

“CARACTERIZACIÓN E INERTIZACIÓN DE LODOS GENERADOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE BELLAVISTA Y PUENGASI, PARA SU APROVECHAMIENTO”

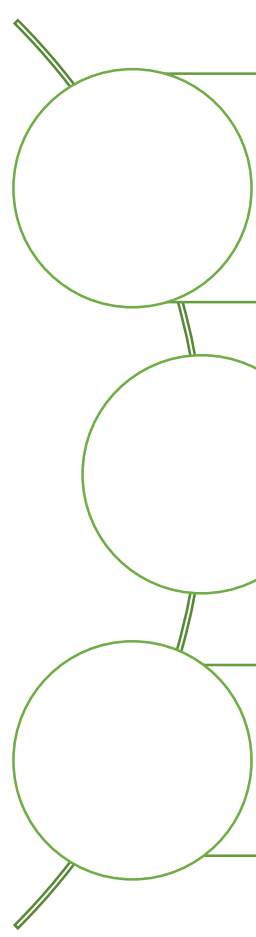
Victoria Jiménez

- 1. Introducción**
 - 1. Objetivos**
 - 2. Normativa Ecuatoriana**
 - 3. Normativa Mexicana**
- 2. Materiales y Métodos**
 - 1. Sitios de muestreo**
 - 2. Parámetros de Caracterización**
- 3. Resultados**
- 4. Conclusiones.**
- 5. Recomendaciones**
- 6. Referencias**

Objetivo General

Caracterizar e inertizar lodos generados en las plantas de tratamiento de agua potable Bellavista y Puengasi, para evaluar su mejor forma de aprovechamiento.

