
	EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP	Código: AGUAPEN.PML.001
		Copia controlada N°
	PLAN DE MANEJO DE LODOS RESIDUALES	Revisión N°: 0 Fecha: 01 /08/2021

ACTUALIZACIONES			
REVISIÓN N°	FECHA	MODIFICACIONES	CAUSA DE MODIFICACIONES
0	01/08/2021	Emisión de Documento.	-----

	EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP	Código: AGUAPEN.PML.001
		Copia controlada N°
	PLAN DE MANEJO DE LODOS RESIDUALES	Revisión N°: 0 Fecha:01 /08/2021

INDICE GENERAL

INDICE DE CONTENIDOS


1.	Alcance	1
2.	Problemática	1
3.	Objetivo	2
4.	Introducción	2
5.	Flujograma de proceso generador	3
6.	Procedimiento de obtención de lodos	4
7.	Deshidratación de lodos generados	5
7.1	Lechos de secado	5
8.	Estabilización alcalina de lodos	7
9.	Valoración de los lodos generados	7
10.	Disposición final	7
10.1	Lodos considerados no peligrosos	8
10.2	Lodos con componentes peligrosos	8
10.2.1	Etiqueta de lodos peligrosos	9
11.	Bibliografía	10

INDICE DE FIGURAS

1	Flujo de ruta de los lodos depuradores, desde su generación hasta su disposición final	4
2	Esquema del lecho de secado	6

INDICE DE TABLAS

1	Criterios técnicos de diseño para los lechos de secado de los sistemas lagunares	6
---	----------------------------------------------------------------------------------	---

	EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP	Código: AGUAPEN.PML.001
		Copia controlada N°
	PLAN DE MANEJO DE LODOS RESIDUALES	Revisión N°: 0
		Fecha: 01 /08/2021
		Página 1 de 10

1. Alcance

El presente instrumento tiene como finalidad establecer un protocolo de manejo de lodos de depuración, producidos durante el proceso y tratamiento de aguas residuales, bajo la operación de los sistemas lagunares a cargo de AGUAPEN EP.


2. Problemática

En las estaciones depuradoras que reciben aguas residuales urbanas, en las fosas sépticas y en otras estaciones depuradoras de aguas residuales que tratan aguas de composición similar, se generan como resultado de las distintas etapas de depuración de las aguas residuales, los llamados lodos de depuración.

Estos lodos tienen como característica principal su alto contenido de agua (más de 90%), y su composición final obedece a la carga de contaminantes iniciales del agua en tratamiento y las especificaciones técnicas de cada uno de los sistemas empleados en su depuración; lo cual amplía la diversidad de materias suspendidas o disueltas en su composición.

Si bien es cierto los estudios han demostrado el alto valor agronómico de los lodos de depuración, de igual forma se ha identificado una alta carga de materiales contaminantes entre ellos metales pesados, patógenos orgánicos, y contaminantes orgánicos.

El problema radica en el tratamiento y disposición final que se da a estos lodos de depuración, principalmente a la falta de caracterización físico, químico y microbiológica de los mismos, lo cual se presenta como un potencial riesgo al ambiente, debido a que no se tiene un criterio sólido de la disposición final necesaria por tipo y característica de lodo generado en cada uno de los sistemas lagunares.

	EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP	Código: AGUAPEN.PML.001
		Copia controlada N°
	PLAN DE MANEJO DE LODOS RESIDUALES	Revisión N°: 0
		Fecha: 01 /08/2021
		Página 2 de 10

3. Objetivo

Establecer un procedimiento para la caracterización, valoración y disposición final de los lodos depuradores, que permita el correcto manejo dentro de los lineamientos de protección y control del ambiente, en la Provincia de Santa Elena.


4. Introducción.

Toda actividad del ser humano, sea ésta doméstica o industrial, genera aguas residuales, lo que conduce a implementar tratamientos, en lo posible modernos y eficientes, con el fin de evitar daños al ambiente.

