- ✓ Zapatos de seguridad
- ✓ Mameluco
- ✓ Mascarilla
- ✓ Sombrero ala ancha

4.3. Ejecución de las actividades profesionales

4.3.1. Cronograma de actividades realizadas

Tabla 6. Cronograma de actividades realizadas

Actividades	Descripción	Indicadores	2020				2021												2022																					
			E	F	M	A-A*	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D						
Coordinaciones generales	Coordinación de planificación y estrategias	N.º de reuniones.	■																																					
Planificación del plan anual de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales	Elaboración y descripción del proceso de recolección de los residuos sólidos orgánicos	Informe.	■																																					
Desarrollo de las acciones preliminares para la valorización	Adquisición de bienes, materiales y equipamiento para la valorización	Orden de servicio de los requerimientos.		■	■																																			
Implementación de la planta de compost	Implementación del perímetro del área de la planta con estructuras metálicas y el techado con malla <i>raschel</i>	Informes y Fotografía.							■	■																														
Sensibilización y capacitación a la población participante	Población sensibilizada con el tema de manejo adecuado de residuos orgánicos	N.º de talleres y registro de asistencia.		■					■	■																														

Registro y empadronamiento	Empadronamiento de los generadores que participan separando los residuos orgánicos en el mercado San Camilo y el registro de áreas verdes del distrito	Lista de participantes.																																			
Recolección selectiva y valorización	Recolección de residuos orgánicos segregados de la población participante	Toneladas recolectadas y valorizadas.																																			
Reporte de la cantidad de residuos orgánicos valorizados	La Municipalidad informa sobre la cantidad de residuos orgánicos valorizados de residuos orgánicos en cumplimiento de la valla anual establecida por el Minam	Toneladas valorizadas por mes.																																			
Monitoreo y seguimiento	Monitoreo de parámetros fisicoquímicos de las pilas de compost y de la implementación	Informe.																																			

Elaboración del informe final	Consolidación de información del programa anual	Informe.																																					
-------------------------------	---	----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

* no se trabajó por la pandemia covid-19

4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales

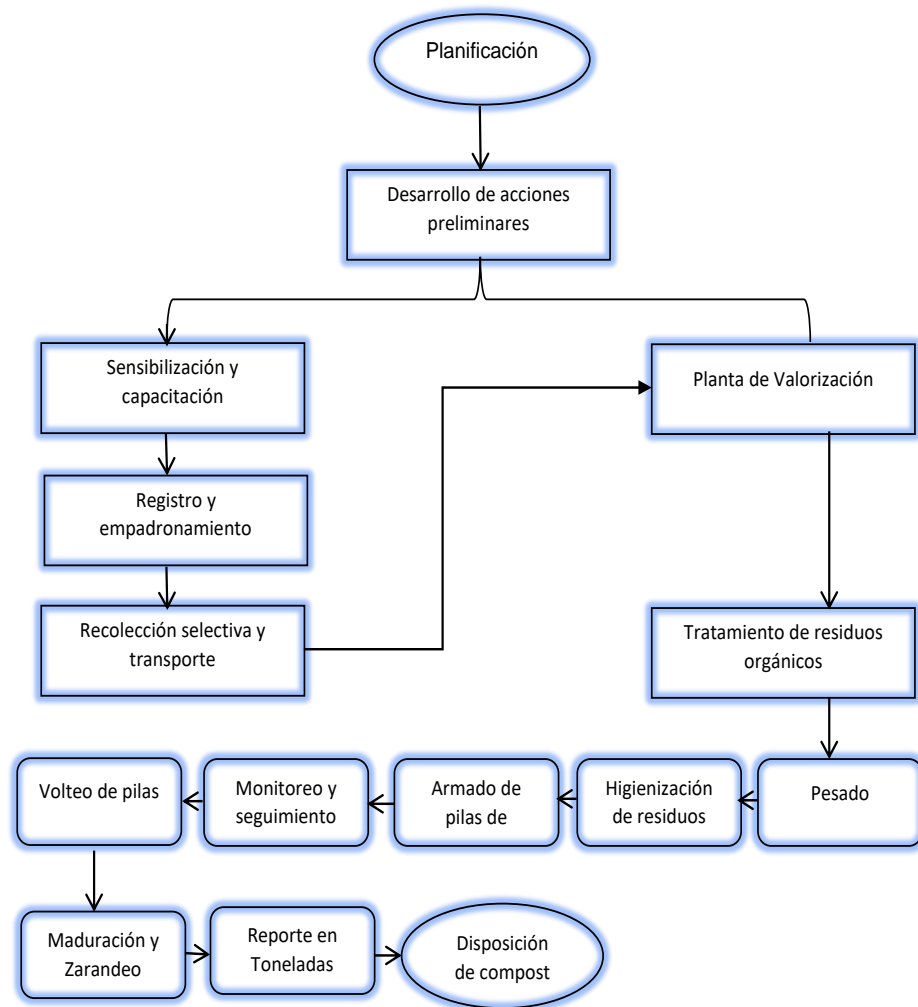


Figura 5. Proceso de las actividades profesionales desarrolladas

Descripción de la secuencia operativa

a) Planificación

Inicia con el levantamiento de información, y su posterior diagnóstico, que debe continuar con el análisis correspondiente para formular el Plan anual de valorización de residuos sólidos orgánicos donde se describe a detalle las actividades a desarrollarse, procesos e insumos necesarios, de acuerdo a la programación y disponibilidad de recursos y presupuesto establecido para la valorización de residuos sólidos orgánicos municipales del programa presupuestal N.º 0036 correspondiente a la «Gestión integral de residuos sólidos».

b) Desarrollo de acciones preliminares

En esta etapa se realizan las acciones administrativas para la adquisición de bienes o servicios según el diagnóstico (implementación de la infraestructura, equipos de protección personal, materiales, herramientas y equipos) para la implementación y desarrollo del proceso de valorización, tal como se encuentra establecido en el Plan anual de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales del distrito de Arequipa.

c) Planta de valorización

La municipalidad cuenta con un área de terreno de 2000 m² con un cerco lineal al costado de la av. Evitamiento, donde se ha previsto que 1000 m² aproximadamente, para la implementación de una planta de valorización, esta área se encuentra sin cobertura y con cerco incompleto, en donde se implementó de manera progresiva, ubicada al costado de la planta de transferencia de residuos sólidos de la Municipalidad Provincial de Arequipa, dicha planta tiene las siguientes distribuciones según la figura 6, proyectadas de acuerdo al área disponible para la valorización de residuos sólidos orgánicos.

Las distribuciones de la implementación contienen lo siguiente:

✓ Zona de descarga

Se proyecta un área aproximada de 64 m², según la llegada de los residuos que son valorizados y se ubican en una zona más cercana a las pilas de compostaje, en el mismo lugar se realiza la higienización extrayendo algunos residuos inorgánicos que tenga el material segregado a valorizar.

✓ Área de pilas de compostaje

Espacio previsto para 13 pilas de compostaje con las medidas siguientes por pila: largo 7 m, ancho 3.5 m y alto 1.5 m, para valorizar de manera progresiva según el avance planificado, sin embargo, la planta tiene una capacidad operativa para valorizar de 1,433 m³ de residuos orgánicos de manera anual aproximadamente, considerando el tiempo de 4 meses para el proceso de compostaje hasta la obtención del producto final de compost.