Objetivo Específicos

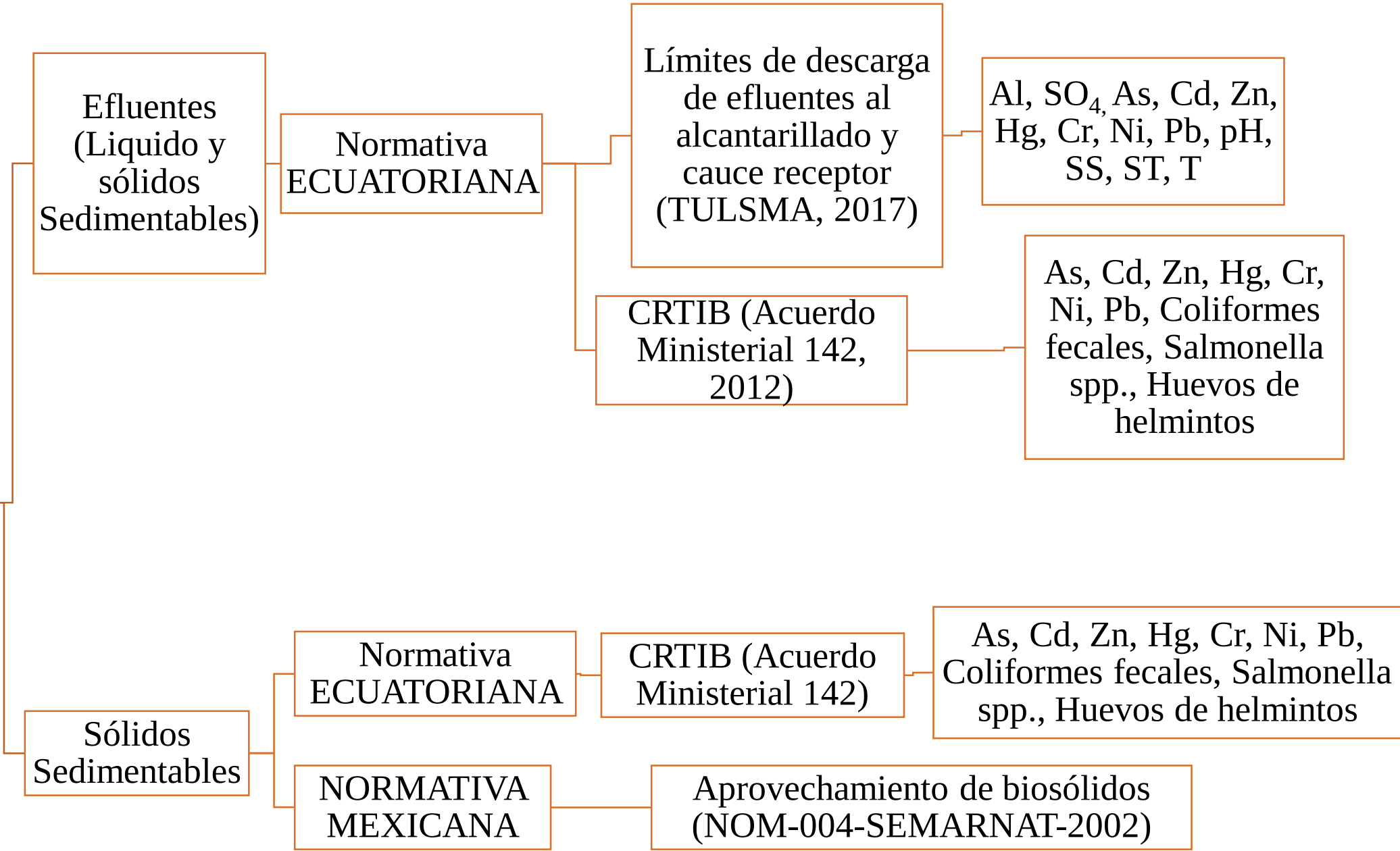


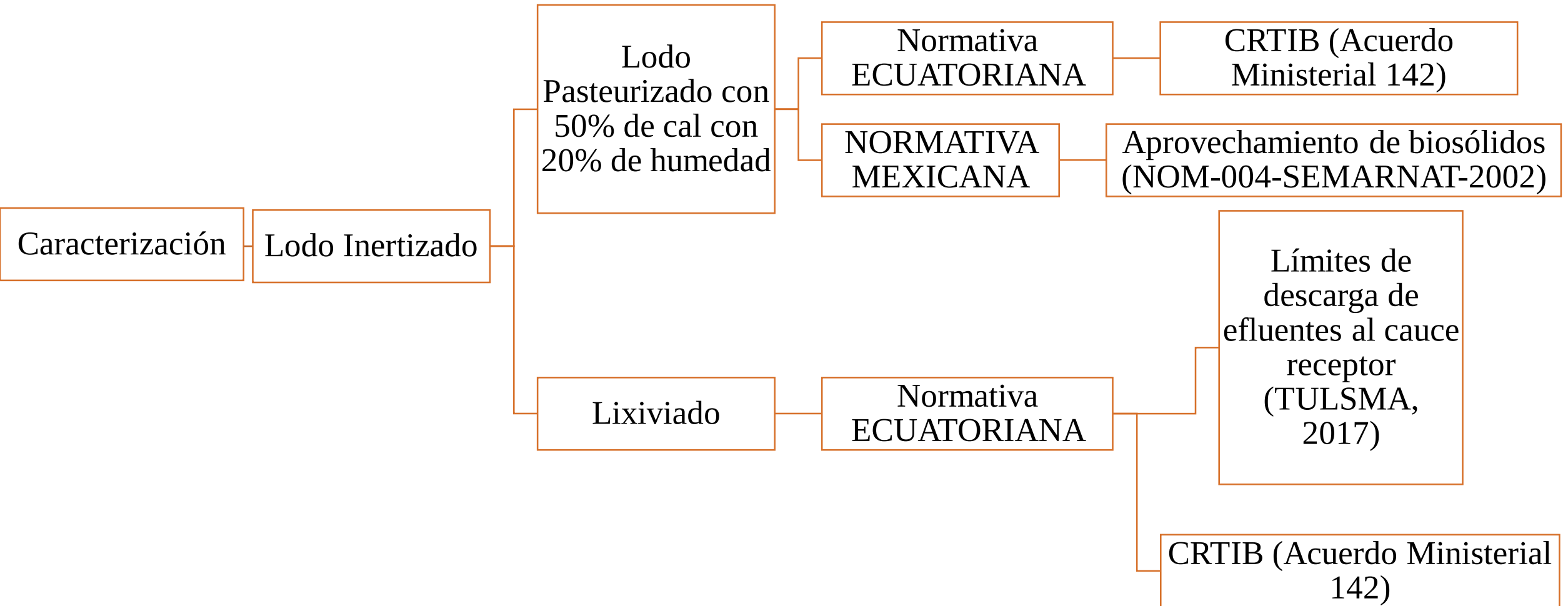
Caracterizar los lodos de las plantas de potabilización Bellavista y Puengasí (efluentes, sólidos sedimentables) por medio de análisis fisicoquímicos, biológicos y de metales para conocer la composición del mismo

Aplicar el método de inertización con el procedimiento de pasteurización para disminuir la concentración de contaminantes

Comparar los resultados obtenidos en la caracterización (efluentes, sólidos sedimentables, lodo inertizado) con la normativa ecuatoriana vigente y normativa mexicana de biosólidos para evaluar su mejor forma de aprovechamiento