El tratamiento de aguas residuales, incluye como subproductos el agua tratada y lodos residuales (Llagostera & Salgot, 2005). El lodo, dentro de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) es el subproducto con mayor volumen, por lo que su manejo, transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final son más complejos (Metcalf & Eddy, 1995). El lodo obtenido, se caracteriza por la presencia de patógenos, materia orgánica y humedad. Por lo tanto, es necesario evaluar alternativas sostenibles de disposición y/o aprovechamiento.

A nivel mundial, el destino final de los lodos residuales es principalmente la incineración y el depósito en rellenos sanitarios. Sin embargo, pueden ser aprovechados una vez sean tratados térmicamente. Este proceso requiere de una costosa infraestructura, pero incorpora productos de valor para fines agrícolas, forestales, entre otros usos.

En los sistemas lagunares, los lodos residuales son los principales subproductos del tratamiento de aguas residuales. Estos lodos, provienen de procesos y operaciones como: rejillas, desarenadores, sedimentadores primarios y sedimentadores secundarios. Los lodos, están constituidos por una mezcla de agua residual tratada y sólidos sedimentados, siendo líquidos o semilíquidos y con un contenido de sólidos entre un 0,25 a 12% en peso.


	EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP	Código: AGUAPEN.PML.001
		Copia controlada N°
	PLAN DE MANEJO DE LODOS RESIDUALES	Revisión N°: 0
		Fecha: 01 /08/2021
		Página 3 de 10

En un sistema lagunar, con base a los procesos que se aplican, los lodos que se generan pueden ser clasificados en: i) Primarios, ii) Secundarios, iii) Mixtos y iv) Químicos.

- **Lodos primarios:** son aquellos lodos que se extraen del sedimentador primario. Están constituidos principalmente por arenas, materiales grasosos y sólidos orgánicos e inorgánicos de mayor tamaño.
- **Lodos secundarios:** son lodos, subproducto del tratamiento secundario biológico. Estos lodos se generan en los reactores biológicos y en el sedimentador secundario son separados del agua. Consisten en lodos biológicos, compuestos principalmente por materia orgánica.
- **Lodos mixtos:** estos lodos, constituyen los lodos primarios y secundarios, los cuales presentan propiedades similares a cada lodo que lo conforma.
- **Lodos químicos:** son los lodos, que se generan al agregar compuestos químicos, como sales de aluminio o hierro y/o cal, con el fin de mejorar los procesos de sedimentación para remover sólidos suspendidos o precipitar sustancias.

La gestión de lodos residuales producidos, debe incluir las características del lodo a procesar, ya que de la naturaleza de estos depende la capacidad de reutilización y el éxito del tratamiento al que serán sometidos antes de su disposición final.

5. FLUJOGRAMA DEL PROCESO GENERADOR

	EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP	Código: AGUAPEN.PML.001
		Copia controlada N°
		Revisión N°: 0
		Fecha:01 /08/2021
		Página 4 de 10
PLAN DE MANEJO DE LODOS RESIDUALES		

