



## MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



Luego en la planta se realiza el pesado de lo recolectado pasando a sacar los residuos que no sirven para el proceso, quedando solo lo valorizado para ser esparcido en nuestra pila que hemos puesto como cama material seco y verde. En este proceso se verificará la separación del residuo orgánico recolectado y lo valorizado. luego se mezcla el material seco, verde y lo valorizado del residuo orgánico de nuestras fuentes de generación, donde se pica algunos residuos que se encuentren demasiado grande, para acelerar el proceso de degradación al momento de realizar la mezcla del material seco y poda del mantenimiento de nuestras áreas verdes se rosea un poco de guano del corral de nuestro Camal Municipal para acelerar el proceso, de acuerdo al avance de la temperatura se realiza el volteo respectivo generalmente esto se realiza cada 7 días, obteniendo el producto o abono orgánico que después es Tamizado y ensacado para dirigirse al almacén para luego ser distribuido a las instituciones educativas que vienen desarrollando proyectos como; viveros, biohuertos, reverdecimiento de jardines y sembrado de plántones, También en nuestras áreas verdes de nuestros distritos.



**FUENTES PRIORITARIAS:** Mercado central de Pacasmayo y Mantenimiento de áreas Verde.

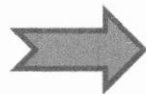
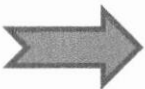
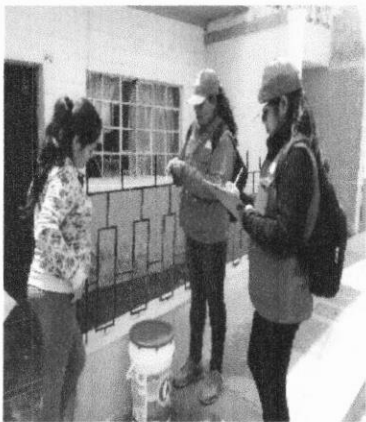
**FUENTES ADICIONALES:** Viviendas, restaurantes y establecimientos comerciales que se encuentran en la ruta de recolección de residuos orgánicos.



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



## Flujograma en imágenes

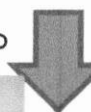


EMPADRONAMIENTO

RECOLECCION

TRANSLADO

PLANTA DE TRATAMIENTO

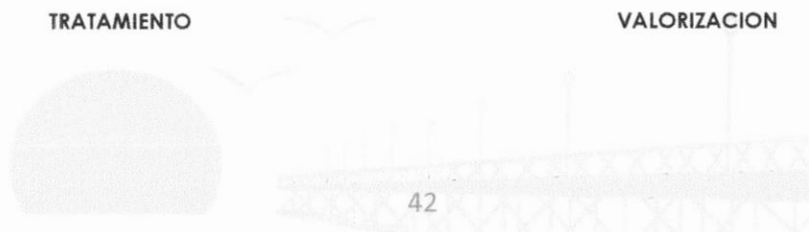


PRODUCTO FINAL

TRATAMIENTO

VALORIZACION

PESADO





## MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



### 5.2.4. ESTIMACION DE CANTIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS A VALORIZAR.

La estimación de la cantidad de residuos sólidos orgánicos de la fuente de generación se determina de acuerdo a los datos del estudio de caracterización del año 2019 y a los cuadros de hoja de cálculo proporcionado por los responsables de la asistencia técnica del MINAM.

#### VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN FUENTE DEL MERCADO CENTRAL DE PACAMAYO.

En el cuadro N°01 se muestra el cálculo realizado a la fuente de generación del mercado central de Pacasmayo, en la cual se recolecta 0.07 ton/día de materia Orgánica, que serán procedentes de 10 puestos de mercado que generan un promedio diario de 7.25 kg.

**CUADRO N°01: FUENTE DE GENERACION DEL MERCADO CENTRAL DE PACAMAYO.**

Fuentes de Mercados	# de puestos	Generación Kg/Puesto/día	Generación total de Residuos Sólidos Ton/día
Nombre	A	B	C = A x B / 1000
1.-puestos del mercado	10	7.250	0.07
2.-			0.00
3.-			0.00
<b>Total Generados (M1+M2+M3+M4+.....+Mn)</b>			<b>0.07</b>

#### VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN FUENTE DEL MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE ÁREAS VERDES DE PACAMAYO.

En el cuadro N° 02 se muestra el cálculo realizado a la fuente de generación del mantenimiento y limpieza del área verde del parque Infantil del Distrito de Pacasmayo, en la cual se recolecta 0.20 ton/día de materia Orgánica, que serán procedentes de las áreas verdes del Distrito.

**CUADRO N°02: FUENTE DE GENERACION DEL MANTENIMIENTO DE LAS AREAS VERDES DEL DISTRITO DE PACAMAYO 2019**



## MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE PACASMAYO



Fuentes de limpieza de áreas verdes	Generación total de Residuos Sólidos Ton/día
<b>Nombre</b>	<b>Ton/día</b>
1.-PARQUE, PLAZA Y CEMENTERIO DE PACAMAYO	0.20
2.-	0.00
<b>Total Generados (M1+M2+M3+M4+.....+Mn)</b>	<b>0.20</b>

### VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN FUENTE DEL VIVIENDAS DEL PROGRAMA.

En el cuadro N° 03 se muestra el cálculo realizado a la fuente de generación de las viviendas que participan del programa de valorización de residuos Orgánicos en la fuente activamente del distrito de Pacasmayo, en la cual se recolecta 0.11 ton/día de materia Orgánica, que serán procedentes de los domicilios que generan también guano.

**CUADRO N°03: FUENTE DE GENERACION DE VIVIENDAS PARTICIPANTES DEL PROGRAMA DE VALORIZACION DE RESIDUOS ORGANICOS 2019**

Viviendas que participan en el Programa	Habitantes por Viviendas	Población	GPC 2019 Kg/habitante/día	Generación total de Residuos Sólidos Ton/día
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C = A X B</b>	<b>D</b>	<b>E = C x D / 1000</b>
100	5	50	0.430	0.11

### VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGANICOS GENERADOS DE OTRAS FUENTES

En el cuadro N°04 se muestra el cálculo realizado a la fuente de generación de los restaurantes y establecimientos comerciales que participan del programa de segregación en la fuente activamente del distrito de Pacasmayo, en la cual se recolecta 0.07 ton/día de materia Orgánica, que serán procedentes de los establecimientos comerciales y restaurantes.

Pacasmayo





# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



Fuentes de Generación	Generación Promedio Kg/generador/día	# de generados	Generación total de Residuos Sólidos Ton/día
Nombre	A	B	C = A x B / 1000
1.-ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES Y REST	7.250	10	0.07
2.-			0.00
<b>Total Generados (M1+M2+M3+M4+.....+Mn)</b>			<b>0.07</b>

En total de residuos orgánicos a recolectar de las fuentes de generación es de 0.226 ton/día, que tendrán un tratamiento para la producción de compost. Según indica el cuadro N°05

Resumen Tipo de Generador	Total Ton/día	% de residuos orgánicos	Toneladas de residuos orgánicos ton/día
1.- Mercados	0.07	50.00%	0.036
2.- Áreas Verdes	0.20	50.00%	0.100
3.- Domiciliarios	0.11	50.00%	0.054
4.- Otras fuentes	0.07	50.00%	0.036
<b>Total Residuos orgánicos</b>			<b>0.226</b>

### DISEÑO DE CASETA PARA COMPOSTERAS

Para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos recolectados en las fuentes generadoras, nos indica el diseño del área adecuada que tendrá las casetas para tratar las 0.226 tn/día de residuos orgánicos, considerando un área total de 78.24 m<sup>2</sup>, para tratar residuos orgánicos en pilas de 1.20 m de alto, para obtener el 60% de material neta de compost en un tiempo de compostificación de 90 días.

**B) ZONA PILOTO DE INTERVENCION.** Para realizar dicha intervención, empadronar y sensibilizar a la población, viviendas, establecimientos comerciales mercado, También nuestras áreas verdes que juegan un papel importante ya quien nos proporcionaran material seco y verde, es que se determinó la secuencia, el recorrido teniendo en cuenta el tránsito a todas las viviendas y establecimientos comerciales que se encontraban en la ruta establecida y diseñada para dicho piloto teniendo en cuenta y verificaran que todas las viviendas empadronadas y establecimientos se encuentran ubicados según lo recorrido entre las viviendas participantes, mercado central, establecimientos comerciales y restaurantes de nuestro Distrito.

### C) DETERMINAR EL AREA PARA EL USO DE LA TECNOLOGIA.

De acuerdo a la proyección del cual se iniciará el piloto con una proyección máxima y mínima donde se considerará los 5 primeros meses (agosto, setiembre, octubre y diciembre) 150 viviendas, restaurantes, puestos del mercado y parques o áreas verdes del distrito. El Área necesaria correspondiente es de 78.24 m<sup>2</sup> donde se recibirá un promedio Inter diario de 0.23 tn.



