

UNICACH | INGENIERÍA AMBIENTAL



NAS-JOMÉ

AÑO 15

NÚMERO 26

2022

EDUCACIÓN AMBIENTAL

PLANTAS DE TRATAMIENTO

MANEJO DE LIXIVIADOS

FOTOGRAFÍA: ANDREA CAMACHO CÓRDOVA
LICENCIADA EN COMUNICACIÓN



Facultad de Ingeniería

Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

TOMA DE PROTESTA

Del curso especial de titulación: *Diplomado en calidad y tratamiento del agua*, con una duración de 150 horas en modalidad *Mixta*.

Asesores:

Dr. Hugo Alejandro Najera Aguilar
Dr. Carlos Manuel García Lara
Dra. Rebeca Isabel Martínez Salinas



Sede Tuxtla



www.ambientalunicach.mx

30 DE
JUNIO
10:00 HRS

30 DE
JUNIO
10:00 HRS

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Carlos Manuel García Lara

M.I.M.A. Pedro Vera Toledo

COMITÉ REVISOR

Dra. Rebeca Isabel Martínez
Salinas

Dr. Rubén Alejandro Vázquez
Sánchez

Dr. Hugo Alejandro Nájera
Aguilar

M.en C. Carlos Narcía López

MAQUETACIÓN

Ana Luisa Hernández López

EDITORIAL

En esta edición de la Gaceta Nas Jomé XXVI, nuevamente se presentan trabajos relativos a las actividades académicas y de investigación realizados por estudiantes y docentes, con la supervisión de los miembros del Cuerpo Académico Estudios Ambientales y profesores adscritos a la facultad de ingeniería y cuyos miembros forman parte del programa de estudios de ingeniería ambiental.

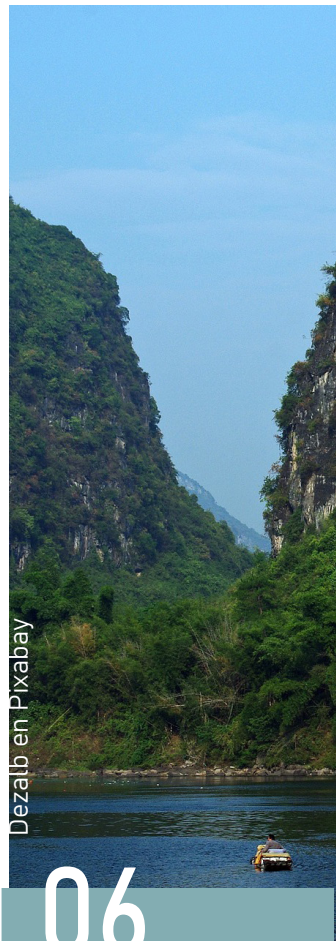
Esta edición cuenta con aportaciones en temáticas como: educación ambiental, plantas de tratamiento, micro residuos plásticos, lixiviados entre otros.

El comité Editorial agradece la constante y tenaz participación de la comunidad y extiende su invitación permanente para contribuir y enriquecer con trabajos esta gaceta.



04

Elaboración
de materiales de comunicación ambiental estudiantes universitarios, caso agua.



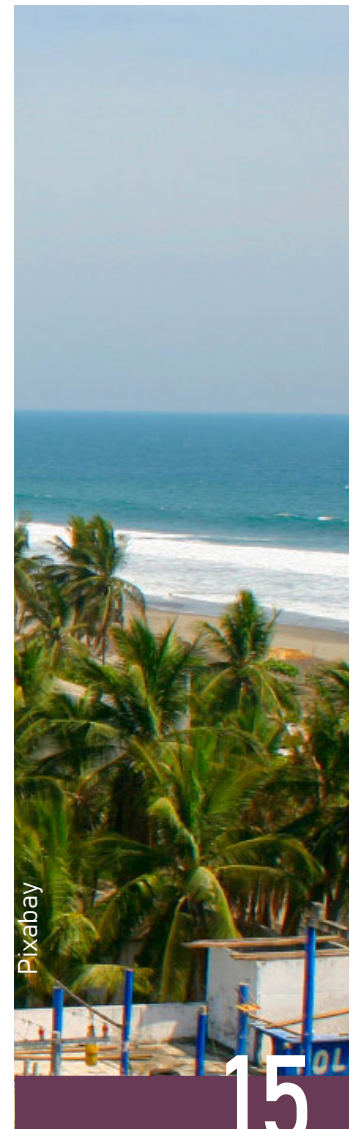
06

Eficiencias
de remoción en plantas de tratamiento de agua residuales municipales en Chiapas.