Caracterización





Muestreo

$$n = \frac{\ln \alpha}{\ln(1 - Y)}$$

n= número de muestras

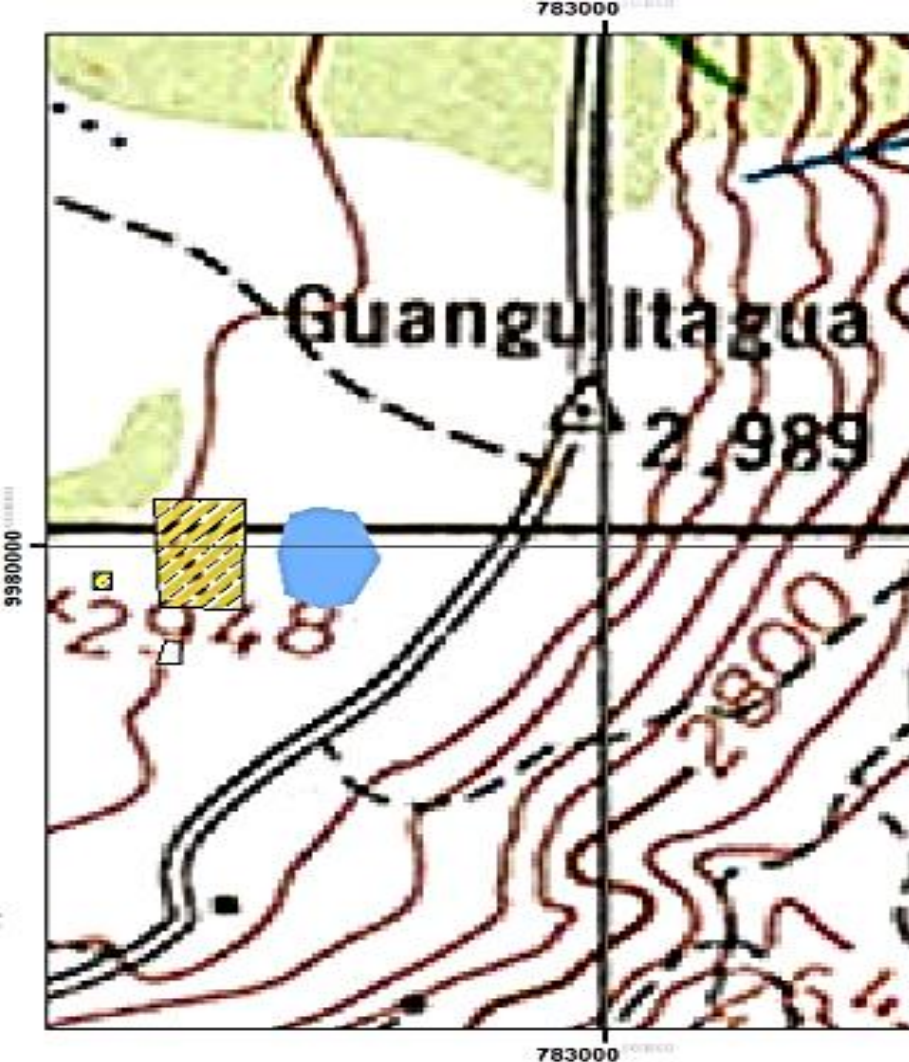
α= 1- nivel de confianza deseado

Y= frecuencia para detectar < 10%

Cálculo de número de muestra

$$N = \frac{\ln (1 - .85)}{\ln(1 - .1)} = 18.001 \approx 20$$

Fecha	Planta	Numero De Muestras
17/12/18 Al 28/02/19	Bellavista	20
	Puengasi	20



1:10.000

Planta de Tratamiento Bellavista

-  Estanque de Lodos
-  Laboratorio Bellavista
-  Planta de Tratamiento Bellavista
-  Estanque Agua Cruda

ID	x	y
1	782752,9762	9979981,711
2	782723,1099	9980048,783
3	782680,6876	9980056,504
4	782649,0176	9980044,045
5	782634,0727	9979993,005
6	782644,8195	9979933,058
7	782684,85	9979912,28
8	782721,8969	9979919,99
9	782602,2651	9980064,527
10	782598,2105	9979912,144
11	782508,1358	9979914,383
12	782501,6152	9980065,284
13	782455,6773	9979963,373
14	782433,42	9979963,191
15	782433,3421	9979940,854
16	782455,6368	9979940,887
17	782531,4733	9979868,19
18	782512,0543	9979869,157
19	782505,8505	9979835,996
20	782531,8422	9979835,844



9974000

779000

9974000



779000

9973000

1:10.000

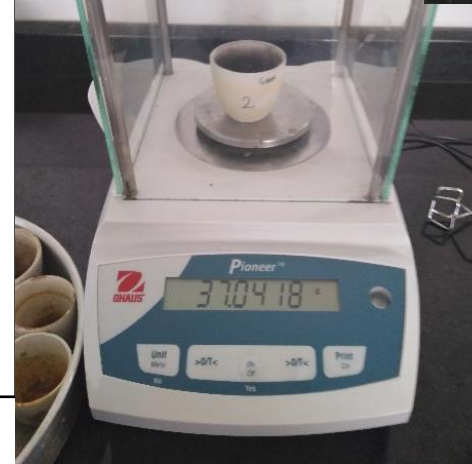
Planta de Tratamiento Puengasi

- Estanque de regulación de excesos
- Planta de Potabilización
- Reservorio de agua