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



DISEÑO DE CASETAS PARA COMPOSTERAS				FORMULA
1	DATOS DE DISEÑO	UNIDAD	CANTIDAD	
A	Residuos Orgánicos Recepcionados Aprovechables	ton/día	0.23	
B	Densidad de los Residuos Orgánicos	ton/m <sup>3</sup>	0.5	
2	DISEÑO DE COMPOSTERAS	UNIDAD	CANTIDAD	
a	Volumen de Residuos Orgánicos Aprovechables	m <sup>3</sup> /día	0.46	(A/B)
b	Porcentaje del Volumen Neto Aprovechable	%	60.00	
c	Volumen Neto Aprovechable	kg/día	138.00	(a x b x B x 1000 / 100)
d	Volumen de la Materia Orgánica	m <sup>3</sup> /día	0.28	(a X b / 100)
e	Tiempo de Compostificación	días	90.00	
f	Número de Volteos	adimensional	2.00	
g	Volumen Total en Procesamiento Constante	m <sup>3</sup>	49.68	(d x e x f)
h	Porcentaje de Materia Neta de Compost	%	60.00	
i	Producción Neta de Compost	kg/día	82.80	(c x h / 100)
	Método Propuesto	Compostificación en rumas e hilera, en medio húmedo aeróbico		
	Húmedad	45% - 55%		
	pH	neutro		
	<b>Dimensionamiento:</b>	Método Práctico		
j	Altura de la Ruma	m	1.50	
k	Area Neta Requerida	m <sup>2</sup>	33.12	(g / j)
	<b>Pre-Dimensionamiento del Módulo</b>			
	Considerando un Sección Rectangular			
l	Ancho	m	3.00	
m	Largo	m	11.04	(k / l)
	Espacios Libres			
n	Largo	m	2.00	
o	Ancho	m	2.00	
	<b>Dimensionamiento del Módulo</b>			
p	Largo	m	13.04	(m + n)
q	Ancho	m	5.00	(l + o)
r	Area Total	m <sup>2</sup>	65.20	(p x q)
	<b>Por lo tanto</b>			
s	Largo	m	13.04	
t	Ancho	m	5.00	
u	Area Total	m <sup>2</sup>	65.20	(s x t)

opcional

<b>Área requerida</b>	<b>65.20</b>
Área Administrativa	13.04
<b>Área Total</b>	<b>78.24</b>



## MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE PACASMAYO



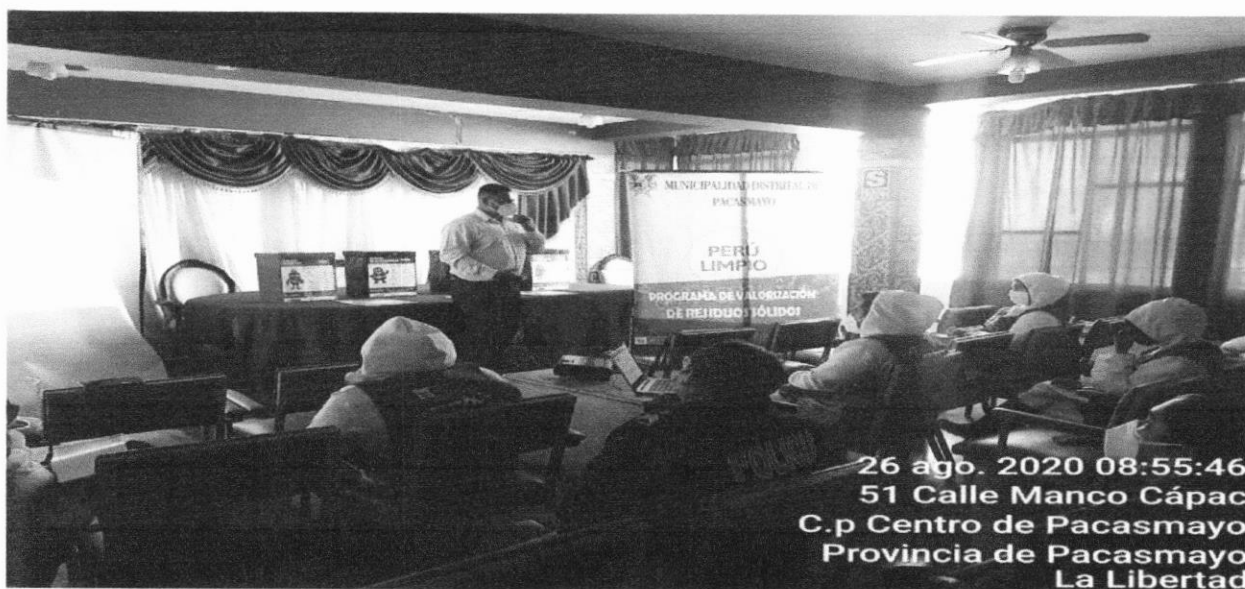
### 5.2.5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y COMUNICACIÓN AMBIENTAL.

La Municipalidad Distrital de Pacasmayo, a través del área de la Gerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental y el equipo técnico responsable de la implementación del Programa de Valorización de Residuos Orgánicos municipales, desarrollara actividades de capacitación y sensibilización a la población de las fuentes generadoras de residuos sólidos orgánicos, cuyo objetivo es despertar el interés de la comunidad en particular, a través de este componente se estará brindando información sobre el proceso de implementación del Programa de Valorización, los beneficios que esto tiene en la salud de la población y en el cuidado del medio ambiente.

Dentro de la implementación del Programa de Valorización se ha establecido diferentes estrategias de sensibilización a la población con el propósito de cambiar el hábito sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos que se generan. Del cual se capacito en un taller realizado en nuestro auditorio municipal, sensibilización casa por casa y se reforzó el mensaje en las instituciones educativas a través de las clases virtual ZOOM, informando al alumnado el proceso de valorización de los residuos y su importancia.

#### A. CAPACITACIÓN AL EQUIPO TECNICO

En esta etapa se desarrolla reuniones de información en coordinación con todo el equipo de la implementación del Programa de Valorización de residuos orgánicos, con la finalidad de fortalecer sus conocimientos sobre el manejo de residuos sólidos orgánicos y establecer estrategias sobre el desarrollo de las actividades. También en cumplir con los protocolos de bio seguridad y el manejo e implementación de los EPPs.



El programa de Valorización de residuos sólidos Orgánicos es un programa de proyección social que esperamos sensibilizar a la población a ser participe en el manejo de residuos sólidos orgánicos desde la generación para darle una transformación Aprovechables a la materia orgánica.

**B. ACTORES INVOLUCRADOS.** Dentro de los actores involucrados dentro de esta cadena de aprovechamientos de los residuos orgánicos tenemos:



## MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



- **Generadores:** viviendas, establecimientos comerciales, puestos de mercado central y jardinero de las Áreas Verdes.

**Compromisos** de cumplir diariamente de lunes, miércoles y viernes en entregar sus residuos generados y clasificados correctamente tal como se indica en la capacitación.

**Obligaciones** de separar correctamente los residuos orgánicos teniendo en cuenta lo no permitido, a la vez de retribuir su apoyo con la donación del producto final.

- **Municipalidad:** Apoyo técnico por parte de la universidad nacional de Trujillo y a la vez apoyo reciproco en la implementación y entrega de producto final en todas sus áreas verdes de la municipalidad. También la municipalidad es responsable de la entrega Inter diaria de un Balde para la recolección del residuo Orgánico.
- **Instituciones:** Todas las instituciones educativas están comprometidas e involucradas en este trabajo porque son las que se beneficiaran del producto final para la ejecución de proyectos de biohuertos e implementación de plantones y áreas verdes para sus instituciones.



### C. RUTAS.

Para la recolección de residuos sólidos orgánicos se han diseñado una ruta, en donde el recorrido se representará mediante planos, indicando el inicio y el final del recorrido. De manera que permita al equipo de promotora ambientales llevar a cabo el servicio de recolección selectiva de forma optimizada, empleando el menor tiempo posible.





# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



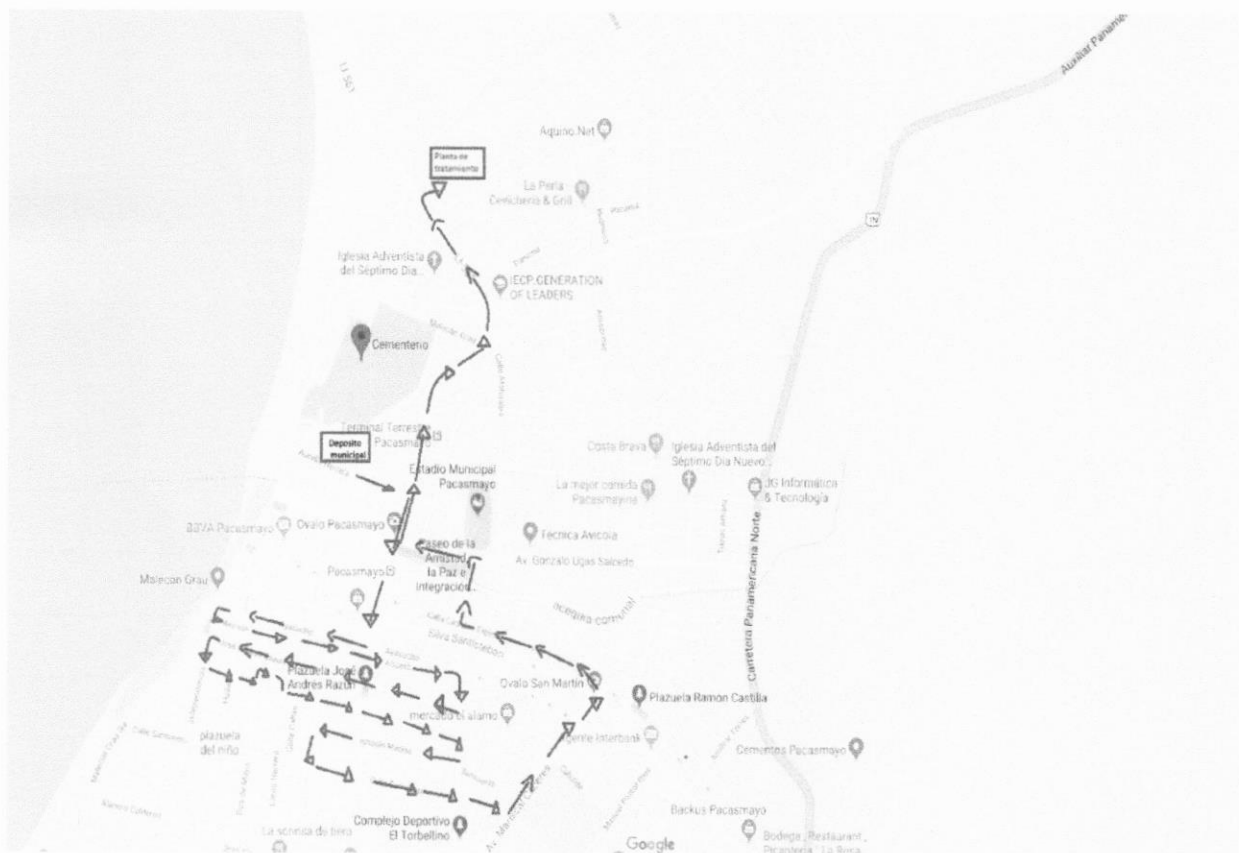
## D. HORARIOS. -

El horario de recolección del programa de Valorización de residuos orgánicos es de Martes, Jueves y sábados desde las 8:00 am hasta 02:00 pm donde se realiza la recolección y pesado de lo recolectado y valorizado.

El horario de acondicionamiento y tratamiento de los residuos sólidos orgánicos recuperados es de 12:00 pm hasta las 2:00 pm. En este proceso se mezcla con un poco de guano para acelerar el proceso.

## E. FRECUENCIA.

La frecuencia de recolección selectiva de residuos sólidos orgánicos en nuestro mercado, establecimientos comerciales, restaurantes y viviendas es **Inter diario** y el material seco y verde es acopiado semanalmente los días sábados del cual el mantenimiento y poda es responsabilidad de los jardineros.



### 5.2.6. VEHICULO DE RECOLECCION, EQUIPOS, HERRAMIENTAS, PERSONAL Y OTROS.

El vehículo utilizado para la recolección y la disponibilidad a tiempo completo es la moto carguera de propiedad de la Municipalidad Distrital de Pacasmayo donde es manejada por un promotor ambiental identificado debidamente para dicha labor encomendada.





## MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



### EQUIPAMIENTO.

Se ha desarrollado este programa de Valorización utilizando los siguientes materiales de los cuales algunas se adquirió y otros teníamos en almacén de la Municipalidad Distrital de Pacasmayo:

- **Equipamiento para la planta de valorización:**

- 01 balanza analítica de 1000 kg.
- 02 palanas
- 02 carretillas
- 01 rastrillos
- 04 escobas
- 01 Mochila fumigadora Manual.
- 1000 Sacos para compost
- 01 Botiquín
- 300 Baldes de 18 litros

- **Equipo de protección personal**

- Gorros
- Mamelucos
- Botas de jebe
- Chalecos
- Guantes de Jebe
- Mascarillas
- Alcohol etílico
- Polos
- Careta o Protección Facial
- Mascarilla
- Lentes

- **Equipamiento vehicular**

- 01 moto carguera.

### LISTA DE PARTICIPANTES

- **150 viviendas, establecimientos comerciales y Restaurantes**
- **Parque Y Jardines de Pacasmayo.**
- **08 promotores Ambientales de la Municipalidad Distrital de Pacasmayo.**



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



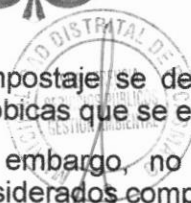
### 5.2.7. TECNOLOGIA IMPLEMENTADA.

De acuerdo a la Política Ambiental para la Gestión de Residuos Sólidos, el aprovechamiento se entiende como el conjunto de fases sucesivas de un proceso, cuando la materia inicial es un residuo, entendiéndose que el procesamiento tiene **el objetivo económico de valorizar el residuo u obtener un producto o subproducto utilizable**. Aprovechables son aquellos que pueden ser reutilizados o transformados en otro producto, reincorporándose al ciclo económico y con valor comercial. La maximización del aprovechamiento de los residuos generados y en consecuencia la minimización de las basuras, contribuye a conservar y reducir la demanda de recursos naturales, disminuir el consumo de energía, preservar los sitios de disposición final y reducir sus costos, así como a reducir la contaminación ambiental al disminuir la cantidad de residuos que van a los sitios de disposición final o que simplemente son dispuestos en Botaderos contaminando el ambiente. El aprovechamiento debe realizarse siempre y cuando sea económicamente viable, técnicamente factible y ambientalmente conveniente.

**EL COMPOSTAJE proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos** en insumos para la producción agrícola y mejorar nuestros suelos. El



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



Compostaje se define a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes.

Sin embargo, no todos los materiales que han sido transformados aeróbicamente, son considerados compost. El proceso de compostaje incluye diferentes etapas que deben cumplirse para obtener compost de calidad. La utilización de un material que no haya finalizado correctamente el proceso de compostaje puede acarrear riesgos como:

**-Fitotoxicidad.** En un material que no haya terminado el proceso de compostaje correctamente, el nitrógeno está más en forma de amonio en lugar de nitrato. El amonio en condiciones de calor y humedad se transforma en amoniaco, creando un medio tóxico para el crecimiento de la planta y dando lugar a malos olores. Igualmente, un material sin terminar de compostar contiene compuestos químicos inestables como ácidos orgánicos que resultan tóxicos para las semillas y plantas.

**-Bloqueo biológico del nitrógeno, también conocido como "hambre de nitrógeno".** Ocurre en materiales que no han llegado a una relación Carbono: Nitrógeno equilibrada, y que tienen material mucho más rico en carbono que en nitrógeno. Cuando se aplica al suelo, los microorganismos consumen el C presente en el material, y rápidamente incrementan el consumo de N, agotando las reservas de N en el suelo.

**-Reducción de oxígeno radicular.** Cuando se aplica al suelo un material que aún está en fase de descomposición, los microorganismos utilizarán el oxígeno presente en el suelo para continuar con el proceso, agotándolo y no dejándolo disponible para las plantas.

**-Exceso de amonio y nitratos en las plantas y contaminación de fuentes de agua.** Un material con exceso de nitrógeno en forma de amonio, tiende a perderlo por infiltración en el suelo o volatilización y contribuye a la contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Igualmente, puede ser extraído por las plantas del cultivo, generando una acumulación excesiva de nitratos, con consecuencias negativas sobre la calidad del fruto (ablandamiento, bajo tiempo pos cosecha) y la salud humana (sobre todo en las hortalizas de hoja).

## Tecnología para implementar Compostaje

Como dice Arroyave, el compostaje es un proceso natural y bioxidativo, en el que intervienen numerosos y variados microorganismos aerobios que requieren una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, implica el paso por una etapa termófila dando al final como producto de los procesos de degradación de dióxido de carbono, agua y minerales, como también una materia orgánica estable, libre de patógenos y disponible para ser utilizada en la agricultura como abono acondicionador de suelos sin que cause fenómenos adversos.

El compostaje es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno). Con la adecuada humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas.

Es posible interpretar el compostaje como el sumatorio de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos, que, en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. En este proceso,



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost.

Al descomponer el C, el N y toda la materia orgánica inicial, los microorganismos desprenden calor medible a través de las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo. Según la temperatura generada durante el proceso, se reconocen tres etapas principales en un compostaje, además de una etapa de maduración de duración variable. Las diferentes fases del compostaje se dividen según la temperatura, en:

1. **Fase Mesófila.** El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días).

2. **Fase Termófila o de Higienización.** Cuando el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina.

Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60° C aparecen las bacterias que producen esporas y actino bacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores.

Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* Igualmente, como se verá en esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado.