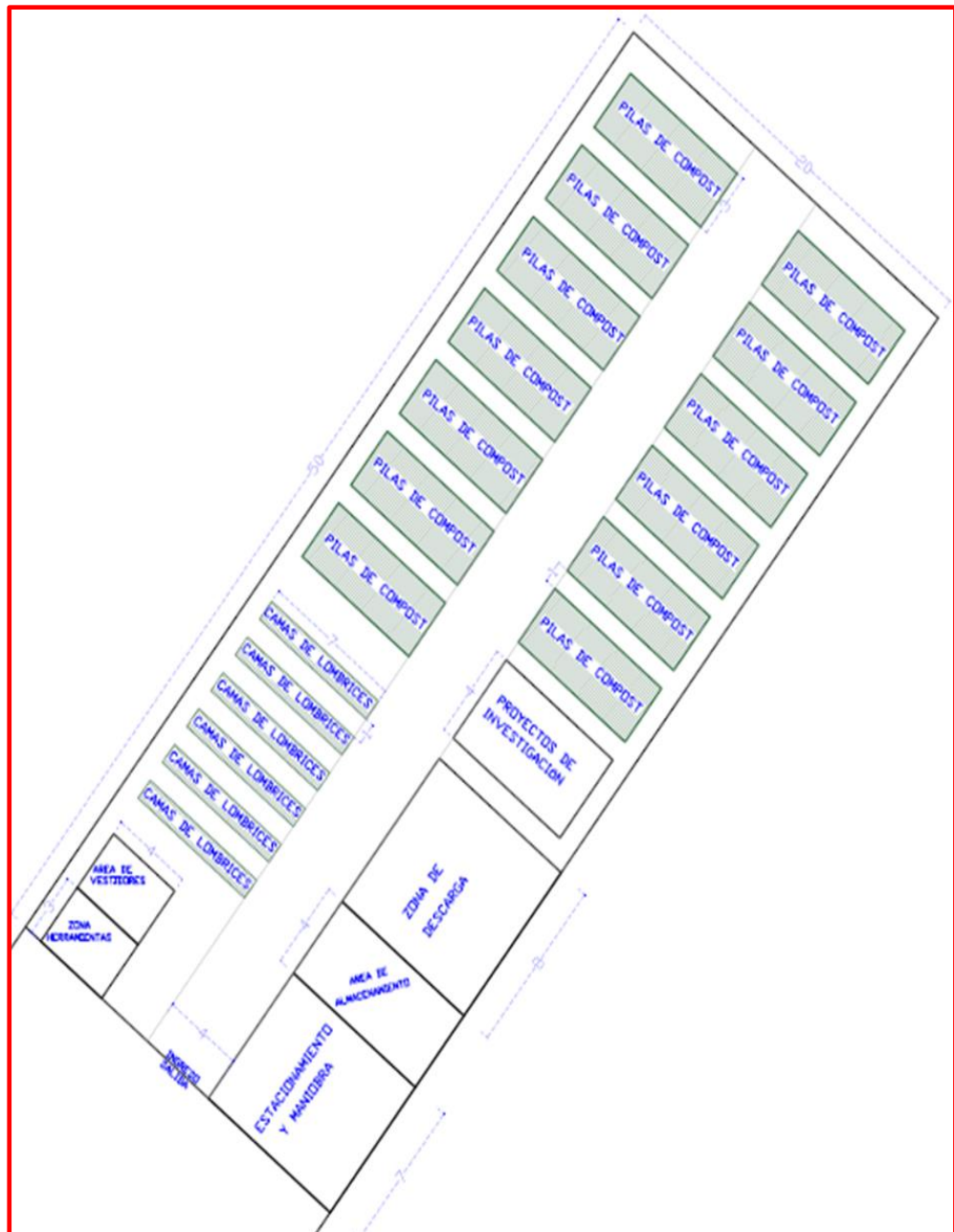


Figura 6. Distribución de la planta de valorización

d) Capacitación y sensibilización

Para obtener los residuos orgánicos de manera segregada y limpio en la planta de valorización (sin residuos inorgánicos), se debe priorizar la capacitación y sensibilización en diferentes etapas del proceso de valorización, dando inicio con el equipo técnico de la Subgerencia de Gestión Ambiental, continuando con el grupo de jóvenes voluntarios comprometidos en el proceso de sensibilización del manejo adecuado de residuos sólidos orgánicos. Una vez logrado un grupo fortalecido se procede a ejecutar la capacitación y sensibilización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos orgánicos municipales y el proceso de recolección y traslado que estará

dirigida a los generadores del centro de abasto (mercado San Camilo) y para el personal obrero del departamento de Parques y Jardines y, por último, a la población en general.

e) Registro y empadronamiento

Una vez realizado el proceso de sensibilización se procede a registrar a los participantes en el programa de segregación en la fuente, donde en adelante según la frecuencia de recolección se hará la entrega solamente de los residuos orgánicos, de la misma manera, se registra a los parques donde se recogerán los residuos de materia verde para la valorización.

f) Recolección selectiva y transporte

Para el presente proyecto se toma dos criterios según la fuente de generación que se encuentra identificado y registrado, en el mercado San Camilo los generadores de sección Frutas así como de sección Verduras que almacenan sus residuos orgánicos en contenedores acondicionados de acuerdo al criterio de espacio y sanidad, luego se entrega al personal de la municipalidad que recolecta los residuos segregados en el tiempo y frecuencia informada durante el proceso de sensibilización, de la misma forma, en las áreas verdes seleccionadas y programadas de las actividades de intervención de corte de pasto o mantenimiento de deshierbo en dichas áreas se almacenan de forma separada en un punto de acopio temporal que tiene un acceso del vehículo recolector, dicha actividades se realizan previa coordinación con el encargado y personal del departamento de Parques y Jardines, donde el recojo, como también el transporte del material segregado se realiza por un vehículo asignado por el mismo departamento hasta llegar al área destinada en la zona de descarga que se encuentra dentro de la planta de valorización ubicada en la av. Vía Evitamiento s/n, de la misma forma, para el traslado de los residuos del mercado se asigna un vehículo apropiado por la Subgerencia de Gestión Ambiental para la planta de valorización.

g) Tratamiento de residuos orgánicos

Se presenta la valorización utilizando la tecnología de la digestión aeróbica mediante el proceso de compostaje para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos de la Municipalidad Provincial de Arequipa, de acuerdo con los factores de la situación actual del tipo de residuos que se genera, cultura ambiental de la población, capacidad operativa de la planta y recursos logísticos según el presupuesto.

h) Pesaje de residuos

Cuando se realiza el proceso de descarga, los residuos son pesados y llenados en el formato de registro correspondiente para el control y monitoreo de los residuos recolectados.

i) Higienización de la materia prima

La higienización es un proceso de extracción de material inorgánico (impuro) que puede filtrarse en los residuos orgánicos segregados que se descarga en la planta de valorización, es importante esta etapa para asegurar la calidad del material utilizado en el proceso de compostaje.

j) Armado de pilas de compostaje

Una vez pesado e higienizado se procede el armado de las pilas de la materia orgánica, teniendo en cuenta la mezcla adecuada de carbono / nitrógeno (30/1), agregando como material marrón, los materiales leñosos y secos (ramas, tallos, troncos en dimensión considerable) tiene la función de mantener la porosidad frente al material verde provenientes de corte de pasto, residuos orgánicos de la sección Frutas como Verduras del mercado San Camilo, agregando el 5 % de compost maduro como activador de los microorganismos durante el proceso, todo el material se distribuye de manera homogénea, considerando los indicadores de humedad, tamaño del material según las dimensiones de la pilas de compost diseñado en el plano de distribución de la planta según el plan anual de valorización de residuos orgánicos municipales aprobado, a la vez para la optimización de recurso hídrico se cubren las pilas armadas con una lona de banner que protege la evaporación de la humedad, formando un microclima adecuado para la degradación, además el banner se cubre con la malla *raschel* para proteger del sol.

k) Monitoreo

El monitoreo y la toma de acciones según el rango óptimo ayudan a obtener resultados adecuados durante el proceso de valorización y para el presente trabajo se prioriza los siguientes:

Etapa de segregación y recolección, es donde se realiza el monitoreo cada vez que se recolecta del generador, ya que es fundamental que el participante segregue sus residuos orgánicos de manera adecuada, de lo contrario, puede que el material se encuentre contaminado con otros insumos de diferentes características, de la misma

forma, se realiza el seguimiento de las actividades intervenidas de los parques registrados para la valorización.

Proceso de compostaje, se debe tener en cuenta los tipos de residuos segregados que se dispone en la planta de valorización y una vez armado se verifica los parámetros físico químicos (humedad, temperatura, pH) de las pilas que están en el proceso de degradación por los microorganismos, considerando que se encuentre dentro del rango óptimo para obtener un producto de compost adecuado, verificando en el avance la cantidad de residuos recolectados, valorizados, así como los productos obtenidos (compost) en toneladas, que permitirán el cumplimiento de las vallas establecidas por el Minam.

Tabla 7. Monitoreo de las pilas de compostaje

Seguimiento de parámetros fisicoquímicos de una pila de compost			
Tiempo de la pila	Temperatura	Humedad	pH
29/7/2019	55	50	6.3
5/8/2019	65	55	5.8
12/8/2019	60	60	5.4
19/8/2019	58	58	5.6
26/8/2019	60	57	5.7
2/9/2019	52	55	6
9/9/2019	54	58	5.8
16/9/2019	45	60	6.2
23/9/2019	40	55	6.1
30/9/2019	38	60	6.5
7/10/2019	40	56	6.2
14/10/2019	38	52	6.9
21/10/2019	35	60	6.7
28/10/2019	30	55	7.2
11/11/2019	23	51	7
18/11/2019	22	45	7.3
25/11/2019	20	40	7.1
2/12/2019	20	35	7.2

l) Volteo de pilas de compostaje

Las pilas estáticas presentadas requieren un volteo mínimo, porque se ha priorizado en el armado de las pilas, la mezcla adecuada de material para el proceso de degradación con microorganismos, a la vez en el inicio del armado se incorpora tubos de 6" PVC de alta resistencia como aireador de forma vertical. Tomando en cuenta, que el volteo de las pilas de compostaje es de una frecuencia de quincenal a mensual con el uso de un minicargador *Bobcat* que se gestiona previa coordinación con la Subgerencia de Obras Públicas y Edificaciones Privadas de la entidad.

m) Maduración y zarandeo

La maduración es la última etapa del proceso de compost, donde se juntan más pilas de la misma temporada, para que disminuya la cantidad de humedad hasta el 40 % y puede ser zarandeado a través de una zaranda con medidas de 1.5×1.5 cm de apertura de malla, de un tamaño de 2 m de largo por 1.5 m de ancho, el material tamizado se procede a embolsar, sin embargo, el material con diámetros superiores se vuelve a utilizar para el proceso de la nueva pila de compost.

n) Reporte de la cantidad en toneladas

El control de los registros de recolección de residuos orgánicos segregados, valorizados y los productos obtenidos son reportados al Minam como parte del cumplimiento de la actividad 2 de la Meta 3 del Programa de Incentivos (PI).

o) Disposición de compost

Una vez que el compost es zarandeado se dispone a embolsar o ensaca para su utilización en el vivero municipal, como también para concientizar y sensibilizar a la población arequipeña sobre el manejo adecuado de residuos, donde se mezcla con el sustrato para ser utilizado en la propagación de plántones, también se utilizan como mejorador del suelo en las áreas verdes y actividades de forestación y difusión.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Resultados finales de las actividades realizadas

5.1.1. Diagnóstico de valorización de residuos sólidos

La Municipalidad Provincial de Arequipa viene implementando la valorización de residuos sólidos orgánicos municipales desde el año 2018, iniciando actividades de piloto de compostaje en el parque Juan Pablo Vizcardo y Guzmán provenientes de restos de espacios verdes urbanos, logrando compostar la cantidad de 11.25 t, continuando el año 2019 con 44.03 t valorizadas en las zonas del parque Juan Pablo Vizcardo y Guzmán, parque Ángel Vinicio Cornejo e iniciando la implementación de una planta de valorización de compostaje que recibe los residuos orgánicos provenientes del mercado San Camilo y áreas verdes del distrito de Arequipa.