ID	x	y
1	778709,9715	9973878,72
2	778749,1744	9973919,13
3	778873,1451	9973866,287
4	778928,213	9973749,18
5	778844,9596	9973626,46
6	778757,4903	9973648,198
7	778808,3559	9973752,11
8	778922,2027	9973687,754
9	778980,8336	9973779,201
10	779112,0287	9973696,444
11	779040,6731	9973616,395
12	778916,7637	9973677,903
13	779033,0223	9973600,924
14	778855,3063	9973486,768
15	778719,7589	9973619,201
16	778840,8094	9973608,556



Parámetro	Método	Referencia
Temperatura (°C)	Multiparámetro Hach	(APHA, AWWA, & WPCF, 2017)
Oxígeno Disuelto (mg/L)		
pH		
Conductividad Eléctrica (μS/cm)		
Sólidos Sedimentables (% v/v)	Método con cono Imhoff.	
Sólidos Totales (gr)	2540G	
Aceites y Grasas (ppm)	Volumétrico	
Densidad (g/cm ³)	Picnómetro	
Humedad (%)	Método de humedad higroscópica	
Metales	Laboratorio Certificado	



Estabilización Alcalina

Lodo (Base Seca)

Parámetro	Método		Referencia
Microorganismos (9000)	Coliformes Totales	Agar MacConkey con dilución seriada y siembra en medio	(Becton, Dickinson and Company, 2013)
	Salmonella		(Becton, Dickinson and Company, 2013)
	Huevos de Helminthos Viables	Método directo o Beaver modificado	(Restrepo, Mazo, Salazar, Montoya and Botero, 2012)
Metales	Laboratorio Certificado		(APHA, AWWA, & WPCF, 2017)



Resultados

*Comparación de
parámetros de
caracterización de
efluentes con
normativa
ecuatoriana*

	Bellavista	Puengasí	TULSMA, 2017		Unidad
	Promedio	Promedio	Alcantarillado	Cuerpo receptor	
Temperatura	13,66	14,42	<40	35	C
pH	6,96	6,98	5-9	5-9	
Sólidos totales	0,047	0,059	1600	1600	g
Sólidos Sedimentables	0,179	0,229	10	1	mL/L
A y G	0	0	100	0,3	mg/L
DQO	19,75	72,75	500	250	mg/L
Arsénico	1,87	0,082	0,1	0,1	mg/L
Cadmio	<0,01	<0,01	0,02	0,02	mg/L
Cromo	0,104	0,341	0,5	0,5	mg/L
Plomo	<0,05	<0,05	0,5	0,5	mg/L
Mercurio	<0,005	<0,005	0,01	0,005	mg/L
Níquel	<0,02	0,034	2	2	mg/L
Zinc	0,073	0,147	10	5	mg/L
Aluminio	134	447	5	5	mg/L
Sulfato	16,1	29,8	400	1000	mg/L
Coliformes	0	0		2000	NMP/100mL

Comparación de metales pesados en efluentes con la norma técnica de desechos peligrosos y especiales (CRTIB) (Tabla 1, Norma) (Acuerdo Ministerial No. 142, 2012; TULSMA, 2017),

	Unidades	NORMA TÉCNICA DE DESECHOS PELIGROSOS Y ESPECIALES	Bellavista	Puengasí
pH		12,5	6,966	6,988
Arsénico	mg/L	5	1,87	0,082
Cadmio		1	<0,01	<0,01
Cromo		5	0,104	0,341
Plomo		5	<0,05	<0,05
Mercurio		0,2	<0,005	<0,005
Níquel			<0,02	0,034
Zinc			0,073	0,147