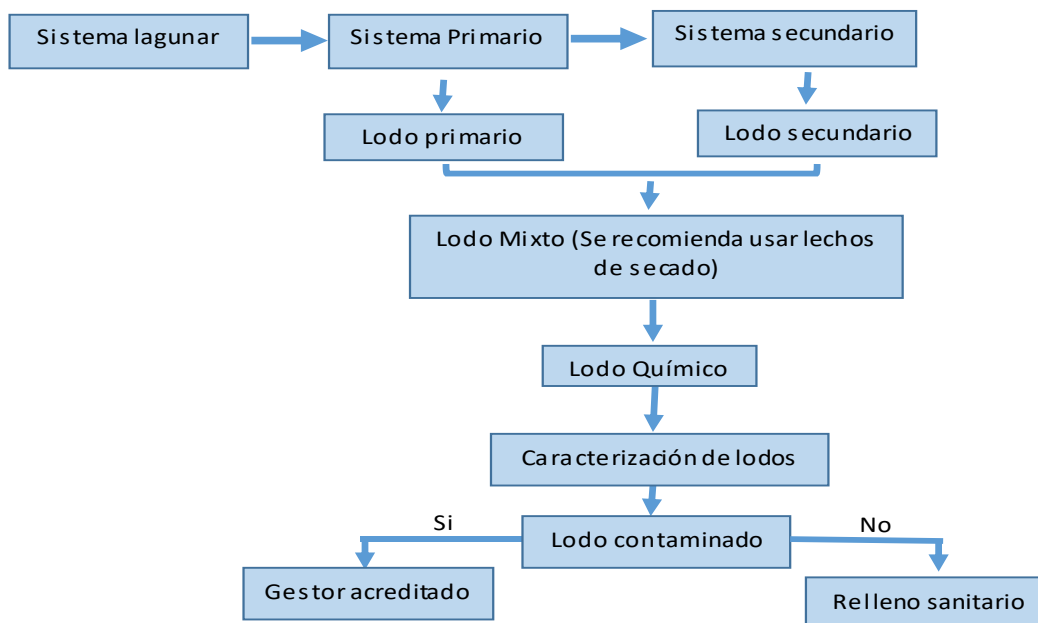



Figura 1. Flujo de ruta de los lodos depuradores, desde su generación hasta su disposición final.

Fuente: AGUAPEN EP.

Elaboración: Consultor 2021

6. Procedimiento de obtención de lodos

- El programa de limpieza de las lagunas tendrá un intervalo de 15 días entre sí, modificándose solo en los casos que se requiera atención urgente.
- La cuadrilla procede a la limpieza y remoción de maleza ubicada en los bordes de cada laguna.
- Se procede a la limpieza y remoción de sólidos de las rejillas de ingreso.
- Se realiza la remoción de la “natas” de la superficie del espejo de agua de cada laguna.
- Se realiza la limpieza integral de los desarenadores, cuyo lodo también será dispuesto en los lechos de secado.
- Se aplica “mata maleza” a razón de 100 ml/20litros y se dosifica por aspersión.

	EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP	Código: AGUAPEN.PML.001
		Copia controlada N°
	PLAN DE MANEJO DE LODOS RESIDUALES	Revisión N°: 0
		Fecha: 01 /08/2021
		Página 5 de 10


- Se aplica sustrato biológico líquido a razón de 20 litros por cada laguna.
- Se aplica Zeolita o bentonita a una concentración de 5 ppm por piscina.
- Se realiza la medición de caudales del efluente de salida.
- Se aplica Cloro en cada salida (3 libras)
- Se realiza la limpieza de las arquetas y colectores de sólidos.
- Se procede a recolectar los lodos de los bordes de las piscinas, y se trasladan a los lechos de secado.
- Finalmente se ejecuta conforme a lo indicado los literales 7 y 8 del presente instrumento.

7. DESHIDRATACIÓN DE LODOS GENERADOS

Es un proceso que consiste en disminuir el volumen, mediante la disminución del agua capilar de adhesión contenida en el lodo, con el fin de abaratar costos de transporte y facilitar la manipulación. Para ello, se emplean métodos estáticos mediante lechos de secado y lagunas, pero representan mayor tiempo de deshidratado, y métodos mecánicos que incluyen filtros al vacío, de banda y prensa o centrifugas que acortan el tiempo de deshidratado; sin embargo, se limitan a cantidades pequeñas de lodo y son más costosas. Al momento de elegir entre una de éstas, se debe considerar la cantidad y estructura del lodo, disponibilidad de espacio y personal para operación y mantenimiento.

7.1. LECHOS DE SECADO

Los lechos o eras de secado, son los más utilizados para disminuir el contenido de agua de lodos. La remoción de agua consiste en colocar una capa de grava, arena y una tubería de desagüe, de esta forma el lodo se deshidrata por drenaje y por evaporación.

	EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP	Código: AGUAPEN.PML.001
		Copia controlada N°
		Revisión N°: 0
		Fecha:01 /08/2021
		Página 6 de 10
PLAN DE MANEJO DE LODOS RESIDUALES		

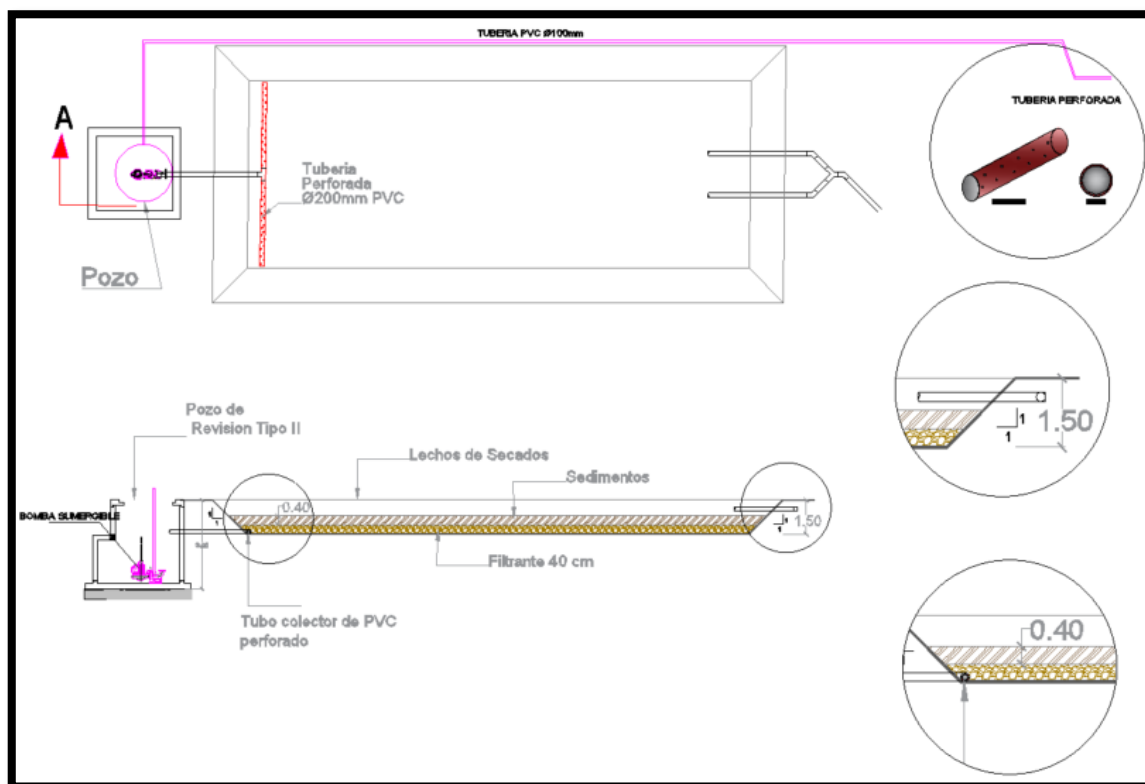


Figura 2. Esquema del lecho de secado.


Fuente: INGACANT CIA LTDA. 2019

De acuerdo al estudio batimétrico elaborado en el año 2019 por el Ing. Antonio Cantos, se define los diseños necesarios para la elaboración de lechos de secado para los sistemas lagunares, los cuales se indican a continuación:

SISTEMA LAGUNAR	CANTIDAD	AREA TOTAL (m2)	LARGO (m)	ANCHO (m)	Proyección anual de lodos a generarse (m3)
Punta Carnero	2	1898	62	31	34,518.06
Santa Elena	2	1877	61	31	34,137
Anconcito	2	1026	45	23	7,998.84
Ancón	2	526	32	16	4,096.91
San Pablo	2	453	30	15	3,534
Ballenita	2	133	16	8	1,036

Tabla 1. Criterios técnicos de diseño para los lechos de secado de los sistemas lagunares.