Infraestructura: No se cuenta con una infraestructura exclusiva para la valorización, las pilas de compost que se implementaron durante el año 2018 están dentro de los parques Alto Selva Alegre y Juan Pablo Vizcardo Guzmán, y otra pequeña en el vivero municipal. Se debe mejorar el cerco y colocación de techo de la planta de valorización ubicada en la Vía de Evitamiento.

Equipamiento: Se tiene un equipamiento base, termómetro con sonda, una máquina chipeadora, cinta de pH y algunas herramientas.

Personal: No se cuenta con un personal exclusivo para la actividad de valorización, existe una debilidad en el recurso humano para la implementación del

programa de valorización; sin embargo, se tiene planificado solucionar esta falencia. Se trabaja con el apoyo del personal obrero del departamento de Parques y Jardines.

5.1.2. Resultados de la capacidad de la planta de valorización

Se logró implementar la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales como parte de las actividades de manera progresiva del Plan anual de valorización de residuos orgánicos municipales, que se detalla a continuación:

Tabla 8. Ficha técnica de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales, 2020

I. Información general					
Municipalidad Provincial de Arequipa					
Departamento	Arequipa				
Provincia	Arequipa				
Distrito	Arequipa				
Tipo de municipalidad	A				
Valla 2020 (t)	13.5				
Fecha de verificación	14-10-2020				
II. Ubicación de la planta de valorización					
Nombre	Coordenadas UTM (WGS84)			Dirección y referencia av. Evitamiento s/n al lado de la planta de transferencia de la MPA	
	Zona	Este	Norte		
Planta de valorización	18 K	229450	8186222		
III. Capacidad operativa de la planta de valorización					
N.º pilas	Dimensiones de la pila (m)			Volumen (m ³)	Funcionamiento (Sí/No)
	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)		
1	7.00	2.00	1.20	16.8	Sí
2	7.00	2.00	1.20	16.8	Sí
3	7.00	2.00	1.20	16.8	Sí
4	7.00	2.00	1.20	16.8	Sí
5	7.00	2.00	1.20	16.8	Sí
6	7.00	2.00	1.20	16.8	Sí
7	7.00	2.00	1.20	16.8	Sí
8	7.00	2.00	1.20	16.8	Sí
9	7.00	2.00	1.20	16.8	Sí
10	7.00	2.00	1.20	16.8	Sí
11	7.00	2.00	1.20	16.8	Sí
12	7.00	2.00	1.20	16.8	Sí
13	7.00	2.00	1.20	16.8	No
14	7.00	2.00	1.20	16.8	No
15	7.00	2.00	1.20	16.8	No
16	7.00	2.00	1.20	16.8	No
17	7.00	2.00	1.20	16.8	No
18	7.00	2.00	1.20	16.8	No
Capacidad operativa estimada de la planta en un proceso de valorización				302.40	

Tabla 9. Ficha técnica de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales, 2021

I. Información general					
Municipalidad Provincial de Arequipa					
Departamento	Arequipa				
Provincia	Arequipa				
Distrito	Arequipa				
Tipo de municipalidad	A				
Valla 2020 (t)	44.53				
Fecha de verificación	26-07-2021				
II. Ubicación de la planta de valorización					
Nombre	Coordenadas UTM (WGS84)			Dirección y referencia	
	Zona	Este	Norte		
Planta de valorización	18 K	229450	8186222	av. Evitamiento s/n al lado de la planta de transferencia de la MPA	
III. Descripción del proceso de valorización					
Método de valorización	Descripción			Tiempo de degradación de los residuos orgánicos	
Se utiliza el proceso de compostaje	El proceso de compostaje es a través de la degradación de microorganismos aeróbicos, que se realizan con los residuos provenientes del mercado San Camilo y de las áreas verdes del distrito de Arequipa de las actividades de limpieza de hojarasca, actividades de poda y deshierbo. Como activador se agrega 5 % de compost maduro, continuando con el monitoreo de medición de parámetros, fisicoquímico como pH, temperatura, humedad en las diferentes fases del proceso de compostaje, para su respectiva aireación o volteo hasta la maduración de las pilas de compost			El tiempo promedio según el tipo de residuos a degradarse dura 4 meses aproximadamente.	
IV. Capacidad operativa de la planta de valorización					
N.º pilas	Dimensiones de la pila (m)			Volumen (m³)	Funcionamiento (Sí/No)
	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)		
1	3	7	2	42	Sí
2	3	7	2	42	Sí
3	3	7	2	42	Sí
4	3	7	2	42	Sí
5	3	7	2	42	Sí
6	3	7	2	42	No
7	3	7	2	42	No
8	3	7	2	42	No
9	3	7	2	42	No
10	3	7	2	42	No
Capacidad operativa estimada de la planta en un proceso de valorización				420	

Tabla 10. Ficha técnica de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales. 2022.

I. Información general					
Municipalidad Provincial de Arequipa					
Departamento	Arequipa				
Provincia	Arequipa				
Distrito	Arequipa				
Tipo de municipalidad	A				
Valla 2020 (t)	55.86				
Fecha de verificación	11-07-2022				
II. Ubicación de la planta de valorización					
Nombre	Coordenadas UTM (WGS84)			Dirección y referencia	
	Zona	Este	Norte		
Planta de valorización	18 K	229450	8186222	Av. Evitamiento s/n al lado de la planta de transferencia de la MPA	
III. Capacidad operativa de la planta de valorización					
N.º pilas	Dimensiones de la pila (m)			Volumen (m ³)	Funcionamiento (Sí/No)
	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)		
01	3.5	7	1.5	36.75	Sí
02	3.5	7	1.5	36.75	Sí
03	3.5	7	1.5	36.75	Sí
04	3.5	7	1.5	36.75	Sí
05	3.5	7	1.5	36.75	Sí
06	3.5	7	1.5	36.75	Sí
07	3.5	7	1.5	36.75	Sí
08	3.5	7	1.5	36.75	Sí
09	3.5	7	1.5	36.75	No
10	3.5	7	1.5	36.75	Sí
11	3.5	7	1.5	36.75	Sí
12	3.5	7	1.5	36.75	Sí
13	3.5	7	1.5	36.75	No
Capacidad operativa estimada de la planta en un proceso de valorización				477.75	

Durante los años 2020 – 2022, las características técnicas de la planta fueron diferentes. En el año 2020 se tuvo 12 pilas operativas, en el año 2021 se verificó 5 pilas operativas, y el año 2022, 11 pilas operativas; esto debido a las variaciones en sus dimensiones; de tal manera que la capacidad operativa estimada fue de 302.40 t, 420.00 t y 477.75 t, respectivamente, logrando un promedio de 400.05 t. Los datos se presentan en las tablas 11, 12 y 13.