10

Diagnóstico
de los RCD en la colonia Linda Vista Shanka, Tuxtla G. Chiapas.



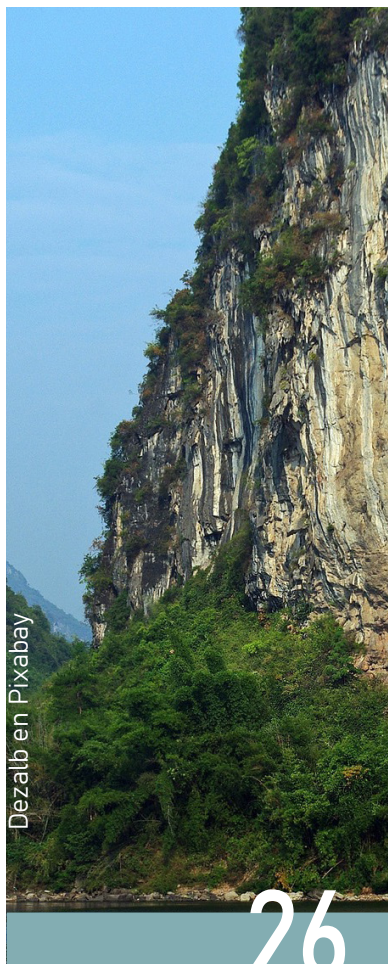
15

Determinación
de materiales plásticos y otros micro residuos en la playa de Puerto Arista, Chiapas.



19

Remoción
de coliformes totales en
agua aplicando la técnica de
fotosensibilización en añil.



Dezalb en Pixabay

26

Diagnóstico
del manejo de lixiviados en
los sitios controlados de
disposición final del estado
de Chiapas.



30

Evaluación
del cumplimiento normativo
en la PTAR El Parral, Chia-
pas.



Netgamer

34

Método
de regresión espacial para
determinar la tasa de ge-
neración de Residuos Sólidos
Urbanos en Berriozábal,
Chiapas

Elaboración de materiales de comunicación ambiental para estudiantes universitarios, caso agua

José Armando Chandoqui López

NAS-JOMÉ, AÑO 15, N° 26, 2022

La comunicación ambiental es un proceso que requiere habilidades sociales y organizativas, técnicas y económicas, de diagnóstico y evaluación, habilidades derivadas del diálogo y la interacción con otros actores. [1]

El agua es un recurso natural limitado y un bien público fundamental para la vida y la salud.

El derecho humano al agua es indispensable para vivir dignamente y es condición previa para la realización de otros derechos humanos. [2]

Metodología

Revisión de fuentes documentales y recursos virtuales.

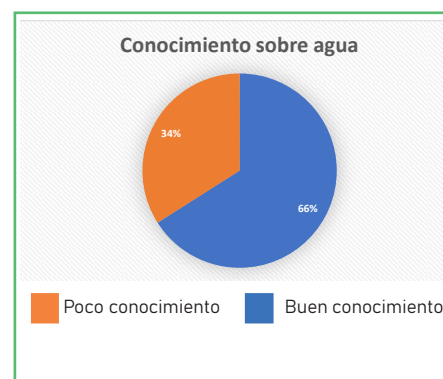
De esta manera se pretende realizar la búsqueda documental

así también materiales de plataformas virtuales y poder analizar la manera en que estos trabajan y de esta manera elaborar nuestros materiales de comunicación ambiental que se utilizaran para dicho proyecto.

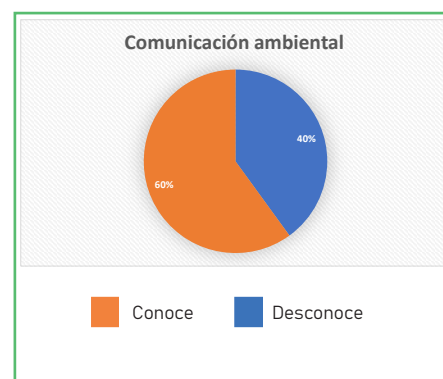
Taller participativo a estudiantes universitarios

Los talleres fueron aplicados a los semestres 2do grupo A, 4to grupo B Y 6to grupo B, que representa el 32.19 % del total de alumnos.