3. **Fase de Enfriamiento o Mesófila II.** Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista (Figura 4). Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración.

## Hongo indicador de la fase mesófila II





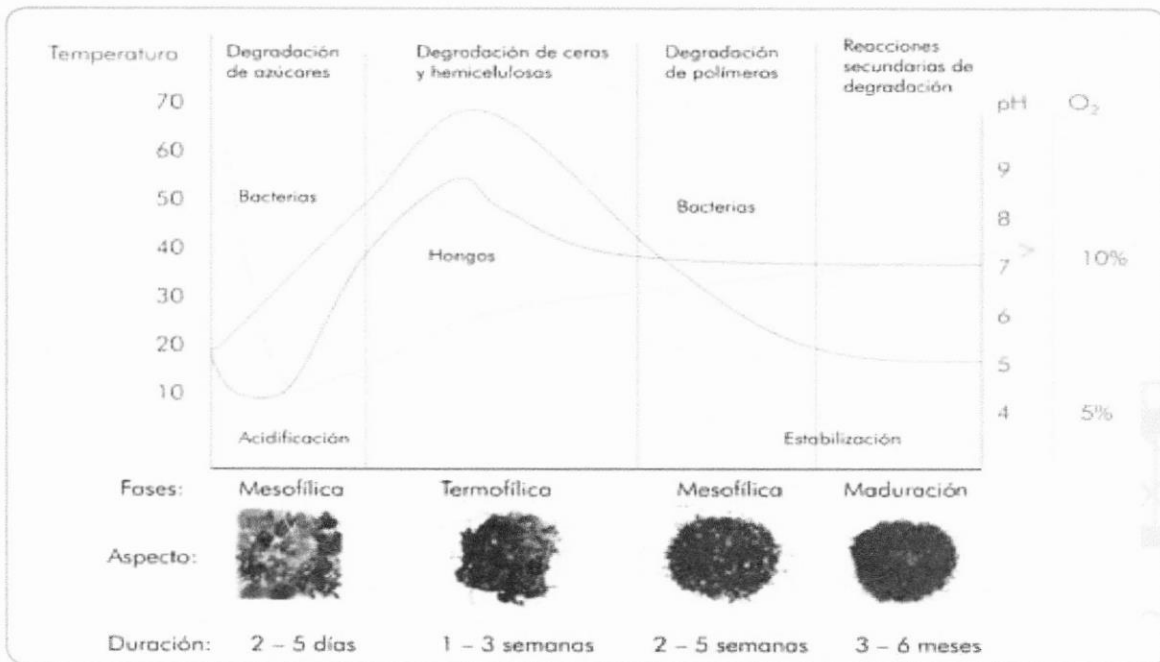


# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



4. **Fase de Maduración.** Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos.

### Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje



### Monitoreo durante el compostaje

Ya que el compostaje es un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, se deben tener en cuenta los parámetros que afectan su crecimiento y reproducción. Estos factores incluyen el oxígeno o aireación, la humedad de substrato, temperatura, pH y la relación C. N.





## MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



Externamente, el proceso de compostaje dependerá en gran medida de las condiciones ambientales, el método utilizado, las materias primas empleadas, y otros elementos, por lo que algunos parámetros pueden variar. No obstante, éstos deben estar bajo vigilancia constante para que siempre estén siempre dentro de un rango óptimo. A continuación, se señalan los parámetros y sus rangos óptimos.

### Oxígeno

El compostaje es un proceso aerobio y se debe mantener una aireación adecuada para permitir la respiración de los microorganismos, liberando a su vez, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) a la atmosfera. Así mismo, la aireación evita que el material se compacte o se encharque. Las necesidades de oxígeno varían durante el proceso, alcanzando la mayor tasa de consumo durante la fase termofílica.

La saturación de oxígeno en el medio no debe bajar del 5%, siendo el nivel óptimo el 10%. Un exceso de aireación provocaría el descenso de temperatura y una mayor pérdida de la humedad por evaporación, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua. Las células de los microorganismos se deshidratan, algunos producen esporas y se detiene la actividad enzimática encargada de la degradación de los diferentes compuestos. Por el contrario, una baja aireación, impide la suficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis. Se producen entonces malos olores y acidez por la presencia de compuestos como el ácido acético, ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) o metano ( $\text{CH}_4$ ) en exceso.

### Control de la Aireación

Porcentaje de aireación	Problema		Soluciones
<5%	Baja aireación	Insuficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis	Volteo de la mezcla y/o adición de material estructurante que permita la aireación .
5% - 15% Rango ideal			
>15%	Exceso de aireación	Descenso de temperatura y evaporación del agua, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua.	Picado del material a fin de reducir el tamaño de poro y así reducir la aireación. Se debe regular la humedad, bien proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras, césped, purines u otros)



## MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



### Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)

Como en todo proceso aerobio o aeróbico, ya sea en el compostaje o aun en la respiración humana, el oxígeno sirve para transformar (oxidar) el C presente en las materias primas (substrato o alimentos) en combustible. A través del proceso de oxidación, el C se transforma en biomasa (más microorganismos) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o gas producido por la respiración, que es fuente de carbono para las plantas y otros organismos que hacen fotosíntesis. Sin embargo, el CO<sub>2</sub> también es un gas de efecto invernadero, es decir, contribuye al cambio climático.

Durante el compostaje, el CO<sub>2</sub> se libera por acción de la respiración de los microorganismos y, por tanto, la concentración varía con la actividad microbiana y con la materia prima utilizada como sustrato. En general, pueden generarse 2 a 3 kilos de CO<sub>2</sub> por cada tonelada, diariamente. El CO<sub>2</sub> producido durante el proceso de compostaje, en general es considerado de bajo impacto ambiental, por cuanto es capturado por las plantas para realizar fotosíntesis.

### Humedad

La humedad es un parámetro estrechamente vinculado a los microorganismos, ya que, como todos los seres vivos, usan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular.

La humedad óptima para el compost se sitúa alrededor del 55%, aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el compostaje (ver sección sobre Tamaño de Partícula). Si la humedad baja por debajo de 45%, disminuye la actividad microbiana, sin dar tiempo a que se completen todas las fases de degradación, causando que el producto obtenido sea biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta (>60%) el agua saturará los poros e interferirá la oxigenación del material.

En procesos en que los principales componentes sean sustratos tales como aserrín, astillas de madera, paja y hojas secas, la necesidad de riego durante el compostaje es mayor que en los materiales más húmedos, como residuos de cocina, hortalizas, frutas y cortes de césped.

El rango óptimo de humedad para compostaje es del 45% al 60% de agua en peso de material base.

Una manera sencilla de monitorear la humedad del compost, es aplicar la "técnica del puño".

Pacasmayo



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



## Parámetros de humedad óptimos

Porcentaje de humedad		Problema	Soluciones
<45%	Humedad insuficiente	Puede detener el proceso de compostaje por falta de agua para los microorganismos	Se debe regular la humedad, ya sea proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras, césped, purines u otros)
45% - 60% Rango ideal			
>60%	Oxígeno insuficiente	Material muy húmedo, el oxígeno queda desplazado. Puede dar lugar a zonas de anaerobiosis.	Volteo de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono, como serrines, paja u hojas secas.

## Temperatura

La temperatura tiene un amplio rango de variación en función de la fase del proceso.

El compostaje inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los 65°C sin necesidad de ninguna actividad antrópica (calentamiento externo), para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente.

Es deseable que la temperatura no decaiga demasiado rápido, ya que, a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización.

## Parámetros de temperatura óptimos

Pacasmayo



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



Temperatura (°C)	Causas asociadas		Soluciones
Bajas temperaturas (T° ambiente < 35°C)	Humedad insuficiente.	Las bajas temperaturas pueden darse por varios factores, como la falta de humedad, por lo que los microorganismos disminuyen la actividad metabólica y por tanto, la temperatura baja.	Humedecer el material o añadir material fresco con mayor porcentaje de humedad (restos de fruta y verduras, u otros)
	Material Insuficiente.	Insuficiente material o forma de la pila inadecuada para que alcance una temperatura adecuada.	Añadir más material a la pila de compostaje.
	Déficit de nitrógeno o baja C:N.	El material tiene una alta relación C.N. y por lo tanto, los microorganismos no tienen el N suficiente para generar enzimas y proteínas y disminuyen o ralentizan su actividad. La pila demora en incrementar la temperatura más de una semana.	Añadir material con alto contenido en nitrógeno como estiércol.
Altas temperaturas (T ambiente >70°C)	Ventilación y humedad insuficiente	La temperatura es demasiado alta y se inhibe el proceso de descomposición. Se mantiene actividad microbiana pero no la suficiente para activar a los microorganismos mesofílicos y facilitar la terminación del proceso.	Volteo y verificación de la humedad (55-60%). Adición de material con alto contenido en carbono de lenta degradación (madera, o pasto seco) para que ralentice el proceso.

## pH

El pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estadios del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoníaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro.

El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6,07,5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5,5-8,0. El rango ideal es de 5,8 a 7,2.