5.1.3. Valorización de los residuos orgánicos

Tabla 11. Residuos sólidos municipales orgánicos valorizados y la cantidad de producto obtenido, 2020

N.º	Origen	Proceso	Cantidad de residuos (t)												Peso total	
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
1	Mercados	Recolectado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Valorizado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Producto obtenido	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Mantenimiento de áreas verdes	Recolectado	0.00	6.50	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.50	28.00	26.90	22.00	0.00	114.10
		Valorizado	0.00	6.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.00	26.10	25.60	18.02	0.00	95.72
		Producto obtenido	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	2.30	0.00	4.20	0.00	9.30
		Material recolectado	0.00	6.50	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.50	28.00	26.90	22.00	0.00	
		Material valorizado	0.00	6.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.00	26.10	25.60	18.02	0.00	
		Producto obtenido	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	2.30	0.00	4.20	0.00	
																Peso total recolectado (t)
																114.10
																Peso total valorizado (t)
																95.72
																Peso total de producto obtenido (t)
																9.30

Tabla 12. Residuos sólidos municipales orgánicos valorizados y la cantidad de producto obtenido, 2021

N.º	Origen	Proceso	Cantidad de residuos (t)												Peso total
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	Mercados	Recolectado	0.00	0.00	0.00	0.20	0.24	0.20	0.50	0.30	0.38	0.31	0.40	0.33	2.86
		Valorizado	0.00	0.00	0.00	0.18	0.22	0.18	0.49	0.28	0.36	0.29	0.39	0.31	2.70
		Producto obtenido	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Mantenimiento de áreas verdes	Recolectado	9.00	7.50	12.00	7.80	9.26	11.30	8.00	9.20	8.60	7.60	9.00	10.50	109.76
		Valorizado	8.55	7.05	10.80	7.42	8.71	10.00	7.90	9.10	8.50	7.50	8.99	10.30	104.82
		Producto obtenido	3.50	4.00	5.20	2.50	3.40	3.00	3.50	1.50	3.00	2.00	5.00	3.00	39.60
		Material recolectado	9.00	7.50	12.00	8.00	9.50	11.50	8.50	9.50	8.98	7.91	9.40	10.83	
		Material valorizado	8.55	7.05	10.80	7.60	8.93	10.18	8.39	9.38	8.86	7.79	9.38	10.61	
		Producto obtenido	3.50	4.00	5.20	2.50	3.40	3.00	3.50	1.50	3.00	2.00	5.00	3.00	
			Peso total recolectado (t)												112.62
			Peso total valorizado (t)												107.52
			Peso total de producto obtenido (t)												39.60

Tabla 13. Residuos sólidos municipales orgánicos valorizados y la cantidad de producto obtenido, 2022

N.º	Origen	Proceso	Cantidad de residuos (t)												Peso total	
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic		
1	Mercados	Recolectado	1.04	1.30	1.20	1.40	1.35	1.50	1.15	1.45	1.60	1.40	1.20	1.34	15.93	
		Valorizado	0.98	1.22	1.08	1.36	1.31	1.46	1.09	1.38	1.54	1.33	1.44	1.27	15.46	
		Producto obtenido	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.60	0.30	0.40	0.40	0.50	0.30	0.41	3.41	
2	Mantenimiento de áreas verdes	Recolectado	9.00	12.40	13.00	10.50	15.8	18.00	13.35	11.55	10.90	23.60	18.80	16.16	173.06	
		Valorizado	8.55	11.90	12.50	9.96	15.00	17.10	12.70	11.00	10.20	22.02	17.50	15.20	163.81	
		Producto obtenido	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	5.14	5.00	3.50	5.30	6.00	5.00	4.00	38.94	
	Material recolectado	10.04	13.70	14.20	11.90	17.15	19.50	14.50	13.00	12.50	25.00	20.00	17.5			
	Material valorizado	9.53	13.12	13.58	11.32	16.31	18.56	13.79	12.38	11.74	23.53	18.94	16.47			
	Producto obtenido	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50	5.74	5.03	3.90	5.70	6.50	5.30	4.41			
															Peso total recolectado (t)	188.99
															Peso total valorizado (t)	179.27
															Peso total de producto obtenido (t)	42.35

La cantidad de residuos municipales orgánicos recolectados en el año 2020 fue de 114,10 t; en el año 2021 fue de 112.62; y en el año 2022 fue de 188.99, haciendo un promedio en estos tres años, de 138.57 t.

Los residuos municipales orgánicos valorizados en el año 2020 fueron de 95.72 t, en el año 2021 fue de 107.52 t y en el año 2022 fue de 179.27 t. Se observó una valorización creciente, obteniéndose un promedio de 127.50 t.

El producto obtenido como compost en el año 2020 fue de 9.30 t, en el año 2021 fue de 39.60 t y en el año 2022 fue de 42.35 t. Se observó un incremento en el compost obtenido durante estos años. Los datos se presentan en las tablas 14, 15 y 16.

Tabla 14. Parámetros fisicoquímicos del compost obtenido

Parámetro	Valor obtenido	Calificación
Humedad	41 % - 46 %	Alto
Temperatura	55.8 °C – 59.7 °C	Alta
pH	7.1 – 7.7	Dentro del rango
Relación C/N	27:1	Alto

Nota: tomado de Román (28)

Durante el proceso de valorización de los residuos municipales orgánicos (compostaje) fue necesario controlar los parámetros fisicoquímicos que le dan calidad al producto obtenido, observando en términos promedio una alta humedad (normal: 30 % - 40 %), temperatura dentro de los rangos normales (pH = 6.5 – 8.5), la temperatura de monitoreo fue alta (T° = temperatura ambiente). La relación C/N fue alta (C/N recomendable = 10:1 – 15:1). Los datos se presentan en la tabla 15.

5.1.4. Resultados de sensibilización y capacitación a la población

Tabla 15. Capacitación y sensibilización del año 2020 al 2022

Año	Temas que se trató	Modalidad	Dirigido a	Cantidad
2020	Capacitación de residuos sólidos orgánicos	Presencial	Equipo técnico de gestión ambiental	15
2020	Capacitación del manejo de residuos sólidos orgánicos	Presencial	Voluntarios	15
2020	Taller práctico del proceso de elaboración de compost	Presencial	Instituciones educativas	100
2020	Taller de preparación de abonos orgánicos y compost	Presencial	Juntas vecinales	50
2020	Preparación de abonos orgánicos y compost	Presencial	Personal de Parques y Jardines	20
2020	Preparación de abonos orgánicos y compost (flor de Texao)	Virtual	Público en general	3500

2021	Fortalecimientos de capacidades en el manejo de residuos sólidos orgánicos	Presencial	Municipalidades externas	40
2021	Preparación de abonos orgánicos, compost y recojo selectivo	Presencial	San Camilo	60
2021	Preparación de abonos orgánicos y compost	Virtual	Obreros Municipalidad de Cayma	60
2021	Valorización de residuos sólidos orgánicos (compost lombricultura)	Presencial	Juntas vecinales (urb. Aurora)	20
2021	Preparación de abonos orgánicos para biohuertos	Virtual	Público en general	30
2021	Preparación de abonos orgánicos y compost (flor de Texao)	Virtual	Público en general	3000
2022	Fortalecimientos de capacidades en el manejo de residuos sólidos orgánicos	Presencial	Municipalidades externas	20
2022	Taller de obtención de biochar	Presencial	Personal de Parques y Jardines	12
2022	Taller interactivo de la importancia de compost en la feria Lo Bello de la Naturaleza	Presencial	Público en general	500
2022	Valorización de residuos sólidos orgánicos (compost, lombricultura y biochar)	Virtual	Juntas vecinales	30
2020 al 2022	Sensibilización y difusión de la importancia de abonos orgánicos	Presencial	Público en general	8000

5.1.5. Cumplimiento de la actividad 2 de la Meta 3: Programa de incentivos a la mejora de gestión municipal

Tabla 16. Cumplimiento de la actividad 2 de la Meta 3: Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales desde el año 2019 al 2022

Meta	Año	Vallas establecidas / año (Minam)	Alcance (MPA)
Cumplimiento de la Meta 3 – actividad 2: Valorización de residuos sólidos orgánicos	2019	- Entregable único anual: 11.1 t	- Recolectados: 44.0336 t - Valorizados: 36.6186 t - Producto obtenido: 16 t
	2020	- Primer entregable: 13.4 t	- Recolectados: 114.1 t - Valorizados: 95.72 t - Producto obtenido: 9.3 t
		- Segundo entregable: 44.53 t	
	2021	- Primer entregable: 13.36 t	- Recolectados: 112.62 t - Valorizados: 107.52 t - Producto obtenido: 39.6 t
		- Segundo entregable: 44.53 t	
	2022	- Primer entregable: 19.55 t	- Recolectados: 172 t - Valorizados: 164 t - Producto obtenido: 50.2 t
		- Segundo entregable: 55.89 t	

5.2. Logros alcanzados

Mediante las actividades desarrolladas en el proceso de recolección de residuos municipales sólidos orgánicos en el distrito de Arequipa, se ha mejorado la gestión ambiental para brindar alternativas de uso adecuado a los residuos orgánicos:

Se ha logrado realizar el diagnóstico situacional para identificar la problemática y así mejorar la gestión de los residuos sólidos orgánicos mediante estrategias o metodologías para cumplir la vallas establecidas de la Meta 3 del Programa de incentivos a la mejora de gestión municipal.

La Municipalidad de Arequipa ha implementado y desarrollado una planta de valorización para la recuperación de residuos sólidos orgánicos durante los años 2020 – 2022, con una capacidad promedio durante estos años de 400.05 t.

Programa de gestión de los residuos sólidos

Dentro del proceso de valorización de residuos municipales sólidos orgánicos se ha estimulado a la población del distrito de Arequipa a la conciencia ambiental y reconociendo a la educación ambiental y a la gestión integral de residuos sólidos como una herramienta para mejorar la calidad de vida de la población.

Beneficios ambientales

Con la valorización de residuos municipales sólidos orgánicos se está aplicando tecnologías limpias en la recuperación y reutilización, desarrollando como producto final el compost, alcanzando un resultado creciente durante 2020 al 2022, desde 9.30 t a 43.45 t.

Se logró capacitar a 7472 personas, aproximadamente, en el manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos municipales y se ha sensibilizado a un aproximado de 8000 personas sobre las ventajas de los abonos orgánicos y su utilización.

Se han superado las vallas establecidas de la valorización de residuos sólidos orgánicos municipales de la Meta 3 del Programa de incentivos a la mejora de gestión municipal.