Fuente: INGACANT CIA LTDA. 2019

	EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP	Código: AGUAPEN.PML.001
		Copia controlada N°
	PLAN DE MANEJO DE LODOS RESIDUALES	Revisión N°: 0
		Fecha: 01 /08/2021
		Página 7 de 10

8. ESTABILIZACIÓN ALCALINA DE LODOS

Una vez retirados de las piscinas, los lodos son colocados en los lechos de secado, usando los criterios recomendados por la US-EPA, esto es por cada 5kg de lodo se dosifica 1kg de CAL, se realizarán mediciones diarias de pH, y se determinará completado el proceso cuando el pH se mantenga estable sobre 12 por al menos 3 días seguidos.


9. VALORACION DE LODOS GENERADOS

Para la valoración de los lodos generados, se realizará la caracterización físico química a través de un Laboratorio Acreditado por la SAE.

Es importante recalcar que debido a la falta de criterios normativos en la Legislación ambiental ecuatoriana se usará como marco de referencia la norma US-EPA CFR 40 PARTE 503: Normas para el Uso o Eliminación de Lodos Residuales” de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA),

Los parámetros a analizar se detallan a continuación:

Parámetro	CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES PARA APLICACIÓN [mg/kg] en base seca	CONCENTRACIÓN MÁXIMA [mg/kg] en base seca
Arsénico	41	75
Cadmio	39	85
Cobre	1500	4300
Plomo	300	840
Mercurio	17	57
Níquel	420	420
Selenio	100	100
Zinc	2800	7500

	EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP	Código: AGUAPEN.PML.001
		Copia controlada N°
	PLAN DE MANEJO DE LODOS RESIDUALES	Revisión N°: 0
		Fecha: 01 /08/2021
		Página 8 de 10

Adicionalmente se tomarán los siguientes parámetros los cuales serán evaluados en concordancia con la Tabla 2 del anexo 2 del A.M. 097-A:

Parámetro	LMP (mg/Kg)
Hidrocarburos totales (TPH)	<150

Como referencia se tomará en consideración la concentración máxima del contaminante, para determinar si el lodo debe ser tratado como un desecho peligroso o no.

Para términos de control, y cumplimiento se recomienda que dicho análisis, sea efectuado una vez al año.

10. DISPOSICION FINAL

10.1. LODOS CONSIDERADOS NO PELIGROSOS


Una vez obtenidos los resultados del análisis de laboratorio, y verificando que estos cumplan con los LMP establecidos en el literal 9, los lodos serán recolectados y dispuestos en el botadero Municipal de la localidad.

Dichos desechos podrán ser trasladados por AGUAPEN EP., o por la empresa Municipal de Aseo de la Localidad, previo a solicitud debidamente motivada.

La frecuencia de traslado de los desechos a su destino final, dependerá de la disponibilidad de espacio en los lechos de secado.

10.2. LODOS CON COMPONENTES PELIGROSOS.

Una vez obtenidos los resultados del análisis de laboratorio, y verificando que estos NO cumplan con los LMP establecidos en el literal 9, los lodos serán recolectados, almacenados, etiquetados


	EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP	Código: AGUAPEN.PML.001
		Copia controlada N°
		Revisión N°: 0
		Fecha: 01/08/2021
PLAN DE MANEJO DE LODOS RESIDUALES		Página 9 de 10

y entregados a un Gestor Acreditado por el MAAE, los tiempos de almacenamiento no podrán exceder a lo establecido en el A.M. 026.