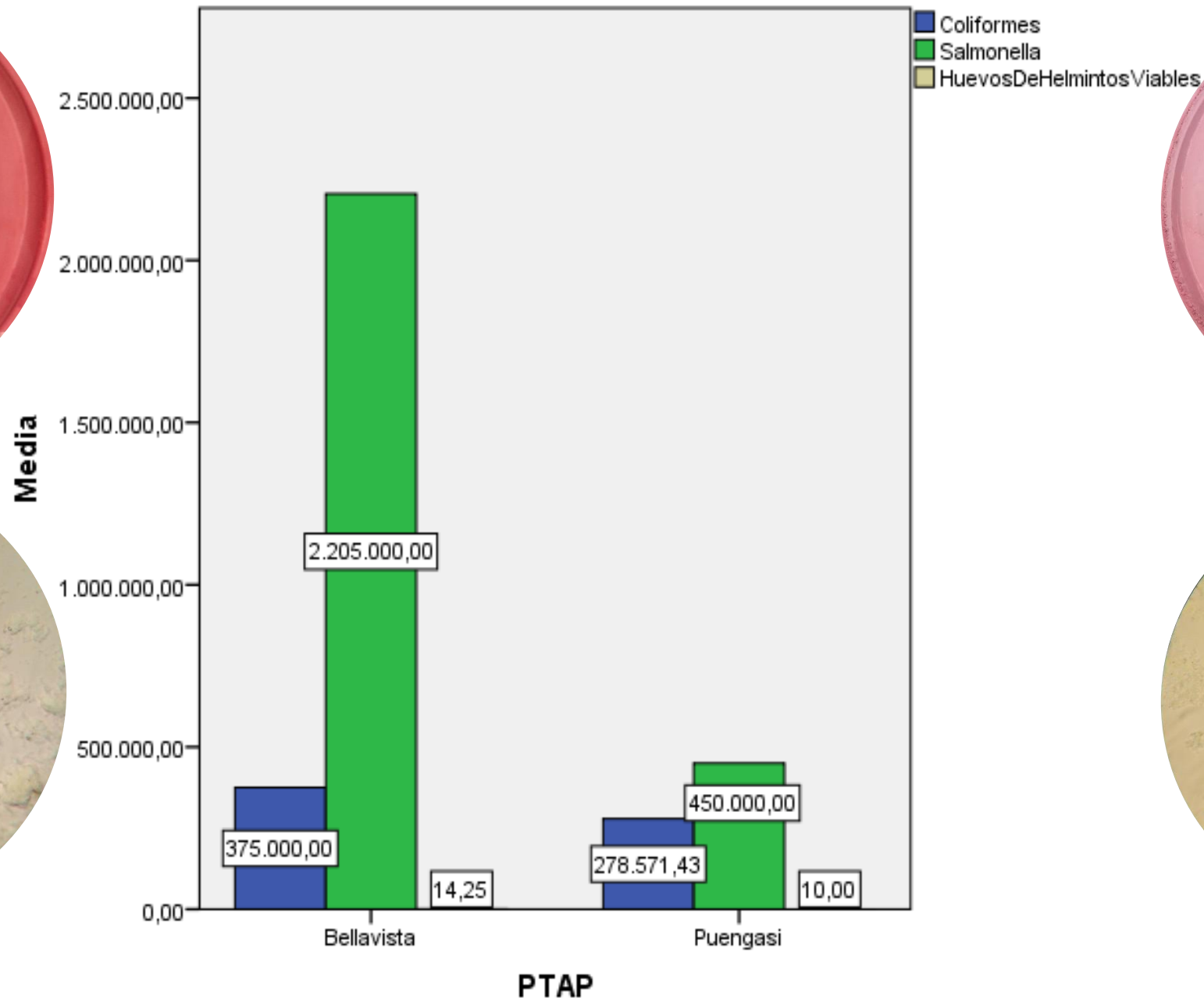
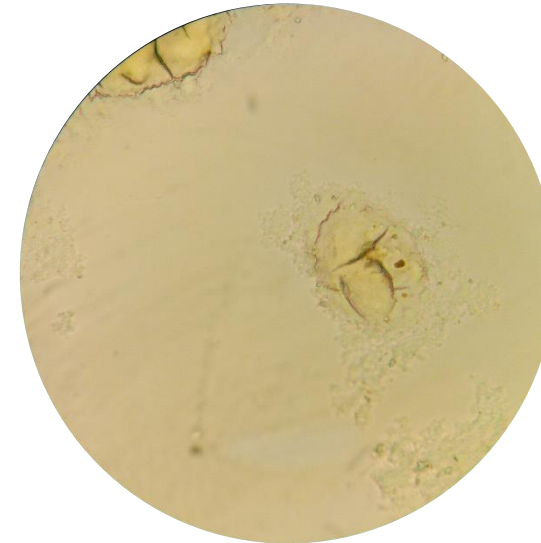
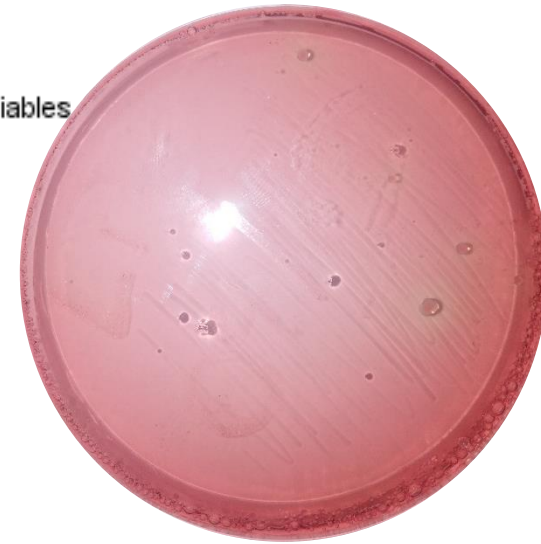
Comparación de presencia de metales en sólidos sedimentables con normativa mexicana y CRTIB
(SEMARNAT, 2012) (*Acuerdo Ministerial No. 142, 2012; TULSMA, 2017*)