Esto para obtener resultados en cuanto a conocimiento sobre el tema.



Gráfica 1. Conocimientos sobre el agua.



Gráfica 2. Conocimiento sobre comunicación ambiental.



Figura 1. Plataforma CONAGUA



Gráfica 3. Conocimientos finales.

Conclusiones

En la búsqueda de información documental se encontró un amplio panorama en cuanto el tema investigado, con el cual se pudo trabajar. Con la información obtenida se logró clasificar los temas, estos divididos en artículos para que su manejo fuese más factible, y poder elaborar el taller participativo.

Con la realización del taller a los estudiantes de ingeniería ambiental tomamos sus respectivas propuestas en cuanto a resolver problemáticas ambientales, en la cual surgieron propuestas como reutilizar el agua, usar filtros de agua en el hogar, realizar campañas en cuanto información hídrica, entre otros en un panorama general.

Referencias

- [1] Adelma. (2003). LA COMUNICACIÓN AMBIENTAL EN LA PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA DE LAS POLÍTICAS PARA LA CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. Tópicos en Educación Ambiental 3 (9), pp. 49-57. Recuperado de: <http://www.anea.org.mx/Topicos/T%209/Paginas%2049-57.pdf>
- [2] Oteló Pérez, M., Sotelo Pérez, I., Sotelo Navalpotro, J.A. Obs. Medioambient. (2020). Dimensión y contextos ambientales del agua: la Agenda 2030. Observatorio Medioambiental. 23: 83-108. Recuperado de: <https://revistas.ucm.es/index.php/OBMD/article/download/73170/4564456555257>

Tabla 1. Preguntas finales.

SIMBOLOGIA GRÁFICA 3	
Pregunta 3	3. ¿Qué acuerdos internacionales conoces sobre el manejo y calidad del agua?
Pregunta 4	4. ¿Conoces la normatividad aplicable para algún tipo de agua?
Pregunta 5	5. ¿Has participado en un problema relacionado con el agua?
Pregunta 6	6. Actividades propuestas
Pregunta 7	7. ¿Conoces que es la comunicación ambiental?

Resultados

Los resultados obtenidos nos sirvieron para conocer la perspectiva de los alumnos y así tomar sus propuestas para la elaboración de los materiales de comunicación ambiental. Y de esta manera lograr un impacto positivo ante los

problemas ambientales, de manera que dichos materiales sean atractivos e informativos para los estudiantes.

Eficiencias de remoción en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en Chiapas

Nájera Hernández Lizbeth del Rosario

NAS-JOMÉ, AÑO 15, N° 26, 2022

El agua es un recurso natural vital para el desarrollo de los seres humanos y el cumplimiento pleno de sus necesidades básicas, sin embargo la disponibilidad del agua se ha visto reducida por la contaminación generada a raíz de diferentes actividades como procesos industriales, agrícolas o el vertido directo de aguas de usos municipales [1], de manera conjunta nos referimos entonces a las aguas residuales.

El manejo sanitario de las aguas residuales y de sus descargas se aborda en el sector de saneamiento, que infiere en los métodos y herramientas que son necesarias para la recolección, el transporte y tratamiento de las aguas residuales, este radica en una combinación de procesos físicos, químicos y biológicos cuyo objetivo es la eliminación de los componentes del agua [2] y poder reutilizar el agua tratada en distintas labores.

Hasta el 2020, México contaba con 2 786 PTAR en operación, las cuales trataron 196 750 l/s, alcanzando una cobertura de tratamiento del 67.2%; en el caso de Chiapas para el mismo año se contaba con 99 PTAR que lograron tratar 1 447 l/s, alcanzando el 32.7% de tratamiento, posicionándose en el puesto 27 respecto al nivel de cobertura de tratamiento;

[3], con estas cifras se puede observar que el sistema de la entidad presenta carencias y limitantes en su gestión lo que resulta en una deficiencia en el tratamiento de las aguas residuales.