### Parámetros de pH óptimos

Pacasmayo



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



pH	Causas asociadas		Soluciones
<4,5	Exceso de ácidos orgánicos	Los materiales vegetales como restos de cocina, frutas, liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio.	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N.
<b>4,5 – 8,5 Rango ideal</b>			
>8,5	Exceso de nitrógeno	Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, con una deficiente relación C:N, asociado a humedad y altas temperaturas, se produce amoníaco alcalinizando el medio.	Adición de material mas seco y con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín)

## Relación Carbono-Nitrógeno (C:N)

La relación C: N varía en función del material de partida y se obtiene la relación numérica al dividir el contenido de C (% C total) sobre el contenido de N total (% N total) de los materiales a compostar.

Esta relación también varía a lo largo del proceso, siendo una reducción continua, desde 35:1 a 15:1.

## Parámetros de la relación carbono / nitrógeno

C:N	Causas Asociadas		Soluciones
>35:1	Exceso de Carbono	Existe en la mezcla una gran cantidad de materiales ricos en carbono. El proceso tiende a enfriarse y a ralentizarse	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N.
<b>15:1 – 35:1 Rango ideal</b>			
<15:1	Exceso de Nitrógeno	En la mezcla hay una mayor cantidad de material rico en nitrógeno, el proceso tiende a calentarse en exceso y se generan malos olores por el amoníaco liberado.	Adición de material con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín)

## Tamaño de partícula

La actividad microbiana está relacionada con el tamaño de la partícula, esto es, con la facilidad de acceso al sustrato. Si las partículas son pequeñas, hay una mayor superficie específica, lo cual 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 la partícula, siendo la





# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



densidad aproximadamente 150 -250 kg/m<sup>3</sup>, conforme avanza el proceso de compostaje, el tamaño disminuye y por tanto, la densidad aumenta, 600-700 kg/m<sup>3</sup>.

## Control del tamaño de partícula

Tamaño de las partículas (cm)	Problema		Soluciones
>30 cm	Exceso de aireación	Los materiales de gran tamaño crean canales de aireación que hacen bajar la temperatura y desaceleran el proceso.	Picar el material hasta conseguir un tamaño medio de 10-20 cm
5 – 30 cm Rango ideal			
<5 cm	Compactación	Las partículas demasiado finas crean poros pequeños que se llenan de agua, facilitando la compactación del material y un flujo restringido del aire, produciéndose anaerobiosis.	Volear y/o añadir material de tamaño mayor y volteos para homogenizar

## Tamaño de la pila o volumen en compostaje

Existen diversos sistemas de compostaje: en pilas, en cajas o composteras, abiertas o cerradas.

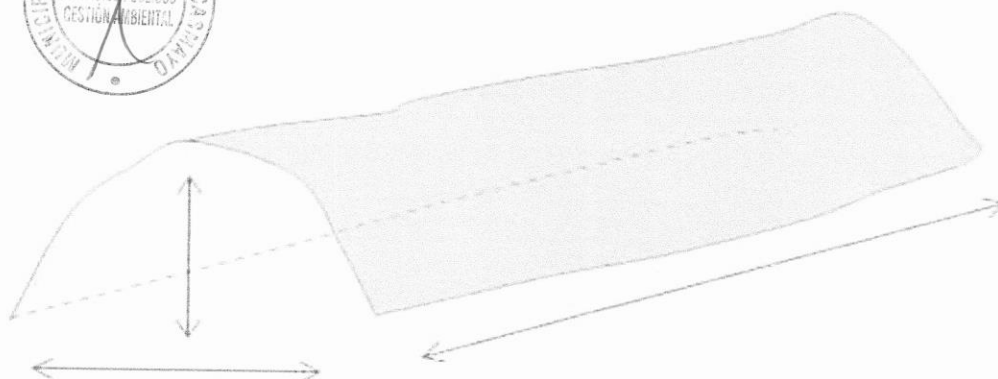
En el caso del compostaje en pilas, el tamaño de la pila, en especial la altura, afecta directamente al contenido de humedad, de oxígeno y la temperatura. Pilas de baja altura y de base ancha, a pesar de tener buena humedad inicial y buena relación C:N, hacen que el calor generado por los microorganismos se pierda fácilmente, de tal forma que los pocos grados de temperatura que se logran, no se conservan. El tamaño de una pila viene definido por la cantidad de material a compostar y el área disponible para realizar el proceso. Normalmente, se hacen pilas de entre 1,2 metros de alto para facilitar las tareas de volteo, y de un ancho de entre 1,5 y 2 metros. La longitud de la pila dependerá del área y del manejo.

En el momento de estimar las dimensiones de la pila de compostaje, se debe tener en cuenta que, durante el proceso de compostaje, la pila disminuye de tamaño (hasta un 50% en volumen) debido en parte a la compactación y en parte a la pérdida de carbono en forma de CO<sub>2</sub>.

Pacasmayo



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



## 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 <sup>3</sup>	<700 kg/m <sup>3</sup>	<700 kg/m <sup>3</sup>
Materia orgánica (Base seca)	50%-70%	>20%	>20%
Nitrógeno Total (Base seca)	2,5-3%	1-2%	~1%

## Higienización e inocuidad

Como consecuencia de las elevadas temperaturas alcanzadas durante la fase termofílica, se destruyen las bacterias patógenas y parásitos presentes en los residuos de partida. En esta fase se da la higienización del material. En las fases siguientes podría ocurrir una re-contaminación del material debido a varios factores, como, por ejemplo, la utilización de utensilios contaminados con material fresco, como una pala para el volteo, o añadiendo material fresco después de la fase termofílica.



## MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



Un compost maduro no debe contener compuestos tóxicos para las plantas o el ambiente. Así, por ejemplo, la presencia de amoníaco y sulfatos ( $\text{NH}_3$  y  $\text{SO}_4$ ) en lixiviados generados por procesos de compostaje con exceso de humedad, favorecen la producción de ácido sulfhídrico y dióxido de nitrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$  y  $\text{NO}_2$ ) que, junto con el metano, ( $\text{CH}_4$ ), son considerados gases efecto invernadero (GEI) con importantes impactos negativos en el medio ambiente, y en especial en el cambio climático.

En diferentes países latinoamericanos basados tanto en estándares de Estados Unidos (EPA) como de la Unión Europea (EU), han desarrollado normativas para definir la calidad del compost y su uso. Chile, Colombia, México, además de definir la calidad del compost, diferencian en dos clases, A y B, con o sin restricciones de uso, basados en la presencia de patógenos y metales pesados. Uno de los problemas del uso del compost está relacionado con la posibilidad de contener bacterias patógenas como *Salmonella spp.* y *Escherichia coli* (Islam 2005, Lasaridi 2006) así como *Listeria monocytogenes* (Oliveira 2011), y huevos de parásitos que pueden llegar a los consumidores a través del consumo de frutas y vegetales contaminados. Por eso es importante asegurar que un compost que se utilice, en especial para el cultivo de hortalizas de tallo corto o de hoja, así como para la producción de frutas, no contenga estos patógenos e indicadores de contaminación fecal.

Otro aspecto fundamental es la presencia de metales pesados en compost, pues son compuestos que no se destruyen ni se descomponen, y pueden ser asimilados por las plantas, y luego por los animales y el hombre, a lo largo de la cadena trófica. La garantía de que el compost no contenga estos patógenos o metales pesados, además de tóxicos, hidrocarburos etc., es lo que se denomina inocuidad y ofrece la certificación al usuario del compost de que no va a contaminar los alimentos que abona.

La presencia de los patógenos en el compost viene en gran medida por el uso de estiércoles, seguido del uso de aguas contaminadas y de las personas que manipulan el compost (Bernal 2009). Uno de los métodos para el control de estos es el empleo de temperaturas elevadas, de ahí la importancia en el control del tiempo y temperatura de la fase termofílica.

La inocuidad biológica del compost, depende de la temperatura que alcance el material, pero también de la humedad, la aireación y el tamaño de partícula. En una pila con adecuada humedad, la actividad microbiana hace que la temperatura se incremente, siendo mayor en el interior que en el exterior (Gong 2007). De esta forma, al airear la pila o al realizar el volteo, se homogeniza la temperatura y la humedad y se pueden eliminar patógenos. Del mismo modo, el tamaño de partícula a compostar, la forma y tamaño de la pila también afectan la velocidad de aireación y la tendencia del material a retener o liberar calor. También debe considerarse la temperatura del lugar y las prácticas de gestión aplicadas en cada caso. Otro aspecto importante es la cantidad de microorganismos patógenos presentes en el compost pues si esta cantidad es alta se requerirá mayor tiempo para la eliminación de éstos.

Por ello en el compost final puede haber microorganismos patógenos que afectan a la calidad del abono, en la siguiente Tabla se presentan datos de tiempos y temperaturas necesarios para la eliminación de algunos patógenos.