5.3. Dificultades encontradas

Limitaciones presupuestales

El presupuesto asignado a la planta de valorización de residuos municipales sólidos orgánicos siempre fue una limitante para lograr una mayor eficiencia, dentro de los procesos de recolección, preparación y obtención del producto final. Asimismo, no contar con personal

obrero permanente para el manejo de la Planta de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales.

Poca participación de la población

Al no estar considerada como una actividad prioritaria, este aspecto se reflejó en la población que siempre mostró resistencia al cambio en las actividades de recolección, reciclaje y reutilización; quizás por una desconfianza en las actividades programadas y desconocimiento del proceso.

Limitaciones de equipos e instrumentos

Se experimentó limitaciones en la disponibilidad de equipos e instrumentos para desarrollar las diferentes actividades en la planta de procesamiento, y se requirió el apoyo de otras áreas de la Municipalidad de Arequipa para lograr los resultados obtenidos.

Limitaciones sanitarias

La pandemia del covid-19 que afectó entre 2020 al 2022, habiéndose decretado el estado de emergencia por parte del gobierno, disminuyendo la producción de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales por falta de personal operativo y restricciones en la movilización.

Burocracia administrativa

Los procesos de adquisición de materiales y equipos siempre fueron lentos, que afectó la eficiencia de los procesos en la planta de valorización de residuos orgánicos. Tomando en cuenta que por la pandemia de covid-19, muchos del personal administrativo no laboraron.

5.4. Planteamiento de mejoras

5.4.1. Metodologías propuestas

✓ Sistema de recolección

Para la mejora de la valorización de residuos sólidos se debe tener la recolección programada para recoger de manera oportuna los residuos. En el mercado de San Camilo, con horarios establecidos para no combinar con otros residuos por la falta de logística para el traslado de residuos a la planta de valorización. En las áreas verdes del distrito, tomando en cuenta las actividades en coordinación con el departamento de Parques y Jardines por posibles cambios de parques, siendo de vital importancia el Plan de verificación.

✓ **Formatos de registro de control**

Los formatos ayudan para la verificación de los parámetros de humedad, relación C/N y temperatura, entre otros; para la optimización del proceso de compostaje y así se pueda asegurar la calidad del compost.

✓ **Generación de lombricompost**

Es el proceso en donde el compost pasa por la fase de lombricultura (degradación por lombrices de los residuos orgánicos) para generar el humus para la nutrición de las plantas y así sea de mejor calidad y se pueda utilizar en la mejora de suelos también.

✓ **Generación de biochar**

Sirve para la reutilización de actividades de podado donde se toman ramas de mayor diámetro para obtener fertilizantes orgánicos para mejorar el suelo.

5.4.2. Descripción de la implementación de las metodologías propuestas

Sistema de recolección

Las rutas de recolección se programaron con anticipación, en función de los lugares de generación de residuos, pero la verificación de campo encontró algunas descoordinaciones para asegurar la frecuencia de recolección, pues algunas zonas generaban mayor cantidad de residuos sólidos. Es necesario cumplir con los itinerarios y horarios programados, considerando siempre un plan de verificación.

Formatos de registro de control

Se debe asegurar que los formatos disponibles sean adecuadamente rellenos por el personal, así como la verificación de la calidad del compost, donde se deben optimizar los parámetros de humedad, relación C/N y temperatura, que aseguren en menor tiempo la calidad del compost.

Generación de lombricompost

Además del compost, se debe producir lombricompost con la utilización de lombrices domésticas que asegurarán la obtención del producto en menor tiempo y con una mejor calidad.

Generación de biochar

Se debe utilizar el proceso de biochar para el aprovechamiento de ramas de la actividad de poda de árboles de las áreas verdes del distrito, ya que permitiría obtener

fertilizantes orgánicos para mejorar el suelo y reducir la cantidad de residuos que se disponen en la infraestructura de disposición final de residuos sólidos en Quebrada Honda.

5.5. Análisis

Los profesionales en ingeniería ambiental dentro del campo de gestión de residuos en las entidades públicas y privadas cumplen una labor muy importante. El diagnóstico de su generación, potencial de reutilización y su valorización constituyen los ejes técnicos que deben brindar soluciones integrales y evitar los daños ambientales.

En el distrito de Arequipa requiere que se siga potenciando la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales para resolver el problema de la generación de residuos urbanos, con sólidas bases procedimentales y científicas, como lo es la producción de compost y otras alternativas como es el caso de lombricompost y biochar.

Se ha logrado incentivar a un gran sector de la población en la gestión de residuos sólidos, de tal manera que las mejoras que se tengan que hacer en los procesados considerados, harán sostenible la reutilización de los residuos sólidos orgánicos a través de su valorización.; esto mejorará la calidad de vida de la población.

Las evaluaciones realizadas en el producto final requieren ser optimizadas para lograr un compost que cumpla los requisitos de calidad para su utilización como abono orgánico en los suelos y para la propagación de plantas. Esto implica seguir los protocolos establecidos de la producción y monitoreo del proceso de compostaje.

5.6. Aporte del bachiller en la institución

En términos técnicos

Como bachiller en ingeniería ambiental he participado en la conducción de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales, aportando con la experiencia y práctica adquirida en la formación académica de la Universidad.

En aspectos procedimentales

Se ha aplicado la metodología pertinente a cada proceso en la implementación de la planta de valorización de residuos municipales sólidos orgánicos del distrito de Arequipa, conduciendo las actividades de recolección, selección, preparación y procesamiento de compost, para dar cumplimiento a la ordenanza municipal, darle legitimidad y sostenibilidad al

proceso de gestión de residuos sólidos. Todo ello para cumplir con lo establecido por el MEF y el Minam en la actividad 2 de la Meta 3 de «Valorización de residuos sólidos orgánicos».

En aspectos conductuales

Se ha contribuido a la cohesión e identidad de la población del distrito de Arequipa, conduciendo las actividades con liderazgo y positivismo, ganado experiencia y fortaleciendo los conocimientos de todos los participantes en la valorización de residuos sólidos orgánicos.

CONCLUSIONES

1. Se identificaron las fuentes de generación de residuos sólidos orgánicos municipales, como el mercado San Camilo, principalmente en las secciones de Frutas y Verduras; así como de las áreas verdes del distrito según el diagnóstico situacional.
2. Cada año se incrementó la valorización de residuos sólidos y del producto obtenido. En el año 2020 se recolectó 114,10 t de residuos, se valorizó 95.72 t y se obtuvo 9.30 t de compost. En el año 2021 se recolectó 112.62 t, se valorizó 107.52 t y se obtuvo 39.60 t de compost. En el año 2022 se recolectó 188.99 t de residuos sólidos, se valorizó 179.27 t y se logró 42.35 t de compost.
3. Se sensibilizó y se logró la capacitación del equipo técnico de la Subgerencia de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Arequipa a través de un grupo de jóvenes voluntarios, en las diferentes etapas del proceso de valorización, así como en la recolección y manejo de residuos sólidos.
4. A través de la Subgerencia de Gestión Ambiental, como miembro integrante de este equipo, se cumplió con la Meta 3, actividad 2, en la Valorización de residuos sólidos orgánicos con la implementación de la planta de valorización.
5. Se desarrolló el cumplimiento de la Meta 3: actividad 2: «Valorización de residuos sólidos orgánicos» del Programa de incentivos a la mejora de gestión municipal del distrito de Arequipa.

RECOMENDACIONES

1. Se deben optimizar los sistemas de recolección de residuos orgánicos municipales, actualizando permanentemente el padrón de usuarios para un monitoreo permanente que supere las brechas encontradas.
2. Se deben utilizar formatos de registro de control de recolección y valorización, así como la caracterización del producto obtenido debe ser adecuadamente rellenado y mejorado para asegurar la calidad del compost y su posterior uso.
3. Se debe producir lombricompost como un proceso de mejora que haga eficiente el compostaje de residuos sólidos municipales, se acorte el tiempo de producción de 4 meses a 3 meses y se mejore la calidad del producto obtenido.
4. Se debe generar el proceso de biochar para valorizar los residuos de poda de árboles de las áreas verdes.