En el presente trabajo se pretende realizar el diagnóstico respecto al manejo de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (PTARM) en Chiapas; identificando las PTARM existentes, los procesos de tratamiento empleados, una revisión de las condiciones de operación en función a la bibliografía y la estimación de la carga orgánica no tratada en el estado.

Metodología

El trabajo efectuado es una investigación de tipo cualitativa, que no

requirió de trabajo de campo, sus bases están en la solicitud de información, la búsqueda, revisión y selección documental necesaria para el procesamiento de los datos y la presentación de los resultados.

El sitio de estudio aplicó para el estado de Chiapas, ubicado al sureste de la República Mexicana, en las coordenadas geográficas 92°15.21 de longitud oeste y 16°29.33 de latitud norte [4].

1. Se realizó una solicitud de información con el personal del área de saneamiento de aguas del Instituto Estatal del Agua (INESA), recabando el número, ubicación y condición de operación en la que se encuentran (activas, fuera de operación, operación baja, operación deficiente y en proceso) las PTARM existentes en la entidad.

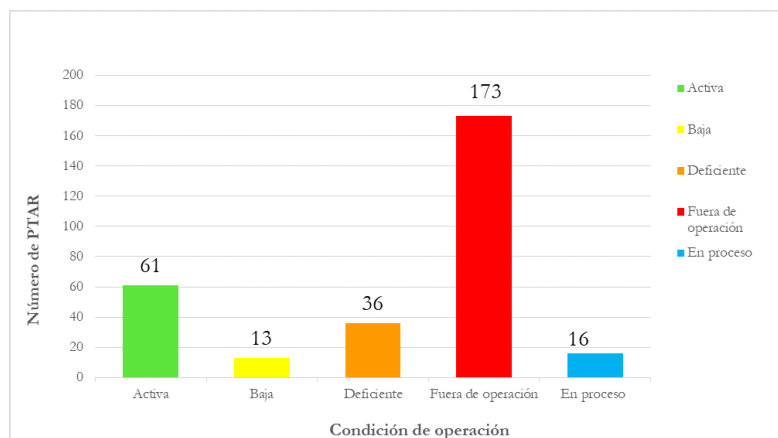


Figura 1. Condición de operación de las PTAR en Chiapas.

2. Se generaron mapas de las PTARM, de acuerdo a las regiones socioeconómicas del estado, a través del sistema de Información Geográfica QGis; se elaboró una gráfica de inventario y finalmente una tabla descriptiva de las tecnologías más aplicadas en la entidad.
3. Se realizó una comparación del costo por m3 tratado y una evaluación de la eficiencia de remoción de los tratamientos más aplicados, consultando literatura especializada, como artículos científicos, review, capítulos de libro e informes.
4. La estimación de la carga orgánica no tratada se realizó identificando la cantidad de agua residual generada y la cantidad que no se trata en el estado, siendo necesario conocer el caudal tratado en el estado (%), número de habitantes, dotación y caracterización del agua residual doméstica en función a la DQO y SST, y se procedió a generar los cálculos.

Resultados

En la figura 1, se elaboró una gráfica de inventario en función a la condición de operación de las PTARM.

Donde se tienen en inventario 299 PTAR, distribuidas en 88 municipios [5]. A manera de comparación con los estados de Baja California Sur y Zacatecas con 32 y 52 PTAR activas, respectivamente, un número menor de instalaciones y con una capacidad instalada similar, alcanzaron una cobertura mayor de tratamiento, 68.7 y 58.2%, respectivamente [3].

De la figura 2 se observa que las cinco tecnologías más aplicadas son el Anaerobio, Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA), Tanque Imhoff, Lagunas de estabilización y Lodos activados con el 18.91, 17.09, 12, 10.18 y 9.09%, respectivamente.

La tabla 1, concentra los datos de la eficiencia de remoción de las tecnologías con mayor aplicación.

Los lodos activados son los que presentan mayor eficiencia y para los SST es el RAFA.

Finalmente se tiene la estimación de la carga orgánica del agua residual que se trata en el estado y la que no es tratada, la tabla 2 resume estos valores.

Conclusiones

En Chiapas tal solo el 20% de las PTARM se encuentran operando; la cobertura de tratamiento alcanzada es del 32.7%, ubicando al estado muy por debajo de la media nacional (67.2%).