### Temperatura necesaria para la eliminación de algunos patógenos

Pacasmayo



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



Microorganismo	Temperatura	Tiempo de exposición
<i>Salmonella spp</i>	55°C	1 hora
	65°C	15-20 minutos
<i>Escherichia coli</i>	55°C	1 hora
	65°C	15-20 minutos
<i>Brucella abortus</i>	55°C	1 hora
	62°C	3 minutos
<i>Parvovirus bovino</i>	55°C	1 hora
Huevos de <i>Ascaris lumbricoides</i>	55°C	3 días

## Material compostable a Utilizar:

La gran mayoría de los materiales orgánicos son compostables. En la siguiente lista se hace una extensa relación de materiales que se pueden compostar:

- Restos de cosecha, plantas del huerto o jardín. Ramas trituradas o troceadas procedentes de podas, hojas caídas de árboles y arbustos. Heno y hierba segada. Césped o pasto (preferiblemente en capas finas y previamente desecado).
- Estiércol de porcino, vacuno, caprino y ovino, y sus camas de corral.
- Restos orgánicos de cocina en general (frutas y hortalizas). Alimentos estropeados o caducados. Cáscaras de huevo (preferible trituradas). Restos de café. Restos de té e infusiones. Cáscaras de frutos secos. Cáscaras de naranja, cítricos o piña (pocos y troceadas). Papas estropeadas, podridas o germinadas.
- Aceites y grasas comestibles (muy esparcidas y en pequeña cantidad).
- Virutas de serrín (en capas finas).
- Servilletas, pañuelos de papel, papel y cartón (no impresos ni coloreados, ni mezclados con plástico).
- Cortes de pelo (no teñido), residuos de esquilado de animales.

## No se deben incluir materiales inertes, tóxicos o nocivos tales como:

- Residuos químicos-sintéticos, pegamentos, solventes, gasolina, petróleo, aceite de vehículos, pinturas.
- Materiales no degradables (vidrio, metales, plásticos).
- aglomerados o contrachapados de madera (ni sus virutas o serrín).
- Tabaco, ya que contiene un biocida potente como la nicotina y diversos tóxicos.
- Detergentes, productos clorados, antibióticos, residuos de medicamentos.





# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



- **Animales muertos** (estos deben ser incinerados en condiciones especiales, o pueden ser compostados en pilas especiales).
- **Restos de alimentos cocinados**, carne, Pescado, Huesos, viseras, tripas.

## Fertilización

El compost contiene elementos fertilizantes para las plantas, aunque en forma orgánica y en menor proporción que los fertilizantes minerales de síntesis. Una de las mayores ventajas del uso de compost como aporte de materia orgánica es que en él se encuentran presentes nutrientes tanto disponibles como de lenta liberación, útiles para la nutrición de las plantas. Por otra parte, el compost presenta un alto contenido de materia orgánica con las ventajas que ello conlleva. Se recomienda, antes de hacer aplicaciones tanto de compost o materia orgánica, como de fertilizantes minerales, realizar un análisis de suelo para controlar los niveles de nutrientes y ajustar la fertilización en función de la liberación que se produzca y de las necesidades del cultivo.

Los nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta provienen del aire, del agua y del suelo, siendo la solución del suelo el medio de transporte de los nutrientes.

Los nutrientes en el suelo, se dividen en macro- y micro- nutrientes, en función de las cantidades que la planta necesite. Los macronutrientes primarios son Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y los secundarios son Magnesio, Azufre y Calcio (Figura 8). Los micronutrientes son requeridos en cantidades muy pequeñas, pero generalmente son importantes para el metabolismo vegetal y animal. Estos son el hierro, el zinc, el manganeso, el boro, el cobre, el molibdeno y el cloro.

El Nitrógeno, N (1%-4% del extracto seco de la planta) es el motor del crecimiento de la planta ya que está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas. Un buen aporte de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes.

El Fósforo, P (0,1% - 0,4% del extracto seco de la planta) juega un papel importante en la transferencia de energía, por lo que es esencial en la eficiencia de la fotosíntesis. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde el pH limita su disponibilidad, favoreciendo la fijación.

El Potasio, K (1%-4% del extracto seco de la planta) juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas, y por ende en la estructura de la planta. El potasio mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades.

### 5.2.8. UBICACIÓN DEL PILOTO.

**Nombre del área:** Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos "Pacasmayo".

**Dirección:** Lado derecho carretera a Jequetepeque con coordenadas UTM Este: 658115 y Norte: 9182740

**Situación:** lugar establecido formalmente.





## MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



**Propiedad:** Municipalidad Distrital de Pacasmayo.

**Administración:** La Administración está a cargo de la Gerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental de la Municipalidad Distrital de Pacasmayo. Para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos recolectados de las fuentes generadoras, en el cuadro del área total de terreno nos indica el diseño adecuado que tendrá la caseta para tratar los 0.23 tn/día de residuos orgánicos.

Considerando un área total de 78.24 m<sup>2</sup>. Para tratar residuos orgánicos en pilas de 1.20 m de alto, para obtener el 60% de materia neta de compost en un tiempo de compostificación de 90 días.

### AREA TOTAL DEL TERRENO DONDE SE DESARROLLA EL PILOTO.

El área Total del terreno es de 701 m<sup>2</sup> y un perímetro de 116.00. siendo de propiedad municipal.



### MATERIAL DE CONSTRUCCION.

La actual planta piloto de compostaje cuenta con un área de 701 m<sup>2</sup> y perímetro de 116 m. Esta cuenta con áreas de descarga de residuos orgánicos, un área de pilas de residuos orgánicos, almacén general, área de pesado y empaquetado de compost y área de tamizado.



## MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE PACASMAYO



El diseño de esta planta parte del funcionamiento de esta; al ingresar al establecimiento encontramos un patio de maniobra, donde aquí podrá ingresar la Moto carguera con los residuos orgánicos donde llegarán a una zona de descarga de dichos residuos. Luego estos residuos son llevados a la zona de pesaje para luego ser trasladado a las camas que se encuentran excavado con una profundidad de 20 cm y de ancho miden 2.00 m y largo 3.00 m.

Contando con 3 camas para elaborar las pilas, antes de vaciar el residuos orgánico urbano se coloca primero paja y material seco luego se rosea el residuo orgánico urbano donde se picara y se sacara los residuos que no se pueden aprovechar y se juntara en un balde para ser pesado y descontar lo recolectado para obtener el promedio de lo valorizado, luego se coloca guano de las viviendas que crían animales, también de nuestro camal municipal luego esto es mezclado de manera homogénea donde ahí se procederá a producir el compost.

Luego de ser mezclado se procede a tapar la pila con material seco para mitigar los vectores, semanalmente o de acuerdo a la necesidad de agua se humedece la pila para ello se realiza el monitoreo de temperatura y la técnica del puño donde nos indicara la necesidad o cantidad de agua a utilizar.

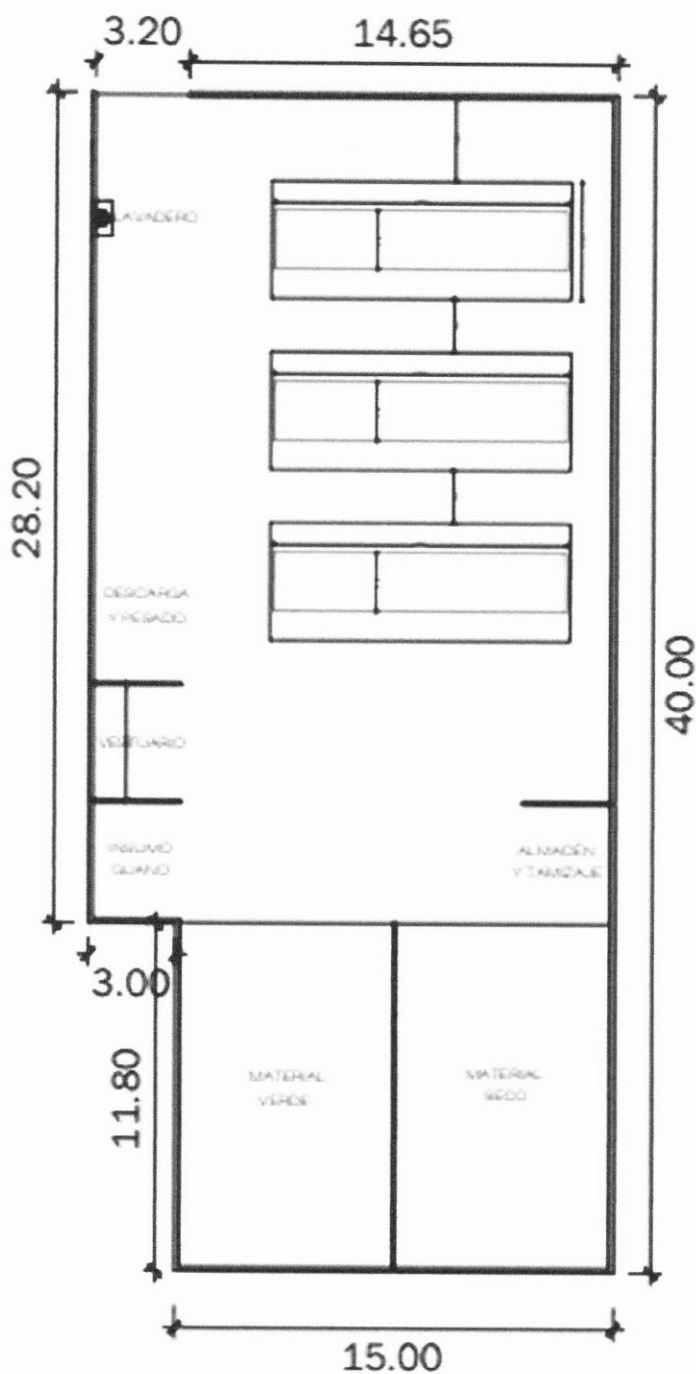
Terminado ya el proceso de compostaje esto es llevado a un área de Tamizado, donde cuenta con dos áreas una de almacén y otra de área de pesado y empaquetado.