	Bellavista	Puengasi	Bueno	Excelente	CRTIB	Unidad
Sulfatos	<100	156	0	0	0	mg/kg
Aluminio	78175	149300	0	0	0	mg/kg
Arsénico	544	15,5	75	41	75	mg/kg
Cadmio	<0.5	<0.5	85	39	85	mg/kg
Cromo	62,4	84,4	3000	1200	3000	mg/kg
Mercurio	<0.05	<0.05	57	17	840	mg/kg
Níquel	<10	<10	420	420	57	mg/kg
Plomo	<10	<10	840	300	4300	mg/kg
Zinc	<25	<25	7500	2800	420	mg/kg

Comparación de presencia de microorganismos en sólidos sedimentables y CRTIB (SEMARNAT, 2012)
(Acuerdo Ministerial No. 142, 2012; TULSMA, 2017)

Parámetro	Bellavista	Puengasí	CRTIB	CLASE A	CLASE B	CLASE C	Unidad
Coliformes fecales (Escherichia Coli)	3×10^5	$2,7 \times 10^5$	2×10^6	<1 000	<1 000	< 2 000 000	NMP O UFC/g
Salmonella sp	$2,2 \times 10^6$	$4,5 \times 10^5$	1×10^3	<3	<3	< 300	Salmonella sp/g
Huevos de Helmintos	14,25	10	15	<1(a)	<10	< 35	HHV/g

Sólidos Sedimentables



Análisis de características de lodo estabilizado

	% de Mezcla	Cal 30% y Lodo 70%	Cal 50% y Lodo 50%	Cal 70% y Lodo 30%
Temperatura	C	19,1	18,8	19
pH	24h	12,59	12,61	12,71
	60h	12,54	12,59	12,65
OD	mg/L	6,08	6,19	6,49
Conductividad	mS/cm	8,38	8,28	8,75
Coliformes Fecales	NFC/g	15,00	2,00	0,00
Salmonella	Salmonella/g	7,00	0,00	0,00
Huevos de Helmintos Viables	HHV/g	10,00	0,00	0,00

Comparación de presencia de metales en lodos inertizado con normativa mexicana y CRTIB (SEMARNAT, 2012) (*Acuerdo Ministerial No. 142, 2012; TULSMA, 2017*)

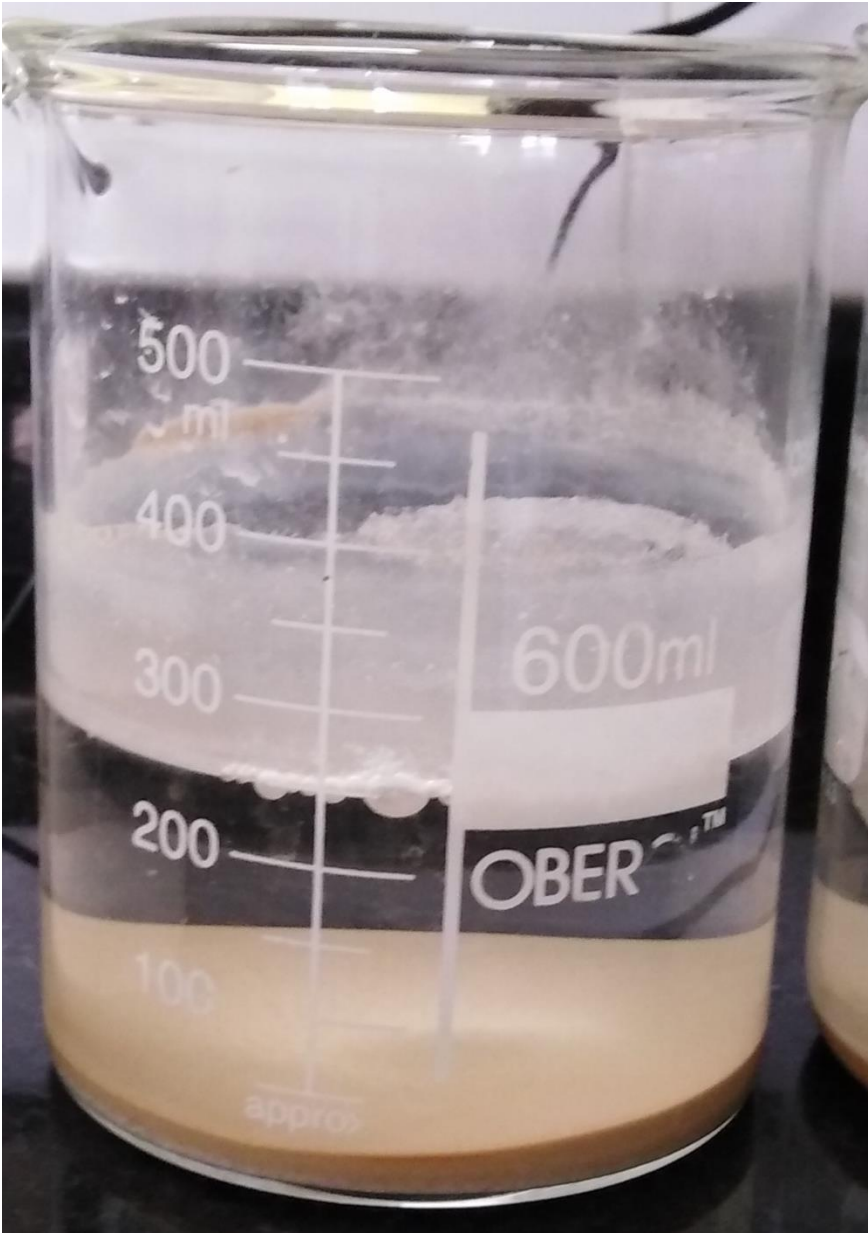
	Inertizado	Bueno	Excelente	CRTIB	Unidad
Sulfatos	<100	0	0	0	mg/kg
Aluminio	60250	0	0	0	mg/kg
Arsénico	222	75	41	75	mg/kg
Cadmio	<0.5	85	39	85	mg/kg
Cromo	26,1	3000	1200	3000	mg/kg
Mercurio	<0.05	57	17	840	mg/kg
Níquel	<10	420	420	57	mg/kg
Plomo	<25	840	300	4300	mg/kg
Zinc	335	7500	2800	420	mg/kg