La tecnología con mayor aplicación en el estado es el RAFA, con el 17.09%

Las PTARM con una excesiva mecanización, encarece y complica, la operación y el mantenimiento, y la amortización de las inversiones, por lo que muchas son abandonadas. Además, en las zonas rurales con deficiencias en servicios de saneamiento básico, se dificulta el avanzar en la prestación del servicio.

Tipo de tratamiento	Remoción		Fuente
	DQO	SST	
RAFA	57.5	85.3	[6]; [7]
TANQUE IMHOFF	100	3	[8]; [9]
LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN	90	60	[10];[11]
LODOS ACTIVADOS	76	80	[10];[12]

Tabla 1. Eficiencia de remoción.

	DQO (ton/d)	Per cápita (g/hab/d)	SST (ton/d)	Per cápita (g/hab/d)
Tratada	132.9	23.99	71.9	12.97
No tratada	273.69	49.37	178.03	26.7

Tabla 2.. Estimación de la carga orgánica

Referencias

- [1] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, "Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2018," México, 2019.
- [2] Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (WWAP), "Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso desaprovechado," París, Francia., 2017.
- [3] Comisión Nacional del Agua, "Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 2021," México, 2021.
- [4] Instituto Estatal del Agua, "Programa Estatal Hídrico 2019 - 2024," Chiapas, México, 2020.
- [5] Instituto Estatal del Agua, "Inventario de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en Chiapas 2021," 2021.
- [6] G. Heredia, B. Orellana, O. Saavedra, and I. Echeverría, "Evaluación del costo anual equivalente de las plantas de tratamiento de aguas residuales de los municipios de Cliza y Tolata," *Investig. y Desarro.*, vol. 19, no. 2, pp. 75–82, 2019, doi: 10.23881/idupbo.019.2-5e.
- [7] L. Salazar Larrota, L. Uribe García, L. Gómez Torres, and C. Zafra Mejía, "Análisis de la eficiencia de reactores UASB en una planta de tratamiento de aguas residuales municipales," *Dyna*, vol. 86, no. 209, pp. 319–326, 2018, doi: 10.15446/dyna.v86n209.70332.
- [8] Á. F. Carbajal Huincho, "Tratamiento de aguas residuales con el Tanque séptico con baffles en comparación con el Tanque Imhoff," 2021. [Online]. Available: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1625>
- [9] M. Y. De la Vega Salazar, *Eficiencia en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales*. 2012. [Online]. Available: [http://indesol.gob.mx/cedoc/pdf/III.](http://indesol.gob.mx/cedoc/pdf/III.Desarrollo%20Social/Agua%20y%20Saneamiento/Eficiencia%20en%20Plantas%20de%20Tratamiento%20de%20Aguas%20Residuales.pdf)
- [10] J. P. Rodríguez-Miranda, C. A. García-Ubaque, and J. C. Penagos-Londoño, "Analysis of the investment costs in municipal wastewater treatment plants in Cundinamarca," *DYNA*, vol. 82, no. 192, pp. 230–238, 2015, doi: 10.15446/dyna.v82n192.44699.
- [11] I. Vera, K. Sáez, and G. Vidal, "Performance of 14 full-scale sewage treatment plants: Comparison between four aerobic technologies regarding effluent quality, sludge production and energy consumption," *Environ. Technol. (United Kingdom)*, vol. 34, no. 15, pp. 1–9, 2013, doi: 10.1080/09593330.2013.765921.
- [12] T. Mañunga, J. A. Rodríguez-Victoria, and P. Torres-Lozada, "Tratamiento de agua residual doméstica sin clarificación primaria en un sistema de lodos activados en la modalidad de estabilización por contacto," *Ing. y Desarrollo*, vol. 30, no. 2, pp. 246–260, 2012.