Este producto terminado o abono orgánico llamado Compost nos sirve para nuestro parques y Jardines del distrito también se obsequia a las viviendas participantes o a las instituciones educativas que realizan proyectos de biohuerto o mantenimiento de jardines de su institución.

Pacasmayo



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PACASMAYO



## MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



### 5.2.9. RESULTADOS.

- ❖ Los residuos sólidos orgánicos una vez recolectados son dispuestos en basurales incontrolados a cielo abierto en la mayoría de los municipios de nuestro país; causando la proliferación de vectores capaces de transmitir no menos de medio centenar de enfermedades, sus lixiviados (producidos por lluvias, procesos de evapo - transpiración) provocan el envejecimiento de los acuíferos subterráneos y superficiales; afectadas las aguas se produce el ingreso al ciclo alimentario con lo cual aumenta la ocurrencia de enfermedades.
- ❖ Bien es sabido que todas las actividades humanas crean efectos adversos sobre el medio ambiente, porque en el proceso de producción y reproducción de sus condiciones materiales de vida el hombre explora, transforma, almacena, distribuye, intercambia y consume bienes y servicios. Este consumismo indiscriminado conlleva a la generación de altas cantidades de residuos sólidos orgánicos, que en muchas ocasiones son arrojados en el medio contaminándolo. Su mal manejo vuelve infértiles a los suelos, contamina las aguas, el aire y afecta la salud pública. Estas externalidades se traducen en una transferencia de costos de los responsables de los procesos contaminantes que es aún un alto porcentaje de la población.
- ❖ El aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos no se debe seguir viendo como un proceso aislado, pues debe ser integrado con las empresas que prestan el servicio público de aseo, así se genera más cultura y convicción del usuario con relación al ambiente. De igual medida se debe materializar el mecanismo para incentivar actividades como éstas no solo a los operadores sino también a los transformadores externos que realizan esta actividad para la inserción de nuevos productos limpios en cadenas productivas.
- ❖ El aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos se consolida como una opción, capaz de reducir las erogaciones y costos operativos propios de la recolección y disposición final (incluidos los rellenos sanitarios) por los que se pagan valores altísimos, por lo que se debe compensar, el compostaje, además de otorgarle un impacto positivo al ambiente e impulso adicional a la agricultura orgánica los productores agropecuarios conocen que la relación entre el contenido de materia orgánica del suelo, aumento de la porosidad y retención de la humedad elevan la fertilidad potencial de las zonas dedicadas a la siembra. Este producto es un acondicionador físico que mejora la estructura del suelo porque aporta nutrientes necesarios para la reforestación paliando los efectos de la erosión ya sea de origen hídrica o eólica y la desertización. Todas las anteriores bondades del aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos van ligadas a un sin número de procesos que dificultan la actividad en nuestro País como se mencionó anteriormente, partimos de que la normatividad existente en



## MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



materia de residuos sólidos orgánicos es extensa y ambigua y los entes encargados de hacerla cumplir, no tienen la capacidad instalada para realizar monitoreo y control en cada una de las localidades donde se realiza este proceso.

- ❖ Se proyecta obtener un promedio mensual de 2.8 toneladas de Valorización de residuos orgánicos que permitirá regalar u obsequiar a viviendas y a instituciones educativas para sus viveros y biohuertos por la cual motivará a los profesores y alumnos a involucrarse en estos temas e iniciar actividades de este tipo en cada una de las escuelas el próximo año.

### 5.2.10. CONCLUSIONES

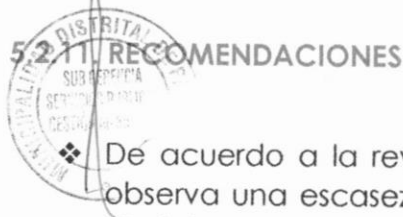
- ❖ La minimización de residuos es una estrategia de producción más limpia y se basa en acciones orientadas a reducir al mínimo posible el volumen y peligrosidad de los residuos, a través de acciones preventivas, procedimientos, métodos y/o técnicas utilizadas en la actividad generadora. Tiene como base el fomento de las 3 R (Reducir, Reutilizar y Reciclar).
- ❖ Se cuenta con 150 beneficiarios entre viviendas, establecimientos comerciales, restaurantes, Mercados y Las Áreas Verdes del Distrito.
- ❖ Se realizará campañas constantes de sensibilización en el mercado central y las viviendas participantes, adquiriendo la experiencia de segregar sus residuos orgánicos y sobre todo reconociendo y beneficiándose con el producto que se elaboró COMPOSTAJE.
- ❖ Impulsar estrategias de implementación de elaboración de compost en los domicilios a través de nuestro Portal Municipal y video educativos a motivar la segregación correcta de los residuos.
- ❖ La implementación de este programa de valorización de los residuos orgánicos moderniza e innova la gestión de los residuos sólidos y posibilitará revertir el deterioro ambiental y mejorar las condiciones de vida de la población.
- ❖ El modelo técnico operativo de recolección selectiva que se presenta en el programa, es un factor de durabilidad del proyecto piloto y que sea sostenible con la finalidad de que se incremente el número de viviendas, establecimientos comerciales y negocios.

Pacasmayo





# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



De acuerdo a la revisión en las experiencias realizadas en nuestro Distrito, se observa una escasez y poco interés de la población por segregar sus residuos orgánicos urbanos, por lo cual se recomienda al Gobierno local y regional impulsar, motivar en las Instituciones Educativas La segregación de residuos orgánicos, talleres de biohuerto, elaboración de compost, viveros, etc.

- ❖ Generar programas que fortalezcan el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos urbanos en Pacasmayo como mecanismo para incrementar los ingresos económicos, a la vez que se está contribuyendo al mejoramiento del suelo y el medio ambiente.
- ❖ Buscar mecanismos prácticos y viables para desarrollar programas que involucren los diferentes actores ciudadanos en la construcción de la cultura del aprovechamiento y de no "basura".
- ❖ Periódicamente debe incrementar este programa de Valorización de sólidos orgánicos en el distrito de Pacasmayo con la finalidad de disminuir considerablemente los volúmenes de basura.
- ❖ El producto compostaje debe de continuar obsequiándose a las instituciones educativas para la implementación de sus biohuertos, etc.
- ❖ El tema de la Difusión, capacitación y monitoreo a los participantes del programa de valorización de residuos orgánicos, debe de ser un factor importante y constante para el éxito del programa.
- ❖ Realizar campañas de motivación a los usuarios, debe de haber reconocimientos públicos a las familias e instituciones que realizan esta labor de valorización de los residuos orgánicos.
- ❖ La Municipalidad distrital de Pacasmayo a través del área de Servicios Públicos y Gestión ambiental debe realizar una relación estrecha de coordinación con las instituciones educativas para fortalecer el mensaje y el trabajo que se viene desarrollando.
- ❖ Propiciar la elaboración de compostaje, viveros y biohuertos en las instituciones educativas del distrito de Pacasmayo.