10.2.1. ETIQUETA DE LODOS PELIGROSOS


Los lodos que por su composición sean declarados peligrosos, serán almacenados y entregados a un Gestor acreditado, para el efecto se usara la siguiente etiqueta:

		EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP	
		Lodos que contienen sustancias peligrosas	
Clave: E37.01			
DATOS DEL GENERADOR		MEDIDAS DE PRECAUCIÓN:	
Nombre: SISTEMA LAGUNAR DE		Usar equipo de protección	
Dirección:		Evitar el contacto con ojos y piel	
Teléfono:		Solo personal autorizado y capacitado	
NATURALEZA DE LOS RIESGOS: TOXICO		INSTRUCCIONES EN CASO DE CONTACTO O EXPOSICIÓN:	
FECHA DE ENVASADO:		Contacto con la Piel: Lavar la zona afectada con agua y jabón	
DESCRIPCION DESECHO:		Ingestión: En caso de ingestión de pueden presentar vómitos y diarrea. No se debe dar a beber ningún líquido, ni inducir al vómito. Se debe consultar inmediatamente a un médico especialista.	
Lodo residual mixto producto del funcionamiento del sistema lagunar de aguas residuales			
DECLARACIÓN DE RIESGOS: TOXICO			
PESO KG: 100 ESTADO: SEMISOLIDO			
INCOMPATIBLE CON OXIDANTES FUERTES: NO			
INSTRUCCIONES EN CASO DE INCENDIOS/DERRAME/GOTEO:			
En caso de derrame utilizar material encapsulado			
INSTRUCCIONES PARA ALMACENAMIENTO Y MANEJO:			
Los sitios de almacenamiento de no deben contar con acceso a alcantarillas o drenajes y su lugar de almacenamiento debe estar señalado adecuadamente.			
INFORMACIÓN ADICIONAL:			

	EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP	Código: AGUAPEN.PML.001
		Copia controlada N°
	PLAN DE MANEJO DE LODOS RESIDUALES	Revisión N°: 0
		Fecha: 01 /08/2021
		Página 10 de 10

11. BIBLIOGRAFIA

- Castro-Rodríguez, D. J., Gutiérrez-Benítez, O., Bermúdez-Acosta, J., & Poma-Rodríguez, J. R. (2020). Tratamiento de lodos depuradora prensa tornillo deshidratación. Tecnología Química, 40(2), 241-259.
- González Granados, I. C. (2016). Generación, caracterización y tratamiento de lodos de EDAR.
- Llagostera, R. & Salgot, M. (2005). Gestión Integrada de Lodos (Fangos) de Depuradora. En: Tratamiento, disposición y aprovechamiento de lodos residuales. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), México
- Metcalf & Eddy. (1995). Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse. New York: McGraw-Hill.
- Montero, S. A. O., Aldás, G. W. N., Arboleda, A. G. L., & Torres, A. X. F. (2021). La depuración de aguas residuales. Estudios de soluciones para el municipio de Ambato. Ecuador. ConcienciaDigital, 4(3), 250-270.
- Pérez Lemus, N., López Serna, R., Pérez Elvira, S. I., & Barrado Esteban, E. (2019). Tratamiento de lodos de depuradora de aguas residuales urbanas para la determinación de contaminantes emergentes.
- Roca-Pérez, L., Tapia, D. L., Cadena, J. V. A., & Hernández, R. B. (2017). Aprovechamiento de residuos orgánicos en distintos cultivos de Ecuador. *Revista Científica Axioma*, (16), 84-95.

	EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL MANCOMUNADA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL Y DEPURACION Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANEAMIENTO AGUAPEN-EP	Código: AGUAPEN.PML.001
		Copia controlada N°
	PLAN DE MANEJO DE LODOS RESIDUALES	Revisión N°: 0
		Fecha: 01 /08/2021
		Página 11 de 10

FIRMA DE RESPONSABILIDAD TECNICA

NOMBRE	PERFIL PROFESIONAL	FIRMA
Blgo. Luis Esteban Marín Minga	Consultor Ambiental Acreditado MAAE-SUIA-1250-CI	