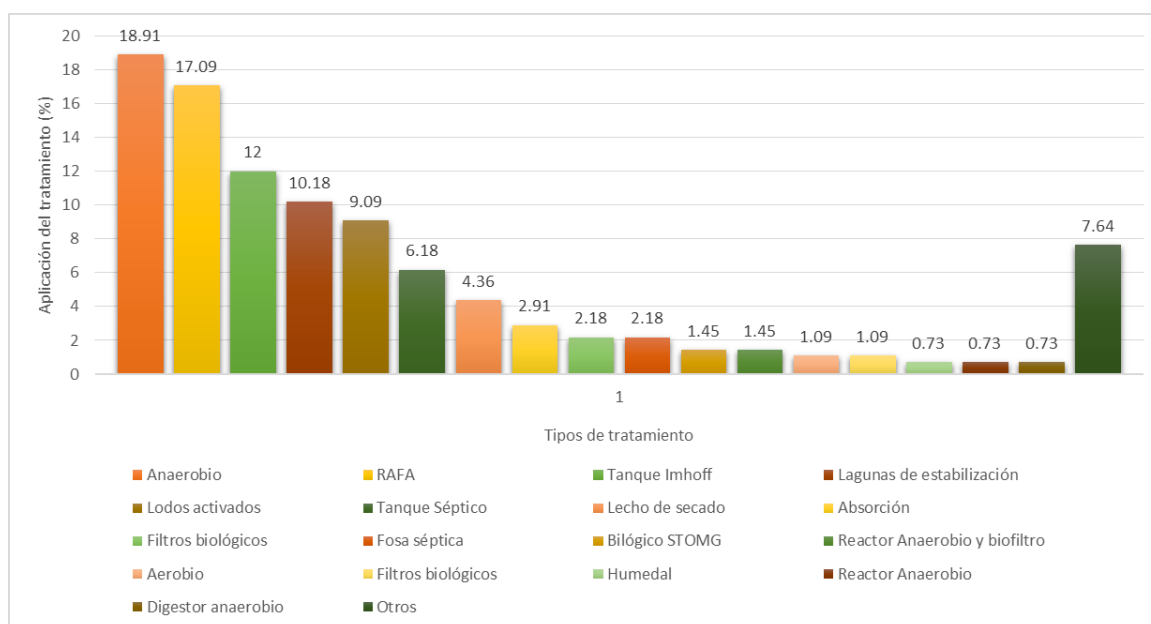


Figura 4. Tecnologías aplicadas en Chiapas

ESTUDIANTES TITULADOS



2022

25 MAR

08:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Informe Técnico

"Impactos ambientales generados por la extracción de material pétreo en el Río La Venta, en la Cabecera Municipal de Cintalapa, Chiapas."

Presenta

Jimena del Rocío Camacho Ruiz

Director

Dr. Luis Alberto Ballinas Hernández

Jurado

Presidente

Dr. José Manuel Gómez Ramos

Secretario

Mtro. Ulises González Vázquez

Vocal

Dr. Luis Alberto Ballinas Hernández

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx



Sede Tuxtla

Diagnóstico de los RCD en la colonia Linda Vista Shanka, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Ángel Fernando Macías Guzmán

NAS-JOMÉ, AÑO 15, N° 26 2022

El sector de la construcción representa un recurso económico importante para cualquier país, pero también provoca serios impactos ambientales, como la extracción de recursos naturales y la generación de contaminantes derivados de la elaboración de materias primas [1].

La generación de los residuos provenientes del sector de la construcción es inminente, tan solo en el 2011 en México, se generaron alrededor de 6,080,637 toneladas de residuos de la construcción y demolición (RCD) [2].

Los RCD según el artículo 19 sección I y VII de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos [3], son clasificados dentro de los residuos de manejo especial, al igual que lo marca la NOM-161-SEMAR-NAT-2011 [4].

A nivel estatal, de acuerdo a la Ley Ambiental del Estado de Chiapas (LAECH), establece en su primer artículo, fracción XI "Regular el manejo, gestión integral y disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como de los residuos sólidos no peligrosos [5]". Sin embargo, en materia de RCD exclusivamente, Chiapas no cuenta con ninguna regulación ambiental

que gestione de manera correcta a este tipo de residuos [6].

A nivel municipal, particularmente en Tuxtla Gutiérrez, se cuenta con un Reglamento de Construcción, donde en su artículo 324, establece que no se autoriza el uso de la vía pública para la disposición de basura o escombros, y de ser así, los responsables de la obra deberán retirar esos residuos en un plazo de 24 horas [7].

No obstante, algunos estudios realizados en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, detectaron 164 sitios de disposición a cielo abierto y determinaron un área de impacto de 1798.52 m² [8].