## 5.2.12. CRONOGRAMA DE INTERVENCION



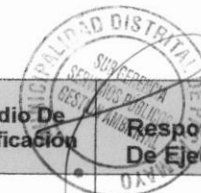
# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



Actividades	Descripción	Indicadores		Año 2023 (En Meses)											Medio De Verificación	Responsable De Ejecución		
		Medida	Cantidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov				
Elaboración Del Plan Anual De Valorización	Elaborar Plan Anual De Valorización De Residuos Sólidos Orgánicos	Plan	01														Plan Anual De Valorización De Residuos Sólidos Orgánicos 2019	SUB GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS Y GESTIÓN AMBIENTAL
Aprobación De Plan Anual De Valorización De Residuos Sólidos Orgánicos	Aprobación, De Plan Anual De Residuos Sólidos Orgánicos	Informe	01														Plan De Valorización Visado Y Sellado	SUB GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS Y GESTIÓN AMBIENTAL
Coordinación Con Las Fuentes De Generación	Diagnóstico De Fuentes De Generación Y Coordinación Con Los Representantes	N° De Coordinaciones	01														Notas De Coordinación Y Actas	SUB GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS Y GESTIÓN AMBIENTAL )



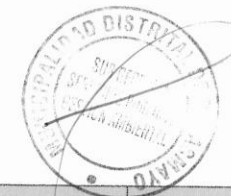
# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



Actividades	Descripción	Indicadores		Año 2023 (En Meses)											Medio De Verificación	Responsable De Ejecución	
		Medida	Cantidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov			
Capacitación al personal técnico operativo	Capacitar al personal en manejo de residuos orgánicos y etapas del proceso de compostaje	Taller de capacitación	03													Actas de capacitación	SUB GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS Y GESTIÓN AMBIENTAL
Implementación con EPPs al personal técnico operativo	Implementar con equipos de protección personal	Personal con implementados con EPPs	02													Registro de entrega, fotos	SUB GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS Y GESTIÓN AMBIENTAL
Incorporar mercado, viviendas, establecimientos comerciales, participantes para la valoración de residuos sólidos orgánicos	Identificar empadronar y sistematizar en una lista a los participantes	Registros de participantes	04													Registro de participantes	SUB GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS Y GESTIÓN AMBIENTAL
Reuniones de sensibilización en manejo de residuos sólidos orgánicos	Talleres de capacitación a los participantes	Taller de capacitación	02													Registro de asistencia al taller	SUB GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS Y GESTIÓN AMBIENTAL
Adquisición de sacos de polietileno para recolección de residuos orgánicos	Adquirir sacos de polietileno de 50kg para recolección en fuente	Millar	01													Fotos de entrega	SUB GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS Y GESTIÓN AMBIENTAL



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



Actividades	Descripción	Indicadores		Año 2023 (En Meses)											Medio De Verificación	Responsable De Ejecución		
		Medida	Cantidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Set	Oct	Nov				
Monitoreo a los participantes de las fuentes de generación	Visitas a los participantes, para la recolección	Registro de visitas	02														Informe de visitas a participantes, fotos	SUB GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS Y GESTIÓN AMBIENTAL
Recolección selectiva de residuos sólidos orgánicos	Recolección de residuos orgánicos en la fuente de generación	Toneladas de residuos orgánico recolectados /meses	5.8														Reporte de residuos orgánicos recolectados	SUB GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS Y GESTIÓN AMBIENTAL
Monitoreo y control de proceso de compostaje	Monitoreo y control de los residuos sólidos orgánicos en el proceso de descomposición	Informe	01														Reporte de compost producido y fotos	SUB GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS Y GESTIÓN AMBIENTAL
Elaboración de planos de recolección selectiva de residuos sólidos orgánicos	Elaboración de planos para rutas efectivas de recolección	N° de planos generales	02														Planos de ruteo en formato PDF y AutoCAD	SUB GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS Y GESTIÓN AMBIENTAL



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



Actividades	Descripción	Indicadores		Año 2023 (En Meses)											Medio De Verificación	Responsable De Ejecución		
		Medida	Cantidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov				
Identificación y acondicionamiento de área para piloto de valorización	Identificar y acondicionar terreno para ubicación de piloto de valorización	Informe	01														Planos de ruteo en formato PDF y AutoCAD	SUB GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS Y GESTIÓN AMBIENTAL
Construcción e implementación de un centro de acopio de residuos sólidos reciclables	Construir un área (techo y piso falso) e implementación con materiales	Construcción de área de 120m <sup>2</sup>	01														Área construida y fotos	SUB GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS Y G A
Monitoreo y evaluación	Monitoreo Y Evaluación De Los Avances De Actividades	Informe	01														Informe de avances	SUB GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS Y GESTIÓN AMBIENTAL
Elaborar el informe de la implementación de piloto de valorización	Elaboración Del Informe Final De La Implementación Del Piloto De Valorización De Residuos Sólidos Orgánicos Municipales	Informe de implementación anexo	01														Informe Anexo	SUB GERENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS Y GESTIÓN AMBIENTAL





# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



## PRESUPUESTO

	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>RECURSOS HUMANOS</b>				
Capacitador, supervisor y seguimiento	05 meses	1	2 000.00	10 000.00
Promotora Ambiental	05 meses	8	1 025.00	41 000.00
Chofer /Operador	05 meses	1	1 500.00	7 500.00
Recicladores	05 meses	10	0	0
Personal de recolección, entrega de Sacos, Baldes segregación y capacitación, COMPUST.	05 meses	07	1 025.00	35 875.00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>S/. 94 375.00</b>
<b>IMPLEMENTOS PARA EL PERSONAL y RECICLADOR</b>				
Mascarilla con filtro	Unidad	20	15.00	300.00
Guantes de jebe cubre brazos	Unidad	10	15.00	150.00
Botas de jebe	Unidad	10	30.00	300.00
Mandiles color Azul Perú Limpio	unidad	20	20.00	400.00
Chalecos	unidad	20	35.00	700.00
Polos	unidad	20	25.00	500.00
Gorros	unidad	20	10.00	200.00
Mochilas	unidad	10	30.00	300.00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>S/. 3, 000.00</b>
<b>MATERIALES Y OTROS SERVICIOS</b>				
Sacos de polietileno	millares	04	1000.00	4,000.00
Banner con parantes 1.5 x 2	unidad	01	300.00	300.00



**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE  
PACASMAYO**



<b>Manguera</b>	Rollo x 100 m	01	120.00	120.00
<b>Malla ratchet</b>	Rollo	1	1200.00	1 200.00
<b>Termómetro de Vastago</b>	unid	1	300.00	300.00
<b>Baldes de plástico x 18 lt</b>	unid	300	5.00	1 500.00
<b>Detergente x15 Kg</b>	Saco	4	85	340.00
<b>Implementos para Planta de tratamiento(Esteras, Palol de manera, caña de 6m, alambre)</b>	unid	1	1	800.00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>S/. 8 560.00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 105 785.00</b>



Pacasmayo

**VII. ANEXOS**

**7.1. PLANO DE RUTA DE RECOLECCION SELECTIVA DE LA ZONA PRIORIZADA EN FORMATO PDF.**



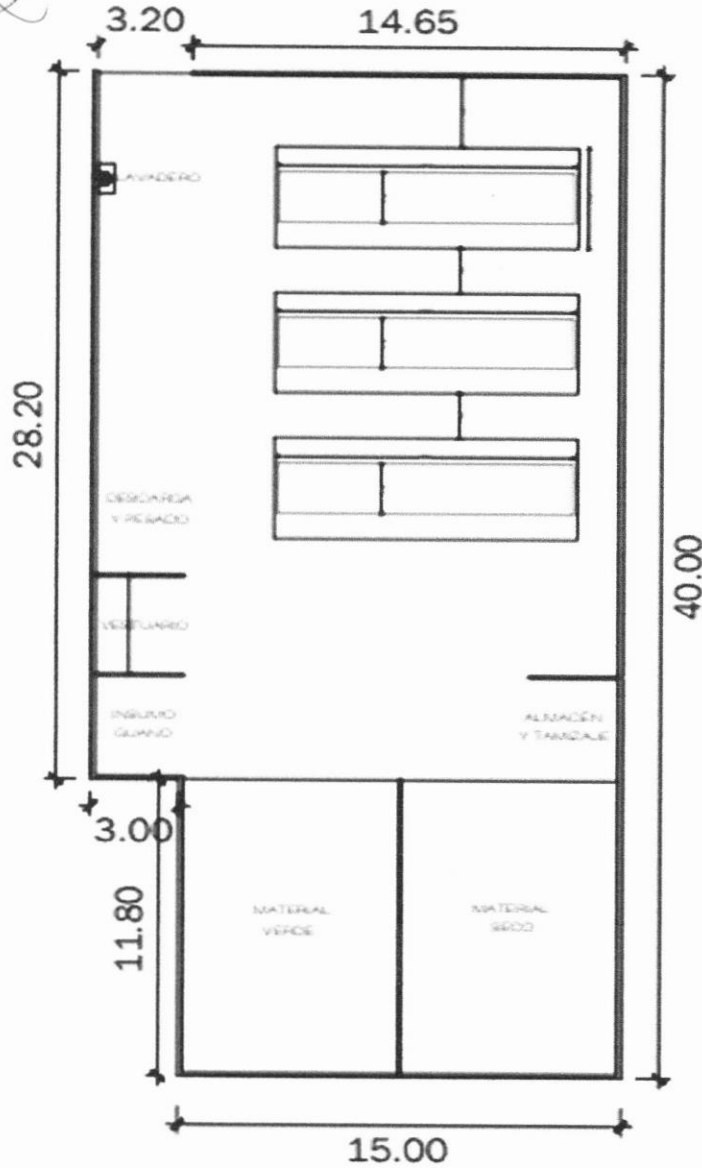
# MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE PACASMAYO



7.2. PLANO DE DISTRIBUCION DE LAS INSTALACIONES DE VALORIZACION DE LOS RESIDUOS ORGANICOS MUNICIPALES INDICANDO EL METRADO.



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



## PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PACASMAYO

Pacasmayo





# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACASMAYO



## ORGANICOS