Comparación de presencia de microorganismos de lodo inertizado y CRTIB (SEMARNAT, 2012) (*Acuerdo Ministerial No. 142, 2012; TULSMA, 2017*)

Parámetro	Inertizado	CRTIB	CLASE A	CLASE B	CLASE C	Unidad
Coliformes fecales (Escherichia Coli)	2,00	$2 \cdot 10^6$	<1 000	<1 000	< 2 000 000	NMP O UFC/g
Salmonella sp	0,00	$1 \cdot 10^3$	<3	<3	< 300	Salmonella sp/g
Huevos de Helminthos	0,00	15	<1	<10	< 35	HHV/g

Comparación de resultados de lixiviados provenientes de lodo inertizado

		Lixiviado	Cauce Receptor	CRTIB
pH		12,5	5-9	12,5
Conductividad	mS/cm	8,28		
Arsénico	mg/L	0,026	0,1	5
Cadmio		0,01	0,02	100
Cromo		0,01	0,5	1
Plomo		0,05	0,5	5
Mercurio		0,005	0,005	0,2
Níquel		0,02	2	
Zinc		0,061	5	
Aluminio		6,81	5	



Conclusiones

En Ecuador no hay normativa que valore o regule los lodos (efluentes y sólidos sedimentables) generados en las plantas de agua potable.

Las características de los efluentes (agua y sólidos) y lodos Sedimentables de las Ptap con respecto a los valores de aluminio, cromo y microorganismos sobrepasan la normativa ecuatoriana de descarga al alcantarillado, así como la normativa mexicana.

En el análisis de toxicidad de los efluentes comparados con la norma técnica de desechos peligrosos y especiales del Ecuador (CRTIB) (Acuerdo Ministerial No. 142, 2012), no presenta toxicidad en los efluentes generados en las Ptap.

En el análisis de toxicidad de los sólidos sedimentables comparados con la norma técnica de desechos peligrosos y especiales del Ecuador (CRTIB) (Acuerdo Ministerial No. 142, 2012), presenta toxicidad con respecto al arsénico y salmonella presente en los mismos.

La pasteurización realizada con deshidratador solar y Cal hidratada $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a los sólidos sedimentables de las Ptap, genera disminución en los contaminantes de metales pesados, así como en microorganismos presentes.

El lodo inertizado no cumple con la normativa mexicana de sólidos y biosólidos; ya que aún tiene alta concentración de arsénico.

El lixiviado del lodo inertizado no cumple con la normativa de descarga a cauce receptor.

Recomendaciones

Se necesitan más análisis para verificar la variación de metales presentes en los efluentes, así como en lodos residuales.

Se recomienda usar el lodo Inertizado en procesos de compostaje y vermicomposteo SEMARNAT 2012.

En el caso de realizar estabilización alcalina utilizar la cal agrícola (CaCO_3) para la estabilización, con el objetivo de comparar sus resultados y plantear que tipo de cal es la más eficiente para la inertización.

Respecto a la presencia de microorganismos se recomienda analizar la escurrentía generada en los espacios verdes alrededor de las lagunas de ecualización.

Se recomienda usar otro tipo de estabilización de lodos para aprovechar la carga microbiana presente en el lodo sedimentado.

Finalmente, se recomienda empezar a trabajar en la elaboración de normativas de Sólidos y Biosólidos para lodos provenientes de Ptap.