Lo anterior ocasiona que Tuxtla Gutiérrez, tenga un deplorable sistema de manejo para los

RCD, lo que genera un deterioro del paisaje, dispersión de polvos, recorte de vida útil de rellenos sanitarios, inhibición de la proliferación vegetal del suelo, etc. [9].

La mayor parte de los estudios realizados en materia de RCD, apunta a que la problemática radica en el manejo o gestión que reciban estos durante y después de cualquier actividad de construcción, para alcanzar lo anterior es fundamental aplicar un punto de interés sobre las colonias, de-

bido a que en ellas la falta de conocimiento y una mala educación ambiental podría desencadenar severas afectaciones en el medio ambiente y la sociedad, generando impactos significativos sobre la calidad de vida de las personas, al igual que la producción de otras problemáticas derivadas de los RCD.

Descripción del estudio

El trabajo tiene un enfoque cuantitativo, se desarrolla en la colonia Linda Vista Shanka, en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

La zona de estudio se encuentra a 3.5 km desde el núcleo urbano del municipio, se encuentra en la zona norte poniente. Limita con las colonias Potinaspak, Buena vista, Las Flores, Santa Cruz, 12 de noviembre y Grijalva, como se muestra en la Figura 1. Contempla un área de aproximadamente 786,000 m² o 78.6 hectáreas, según datos del INEGI.

El estudio abarcó el periodo de diciembre de (2021) a Junio (2022), la mayoría de datos recolectados fueron en campo, por lo el trabajo es del tipo no experimental.

El estudio se realizó primero con la ubicación de los puntos de abandono de RCD, utilizando sistemas de información geográfica (SIG), después se determinó la

cantidad de RCD en función a los puntos ubicados con anterioridad en base a las dimensiones del montículo y el peso volumétrico, posteriormente se caracterizó los subproductos encontrados en los puntos empleando la NACD-MX-007-RNAT-2019 y finalmente se realizó una encuesta a la población.

Metodología

1. Ubicación de los puntos

Se realizaron recorridos y salidas de campo en el área de estudio, donde se identificaron los puntos de disposición inadecuada de los RCD. Se empleó la aplicación de GPS denominada GeoPosicionLite con la versión 5.0.0 instalada desde un dispositivo móvil, se obtuvieron las coordenadas UTM de los respectivos puntos. Estos datos se registraron en una bitácora, con las columnas referentes al No. del punto y las coordenadas en el eje X y Y.

2. Cálculo de la cantidad de RCD.

Una vez que se identificaron los puntos de RCD, se empezó con la recolección de información, em-

pezando por las variables a calcular. Para este caso, se utilizó un metro con el cual se midió, el ancho, largo y altura del montículo. Esta información se anexo a Excel, en base al No. de montículo y respectivamente las medidas obtenidas.

3. Caracterización de RC. Se utilizó la NACDMX-007-RNAT-2019, por la cual se realizó la caracterización de los subproductos encontrados en los puntos de RCD.

La selección de los puntos de muestreo está en función a la heterogeneidad de los materiales. Se seleccionaron 30 puntos de muestreo, siendo la muestra entre 18 a 20 kg por punto.

El pesaje se logró gracias a la balanza granataria proporcionada por el laboratorio de Ing. Ambiental.

4. Encuestas.

Las encuestas se están aplicando en áreas de influencia en relación a la concentración de los puntos anteriormente identificados en campo, actualmente se tiene 40 casas encuestadas.

Recolección y análisis de datos.

● Ubicación y medición de puntos.

Los datos recolectados en campo, se anexaron a hojas de cálculo en Excel, donde se realizó una base de datos, considerando, el No. del punto, la ubicación geográfica, las variables de medición, la característica del RCD, gracias a esto se generó el cálculo respectivo del volumen por punto y la cantidad de RCD, gracias al peso volumétrico promedio de RCD, aportado por la CMIC, siendo de 1.5 ton/m³.

● Caracterización

Se anexaron los datos a Excel, donde se construyó una matriz de datos, para efectuar los cálculos respectivamente de los subproductos encontrados en los RCD.

● Encuestas

Se proyectaron los datos en hojas de Excel con los que se realizaron memorias de cálculo, partiendo de tablas previamente elaboradas contemplando los datos básicos de la encuesta, el número de pregunta y el inciso por parte de la persona encuestada.