LISTA DE REFERENCIAS

1. **Fundación Conama.** El desafío de la gestión de la materia orgánica. *El lugar de encuentro del sector ambiental de España e Iberoamericana - Conama.* [En línea] 1 de diciembre de 2016. [Citado el: 05 de diciembre de 2019.]
[http://www.conama.org/conama/download/files/conama2016/GTs %202016/15_final.pdf](http://www.conama.org/conama/download/files/conama2016/GTs%202016/15_final.pdf).
2. **Municipalidad Provincial de Arequipa.** *Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Arequipa.* Arequipa : s.n., 2019.
3. **Municipalidad Provincial de Arequipa.** Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos (Pigars) 2017-2018. *Municipalidad de Arequipa.* [En línea] 22 de diciembre de 2017. [Citado el: 12 de 1 de 2021.]
[https://www.muniarequipa.gob.pe/descargas/gestionmanejoresiduos/PIGARS %202017-2028/PIGARS %20final %2022 %20de %20Diciembre.pdf](https://www.muniarequipa.gob.pe/descargas/gestionmanejoresiduos/PIGARS%202017-2028/PIGARS%20final%2022%20de%20Diciembre.pdf). 2017-17168.
4. **Congreso de la República.** Decreto Legislativo 1278, Ley de gestión integral de residuos sólidos. *Diario el Peruano.* Lima, Peru : s.n., 23 de diciembre de 2016.
5. **Municipalidad Provincial de Arequipa.** Alumnos en el extranjero. *Datos Perú.* [En línea] [Citado el: 15 de 1 de 2021.] <https://www.datosperu.org/empresa-municipalidad-provincial-de-arequipa-20154489895.php>.
6. **El Congreso de la República.** Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N.º 27972. *Diario oficial del Bicentenario El Peruano.* [En línea] 2 de agosto de 2019. [Citado el: 15 de 4 de 2021.] <https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0015/3-ley-organica-de-municipalidades-1.pdf>.
7. **Fundación Wikimedia, Inc.** Municipalidad Provincial de Arequipa. *Wikipedia la Enciclopedia Libre.* [En línea] 11 de 10 de 2021. [Citado el: 10 de 11 de 2021.]
https://es.wikipedia.org/wiki/Municipalidad_Provincial_de_Arequipa. Q30145967.
8. **Municipalidad Provincial de Arequipa.** Organigrama actualizado. *Portal de transparencia.* [En línea] 21 de 2 de 2019. [Citado el: 11 de 4 de 2020.]
https://www.muniarequipa.gob.pe/descargas/transparencia/organigrama/ORGANIGRAMA_ACTUALIZADO.pdf.
9. —. Misión y Visión de la Municipalidad de Arequipa. *Portal de la Municipalidad de Arequipa.* [En línea] [Citado el: 21 de 3 de 2021.]
<https://www.muniarequipa.gob.pe/municipalidad/el-alcalde-2/>.
10. —. Planeamiento y Organización. *Portal del Estado Peruano - Portal de Transparencia Estandar.* [En línea] 2019. [Citado el: 18 de 08 de 2021.]
http://www.transparencia.gob.pe/enlaces/pte_transparencia_enlaces.aspx?id_entidad=11859&id_tema=5&ver=D#.YgAFYOrMI2w.

11. —. Reglamento de Organización y Funciones - ROF 2015. *Portal del estado Peruano - Portal de Transparencia Estandar*. [En línea] 19 de 08 de 2021. [Citado el: 15 de 10 de 2021.] <https://www.muniarequipa.gob.pe/descargas/transparencia/rof/ROF2015.pdf>.
12. —. Convocatoria para la contratación Administrativa de Servicio para las unidades Orgánicas de la Municipalidad Provincial de Arequipa. *Portal de la Municipalidad de Arequipa*. [En línea] 25 de 04 de 2019. [Citado el: 15 de 03 de 2021.] https://www.muniarequipa.gob.pe/wp-content/uploads/2019/04/CAS_001-2019-MPA.pdf.
13. **Ministerio del Ambiente**. *Política Nacional del Ambiente al 2030*. Lima : s.n., 2022.
14. **Ministerio de Economía y Finanzas, Ministerio del Ambiente**. Guía de la Meta 3 para su cumplimiento. [En línea] 08 de 1 de 2021. [Citado el: 10 de 1 de 2021.] https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_public/migl/metad/GUIA_META_3_PI_2021.pdf.
15. **Instituto Nacional de Estadística e Informática**. Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales 2014. [aut. libro] Instituto Nacional de Estadística e Informática. *Residuos Sólidos*. Lima : s.n., 2015.
16. **Sociedad Peruana de Derecho Ambiental**. *Manual de Residuos Sólidos. Manual Educativo*. Lima : Sociedad Peruana de derecho Ambiental, 2009.
17. **SAEZ, A.; URDANETA, J.** *Manejo de residuos sólidos en América Latina*. 3, Venezuela : s.n., 2014, Ommia, Vol. 20, págs. 121-135.
18. **ANDRÉ, Francisco J.; CERDÁ, Emilio**. Gestión de residuos sólidos urbanos: analisis economico y politicas públicas. *Researchgate*. [En línea] 1 de 01 de 2006. [Citado el: 2020 de 7 de 01.] https://www.researchgate.net/publication/277260510_Gestion_de_residuos_solidos_urbanos_analisis_economico_y_politicas_publicas.
19. **SÁEZ, Alejandrina; URDANETA G., JOHENI A.** *Manejo de residuos sólidos en América Latina y El Caribe*. Venezuela : Revista Omnia, 2014, 20(3). 1315-8856.
20. **Ministerio del Ambiente**. Plan Nacional de Gestion INtegral de Residuos Sólidos 2016 - 2024. *Gob.pe*. [En línea] 1 de 07 de 2016. [Citado el: 10 de 02 de 2020.] <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2634-plan-nacional-de-gestion-integral-de-residuos-solidos-2016-2024>.
21. **Ministerio del Ambiente**. *Guía para la caracterizacion de residuos solidos municipales*. [En línea] 30 de 12 de 2018. [Citado el: 05 de 11 de 2021.] https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/320560/Gu%C3%ADa_para_elaborar_la_caracterizaci%C3%B3n_de_Residuos_S%C3%B3lidos.pdf.
22. **MAMANI QUISPE, Rómulo Flavio; QUISPE YAPO, Teófilo**. *Aprovechamiento de los residuos orgánicos con biotecnología de lombricultura*. Juliaca : Revista Científica Investigacion Andina, 2021, 21(2).

23. **DOMINGUEZ, Jorge; EDWARDS, C. C.; SUBLER, Scott A.** *Comparison of vermicomposting and composting*. 58, s.l. : Biocycle, 1997, Vol. 38.
24. **ROMERO, Claudia.** *Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo*. México : Terra Latinoamericana, 2016, Vol. 34. pp. 367-382.
25. **Ministerio del Ambiente.** Decreto Supremo N.º 014-2017-Minam .- Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. *Sistema Nacional de Información Ambiental (sinia)* . [En línea] 21 de 12 de 2017. [Citado el: 10 de 4 de 2020.] <https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-decreto-legislativo-ndeg-1278-decreto-legislativo-que-aprueba>.
26. _____. Actividad 2: Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales (RSOM) . *Plataforma Digital Única del Estado Peruano*. [En línea] 16 de 10 de 2020. [Citado el: 5 de 08 de 2021.] https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publico/mig/metas/A2_PPT_Valorizacion_de_residuos_organicos.pdf.
27. **O'RYAN HERRERA, Jorge; RIFFO PRADO, M. Olivia.** *El compostaje y su utilización en la agricultura. Dirigido a pequeños(ñas) productores(ras)*. Santiago de Chile : Salvat Impresores, s/f de s/f de 2007, Vol. 35. 978-956-7874-70-5.
28. **ROMAN, P., MARTÍNEZ, M. y PANTOJA, A.** *Manual del compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina*. Santiago de Chile : FAO, 2013.
29. **BACKHUS.** *Compostaje por volteo mecánico a gran escala*. Bio.feed.cl. [En línea] 2013. [Citado el: 10 de 3 de 2013.] <http://www.bio-feed.cl/wp-content/uploads/2015/09/COMPOSTAJE-POR-VOLTEO-MECANICO-A-GRAN-ESCALA.pdf>.
30. **SALINAS, C., y otros.** *Manual de compostaje para zonas frías*. Punta Arenas : Universidad de Magallanes y Ministerio de Ambiente, 2018. pág. 62. ISBN: 978-956-7189-75-5.
31. **Ministerio del Ambiente; Ministerio de Economía y Finanzas.** Guía para el cumplimiento de la Meta 17 - Programa de Incentivos a la Mejora de Gestión Municipal. *Ministerio de Economía y Finanzas MEF - Gobierno del Perú*. [En línea] 1 de 8 de 2017. [Citado el: 22 de 12 de 2020.] https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publico/municipalidades_pmm_pi/guia_cumplimiento_meta17.pdf.
32. **Municipalidad de Arequipa.** *Informe de Implementación de la Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales*. Arequipa : Subgerencia de Gestión Ambiental, 2018.
33. **Ministerio de Economía y Finanzas.** Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal. *Portal de Transparencia*. [En línea] s.f. de s.f. de s.f. [Citado el: 2 de 07 de 2021.]

https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=101547&lang=es-ES&view=article&id=2221.

34. **ELIZONDO COTO, Federico.** *La lombricultura como modelo alternativo para el manejo de desechos solidos organicos de una comunidad urbana en San Sabastián, San José.* Cartago, Costa Rica : s.n., 2004.

35. **Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos.** *Valorizar los residuos sólidos orgánicos municipales (RSOM).* Lima : MEF, 2020.