Gracias Por Su Atención

Referencias

Acevedo, A., & Sandoval, O. (2007). *ALUMINIO, UN INDICADOR DE CALIDAD AMBIENTAL EN SUELOS DE CARGA VARIABLE*. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO INSTITUTO DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA ÁREA ACADÉMICA DE QUIMICA DOCTOR EN QUÍMICA.

Retrieved from

[http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/123456789/49/Aluminio un indicador de calidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/123456789/49/Aluminio%20un%20indicador%20de%20calidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ambientum. (2018). Ambientum Portal Lider Medioambiente. Retrieved November 28, 2018, from <https://www.ambientum.com/diccionario-de-terminos-medioambientales-letra/a>

Arosteguí Sánchez, W. A. (2018). Diseño de un sistema de tratamiento de lodos provenientes de la Planta de Agua Potable Regional Yanahurco cantón Mocha provincia Tungurahua.

Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8633>

Baque Mite, R., Simba Ochoa, L., Gonzalez Osorio, B., Suatunce, P., Diaz Ocampo, E., Cadme Arevalo, L., & Arevalo, L. C. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador / Quality of water intended for human consumption in a canton of Ecuador. *Ciencia Unemi*, 9(20), 109. <https://doi.org/10.29076/issn.25287737vol9iss20.2016pp109-117p>

Clesceri, L. S., Greenberg, A. E., & Trussell, R. R. (2012). *Métodos normalizados : para el análisis de aguas potables y residuales*. Ediciones Díaz de Santos. Retrieved from

[https://www.biblio.uade.edu.ar/client/es_ES/biblioteca/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD_ILS\\$002f0\\$002fSD_ILS:254180/ada?qu=QUIMICA+DEL+AGUA&ic=true&te=ILS&ps=300](https://www.biblio.uade.edu.ar/client/es_ES/biblioteca/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:254180/ada?qu=QUIMICA+DEL+AGUA&ic=true&te=ILS&ps=300)

Comisión Nacional del Agua. (2016). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: Tratamiento y disposición de lodos (p. 600). Retrieved from [http://cmx.org.mx/wpcontent/uploads/MAPAS 2015/libros/SGAPDS-1-15-Libro32.pdf](http://cmx.org.mx/wpcontent/uploads/MAPAS%202015/libros/SGAPDS-1-15-Libro32.pdf)

Delgado, P., & Elizalde, L. (2011). Elaboración de un plan de producción más limpia para los sistemas de agua potable de Papallacta y la Mica de la Empresa Pública Metroplitana de

Agua Potable y Saneamiento de Quito. Retrieved November 28, 2018, from <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1470/8/UPS-ST000884.pdf>

Gómez, G., Tenorio, K., & Sanders, A. (2010). Eficiencia del coagulante de la semilla de Moringa oleifera en el tratamiento de agua con baja turbidez, 14. Retrieved from <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/538>

Hach Company. (2000). Manual de Análisis de Agua, (970), 1997–2000.

López Espinoza, J. H., & Rivas Cevallos, J. G. (2013). Estabilización de los lodos generados en la planta potabilizadora de agua EMAARS-EP en la Estancilla, mediante compostaje.

Retrieved from <http://repositorio.esPAM.edu.ec/handle/42000/191>

Ruiz Mora, F. E. (2011). Utilización de los lodos generados en el proceso de potabilización del agua de la planta de tratamiento “Casigana”, como aditivo para suelos de cultivo. Retrieved from [http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/1902](http://repositorio.UTA.edu.ec/handle/123456789/1902)

Ruiz, P. (2007). Servicios ambientales, agua y economía. *Revista de Ingeniería*, (26). Retrieved from <http://www.redalyc.org/html/1210/121015050012/>

Sandoval, L. Y., Martín, A. D., & Piña Leticia Montellano P, M. S. (n.d.). *ESTUDIO PILOTO PARA REDUCIR EL VOLUMEN DE LODOS DE PLANTAS POTABILIZADORAS*.

Retrieved from [http://elaguapotable.com/ESTUDIO PILOTO PARA REDUCIR EL](http://elaguapotable.com/ESTUDIO%20PILOTO%20PARA%20REDUCIR%20EL%20VOLUMEN%20DE%20LODOS%20DE%20PLANTAS%20POTABILIZADORAS.doc.pdf)

[VOLUMEN DE LODOS DE PLANTAS POTABILIZADORAS.doc.pdf](http://elaguapotable.com/ESTUDIO%20PILOTO%20PARA%20REDUCIR%20EL%20VOLUMEN%20DE%20LODOS%20DE%20PLANTAS%20POTABILIZADORAS.doc.pdf)

Torres, P., Hernández, D., & Paredes, D. (2012). Uso productivo de lodos de plantas de tratamiento de agua potable en la fabricación de ladrillos cerámicos. *Revista Ingeniería de Construcción*, 27(3), 145–154. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732012000300003>