ANEXOS

Anexo 1

Formato utilizados de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos



ANEXO N° 05:

FICHA DE OPERATIVIDAD Y CAPACIDAD DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES

I. Información general

Municipalidad Provincial de Arequipa	
Departamento	AREQUIPA
Provincia	AREQUIPA
Distrito	AREQUIPA
Tipo de municipalidad	A
Valla 2020 (t)	13.5
Fecha de verificación	14/10/2020

II. Ubicación de la planta de valorización

Nombre de la Planta de Valorización	Coordenadas (UTM) WGS84			Dirección y referencia
	Zona	Este	Norte	
Planta de Valorización	18 k	229450	8186222	Av. Evitamiento S/N al lado de lado de la Plata de transferencia de la MPA

III. Capacidad operativa de la planta de valorización

N° de pilas (ordinal)	Dimensiones			Volumen de cada pila (m ³)	¿La pila está en funcionamiento? (Si /No)
	Ancho de la pila (m)	Largo de la pila (m)	Alto de la pila (m)		
1	7	2	1.20	16.8	SI
2	7	2	1.20	16.8	SI
3	7	2	1.20	16.8	SI
4	7	2	1.20	16.8	SI
5	7	2	1.20	16.8	SI
6	7	2	1.20	16.8	SI
7	7	2	1.20	16.8	SI
8	7	2	1.20	16.8	SI

9	7	2	1.20	16.8	SI
10	7	2	1.20	16.8	SI
11	7	2	1.20	16.8	SI
12	7	2	1.20	16.8	SI
13	7	2	1.20	16.8	NO
14	7	2	1.20	16.8	NO
15	7	2	1.20	16.8	NO
16	7	2	1.20	16.8	NO
17	7	2	1.20	16.8	NO
18	7	2	1.20	16.8	NO
Capacidad operativa estimada de la planta en un proceso de valorización				302.4 m³	



**ANEXO N° 05:
FICHA DE OPERATIVIDAD Y CAPACIDAD DE LA PLANTA DE
VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES**

I. Información general

Municipalidad Provincial de Arequipa	
Departamento	AREQUIPA
Provincia	AREQUIPA
Distrito	AREQUIPA
Tipo de municipalidad	A
Valla 2021 (t)	44.53
Fecha de verificación	26/07/2021

II. Ubicación de la planta de valorización

Nombre de la Planta de Valorización	Coordenadas (UTM) WGS84			Dirección y referencia
	Zona	Este	Norte	
Planta de Valorización	19 k	229450	8186222	Av. Evitamiento S/N al lado de lado de la Plata de transferencia de la MPA

III. Descripción del proceso de Valorización

Método de valorización	Descripción	Tiempo de degradación de los residuos sólidos
Se utiliza el proceso de Compostaje	El proceso de compostaje es a través de la degradación de Microorganismos aeróbico, que se realizan con los residuos provenientes de los residuos del mercado San Camilo y residuos de las áreas verdes del distrito de Arequipa de las actividades de (limpieza de hojarasca, actividades de poda y dehierbe) y como activador se agrega el 5% de compost maduro, continuando con el monitoreo de medición de parámetros, fisico-químico como PH, temperatura, humedad en los diferentes fases del proceso de compostaje, para su respectiva aireación o volteo hasta la maduración de las pilas de compost.	El tiempo promedio según el tipo de residuos a degradarse dura 04 meses aproximadamente.

IV. Capacidad operativa de la planta de valorización

N° de pilas (ordinal)	Dimensiones			Volumen de cada pila (m³)	¿La pila está en funcionamiento? (Si /No)
	Ancho de la pila (m)	Largo de la pila (m)	Alto de la pila (m)		
1	3	7	2	42	SI
2	3	7	2	42	SI



3	3	7	2	42	SI
4	3	7	2	42	SI
5	3	7	2	42	SI
6	3	7	2	42	NO
7	3	7	2	42	NO
8	3	7	2	42	NO
9	3	7	2	42	NO
10	3	7	2	42	NO
Capacidad operativa estimada de la planta en un proceso de valorización				420 m³	

Anexo N°04

Ficha de operatividad y capacidad de la planta de valoración de residuos sólidos orgánicos municipales de la Municipalidad Provincial de Arequipa

I. Información general

Número de Ubigeo	040101
Valla anual 2022 (t)	55.86
Nombre de la Planta	Planta de Valorización de Residuos Orgánicos - Arequipa
Fecha de llenado	11/07/2022

II. Capacidad operativa de la planta de valorización

Dimensiones actuales de las pilas de valorización

N° de pilas (ordinal)	Dimensiones actuales de las pilas			Volumen actual de cada pila
	Ancho de la pila (m)	Largo de la pila (m)	Alto de la pila (m)	
1	3.15	7	1.35	29.7675
2	3.1	5	0.7	10.85
3	3	7.2	1.35	29.16
4	2.9	3.5	0.9	9.135
5	2.8	7.4	1.2	24.864
6	3	7	1.1	23.1
7	3.1	7.5	1.3	30.225
8	3.4	7.1	1.3	31.382
9	-	-	-	-
10	3.5	5	1	17.5
11	3.1	7	1.2	26.04
12	3.25	7.2	1.1	25.74
13	-	-	-	-
Volumen Total				257.76 m³



Dimensiones de diseño de las pilas de valorización

N° de pilas (ordinal)	Dimensiones de diseño de las pilas			Capacidad de diseño de cada pila (m ³)
	Ancho de la pila (m)	Largo de la pila (m)	Alto de la pila (m)	
1	3.5	7	1.5	36.75
2	3.5	7	1.5	36.75
3	3.5	7	1.5	36.75
4	3.5	7	1.5	36.75
5	3.5	7	1.5	36.75
6	3.5	7	1.5	36.75
7	3.5	7	1.5	36.75
8	3.5	7	1.5	36.75
9	3.5	7	1.5	36.75
10	3.5	7	1.5	36.75
11	3.5	7	1.5	36.75
12	3.5	7	1.5	36.75
13	3.5	7	1.5	36.75
Volumen Total				477.75 m³



Reporte de toneladas de Residuos Sólidos Municipales Orgánicos Valorizados y la cantidad de producto obtenido de junio a noviembre del 2020



RECOLECCIÓN EN LA PLANTA DE COMPOSTAJE - AV. EVITAMIENTO S/N															
N°	Residuo origen	Proceso	Cantidad de Residuos (T/mes)											Peso Total	
			Ener.	febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Set.	Oct.	Nov.		
1	Mercados	Recolectado													
		Valorizado													
		Producto obtenido													
2	Mantenimiento de Areas Verde	Recolectado		6.5	3.2						27.5	28	26.9	22	114.1
		Valorizado		6	3						26	26.1	25.6	18.02	95.72
		Producto obtenido									2.8	2.3		4.2	9.3
3	Otros Especificar (.....)	Recolectado													
		Valorizado													
		Producto obtenido													
Peso Total Recolectado (t)													114.1		
Peso Total Valorizado (t)													95.72		
Peso Total de Producto Obtenido (t)													9.3		
Responsable de la Implementación de la Valorización de residuos sólidos Orgánicos													Gerente Municipal		

Registros de cantidad recolectada

Tabla N° 07: Resumen de reporte de toneladas de residuos recolectados, valorizados y producto obtenido.



Reporte de toneladas de Residuos Sólidos Municipales Orgánicos Valorizados y la cantidad de producto obtenido de junio a noviembre del 2021



RECOLECCIÓN EN LA PLANTA DE COMPOSTAJE - AV. EVITAMIENTOS/N

N°	Residuo origen	Proceso	Cantidad de Residuos (T/mes)												Peso Tot
			Ener.	febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
1	Mercados	Recolectado				0.2	0.24	0.2	0.5	0.3	0.38	0.309	0.4	0.33	2.859
		Valorizado				0.18	0.22	0.18	0.49	0.28	0.36	0.29	0.39	0.31	2.7
		Producto obtenido													
2	Mantenimiento de Areas Verde	Recolectado	9	7.5	12	7.8	9.26	11.3	8	9.2	8.6	7.6	9	10.5	109.76
		Valorizado	8.55	7.05	10.8	7.42	8.71	10	7.9	9.1	8.5	7.5	8.99	10.3	104.82
		Producto obtenido	3.5	4	5.2	2.5	3.4	3	3.5	1.5	3	2	5	3	39.6
3	suma de recolectado total		9	7.5	12	8	9.5	11.5	8.5	9.5	8.98	7.909	9.4	10.83	
	suma de valorización total		8.55	7.05	10.8	7.6	8.93	10.18	8.39	9.38	8.86	7.79	9.38	10.61	
Peso Total Recolectado (t)															112.62
Peso Total Valorizado (t)															107.52
Peso Total de Producto Obtenido (t)															39.6

Fuente: Equipo Técnico Ambiental – MPA 2021



RECOLECCIÓN EN LA PLANTA DE COMPOSTAJE - AV. EVITAMIENTO SIN															
N°	Residuo origen	Proceso	Cantidad de Residuos (T/mes)												Peso Total
			Ener.	febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
1	Mercados	Recolectado	1.04	1.3	1.2	1.4	1.35	1.5	1.15	1.45	1.6	1.4	1.2	1.34	15.93
		Valorizado	0.98	1.22	1.08	1.36	1.31	1.46	1.09	1.38	1.54	1.33	1.44	1.27	15.46
		Producto obtenido					0.5	0.6	0.3	0.4	0.4	0.5	0.3	0.41	3.41
2	Mantenimiento de Areas Verde	Recolectado	9	12.4	13	10.5	15.8	18	13.35	11.55	10.9	23.6	18.8	16.16	173.06
		Valorizado	8.55	11.9	12.5	9.96	15	17.1	12.7	11	10.2	22.2	17.5	15.2	163.81
		Producto obtenido					5	5.14	5	3.5	5.3	6	5	4	38.94
Material Recolectado			10.04	13.7	14.2	11.9	17.15	19.5	14.5	13	12.5	25	20	17.5	
Material Valorizado			9.53	13.12	13.58	11.32	16.31	18.56	13.79	12.38	11.74	23.53	18.94	16.47	
Producto Obtenido			0	0	0	0	5.5	5.74	5.3	3.9	5.7	6.5	5.3	4.41	
Peso Total Recolectado (t)														188.99	
Peso Total Valorizado (t)														179.27	
Peso Total de Producto Obtenido (t)														42.35	

Anexo 2
Evidencia fotográfica



Figura 7. Implementación de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos municipalidades

**Diagnóstico de parques donde se realizaba la valorización de residuos sólidos orgánicos
municipalidades**



Figura 8. Parque Juan Pablo Vizcardo y Guzmán, antes de la intervención



Figura 9. Vivero municipal, parque Ángel Vinicio Cornejo (parque Selva Alegre) antes de la intervención



Figura 10. Terreno al costado de la planta de transferencia de residuos sólidos de la MPA en la av. Evitamiento, antes de la intervención

Implementación de la valorización de residuos sólidos orgánicos municipales
Planificación



Figura 11. Capacitación al equipo técnico de Subgerencia de Gestión Ambiental

Taller de capacitación a los participantes y colaboradores para el proceso de compostaje



Figura 12. Capacitación de voluntarios en el manejo de residuos sólidos orgánicos mediante el proceso de compostaje



Figura 13. Capacitación de voluntarios en el manejo de residuos sólidos orgánicos mediante el proceso de compostaje



Figura 14. Capacitación al personal del departamento de Parques y Jardines, segregación en la fuente de los residuos sólidos orgánicos



Figura 15. Capacitación a los generadores del mercado San Camilo en el manejo adecuado de residuos sólidos orgánicos



Figura 16. Capacitación a la población

Registro de empadronamiento



Figura 17. Empadronamiento a los generadores del mercado San Camilo



Figura 18. Registro de parques que participarán en la valorización de sus residuos orgánicos

Acondicionamiento y limpieza de la zona de compost



Figura 19. Parque Juan Pablo Vizcardo y Guzmán



Figura 20. Planta de valorización, ubicada en la av. Evitamiento al costado de la planta de transferencia de residuos sólidos de la MPA

Recolección de los residuos sólidos



Figura 21. Recojo de residuos orgánicos del mercado San Camilo



Figura 22. Extracción o limpieza de material inorgánico del área verde intervenido



Figura 23. Acopio temporal de residuos de la materia orgánica dentro del área verde

Recepción y segregación de los residuos orgánicos municipales



Figura 24. Descarga de residuos sólidos del mercado San Camilo



Figura 25. Descarga de residuos sólidos del área verde con la compactadora



Figura 26. Higienización de los residuos en la planta de valorización





Figura 27. Proceso de armado de pilas de compostaje

Trabajos realizados en el año 2020 al 2022



Figura 28. Pilas de compostaje



Figura 29. Parque Juan Pablo Vizcardo y Guzmán, piloto temporal de compost



Figura 30. Vivero municipal, piloto temporal de compost



Figura 31. Planta de valorización de residuos sólidos orgánicos

Vista panorámica de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales del año 2020 al 2022



Figura 32. Valorización de residuos sólidos orgánicos del año 2020



Figura 33. Valorización de residuos sólidos orgánicos del año 2020



Figura 34. Valorización de residuos sólidos orgánicos del año 2021



Figura 35. Valorización de residuos sólidos orgánicos del año 2022

Productos obtenidos en la planta de valorización



Figura 36. Proceso de zarandeo



Figura 37. Zarandeo y embolsado de compost

Capacitación y sensibilización del proceso de elaboración de compostaje a la población e instituciones

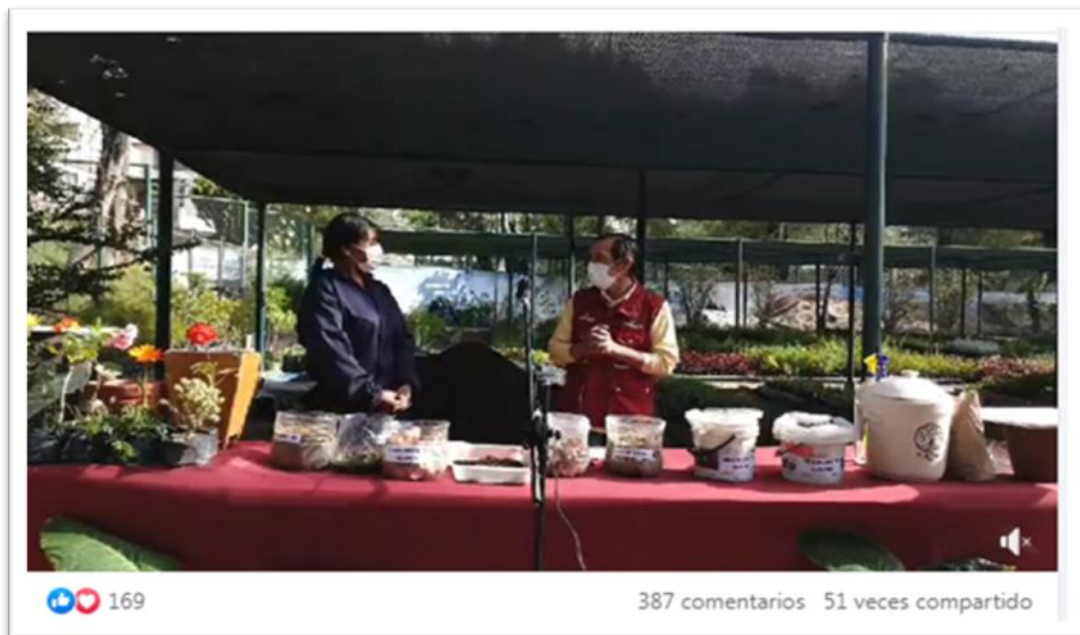


Figura 38. Taller práctico de la elaboración de compostaje con transmisión en vivo para el público

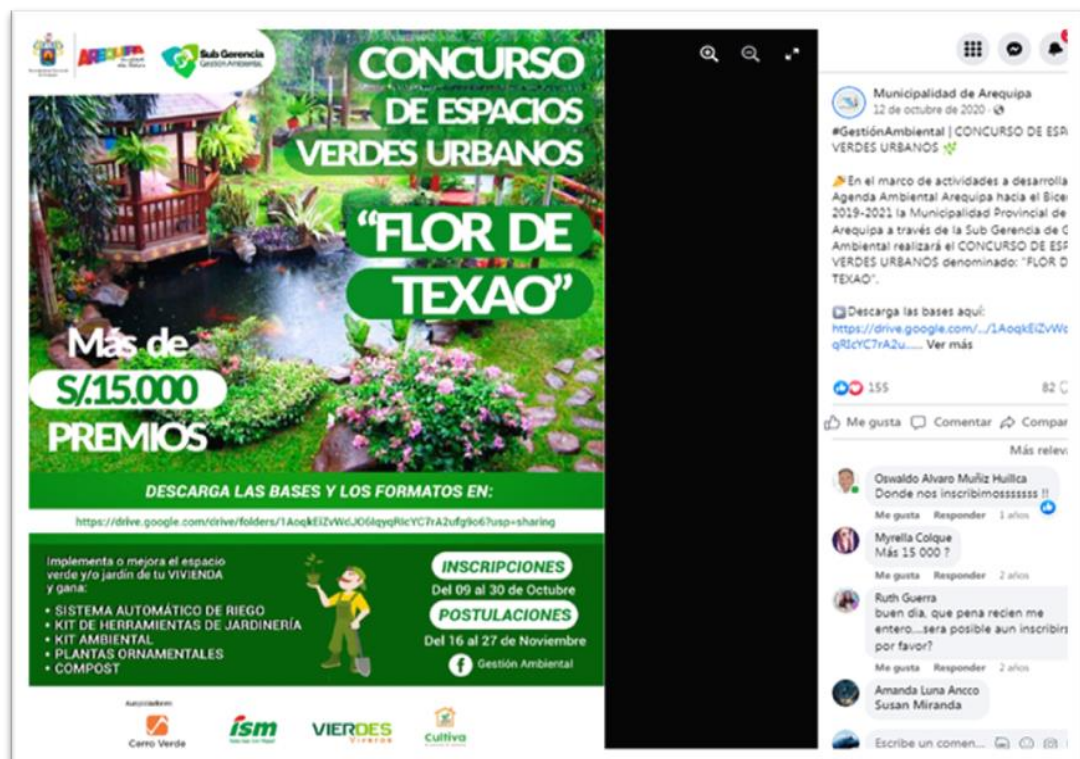


Figura 39. Incentivos a la población con concursos, con requisitos de implementación de compost



Figura 40. Taller práctico en instituciones educativas



Figura 41. Taller a instituciones universitarias



Figura 42. Taller a las juntas vecinales



Figura 43. Taller a la población en general



Figura 44. Distribución y concientización



Figura 45. Presentación de incentivos de compostaje para sensibilización