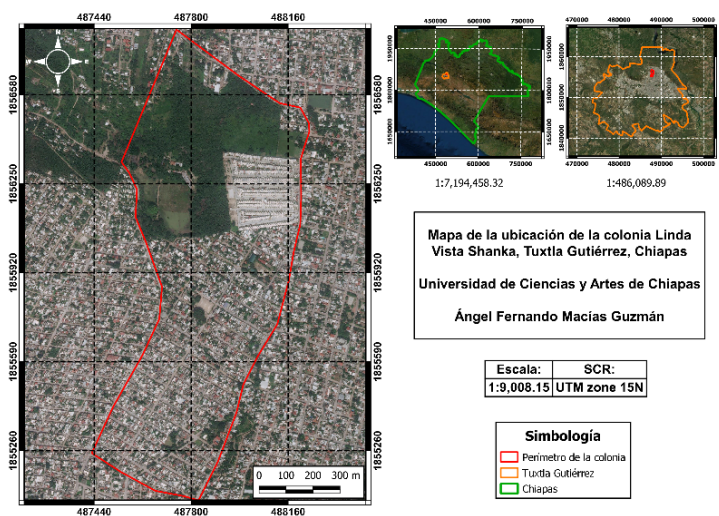


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

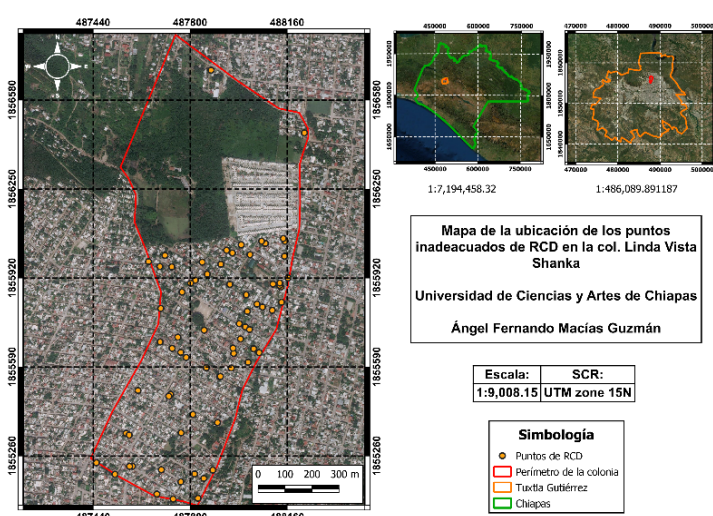


Figura 2. Ubicación de los puntos de RCD

Resultados

La cantidad de puntos identificados en la col. Fueron de 74, como se muestra en la Figura 2.

En la Figura 3 se aprecia la clasificación de los puntos en función a la actividad de origen según Aneiros.

En el Gráfico 1, se muestran el porcentaje del origen de los RCD, siendo la demolición la mas representativa.

La cantidad de RCD encontrados en la colonia fue de 166.4 toneladas, el la Figura 4, se aprecia la cantidad de RCD.

En el Gráfico 2, se muestra la caracterización de los subproductos de los puntos de RCD.

En el Grafico 3 y 4, se presentan las acciones que la población tiende a realizar después de la actividad generadora de RCD.

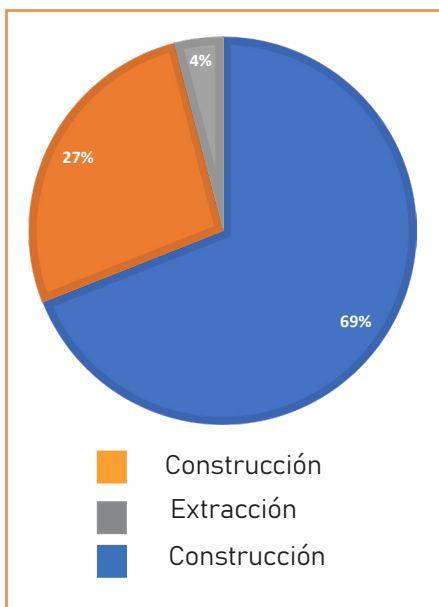


Gráfico 1. Clasificación de los RCD en base a la actividad generadora

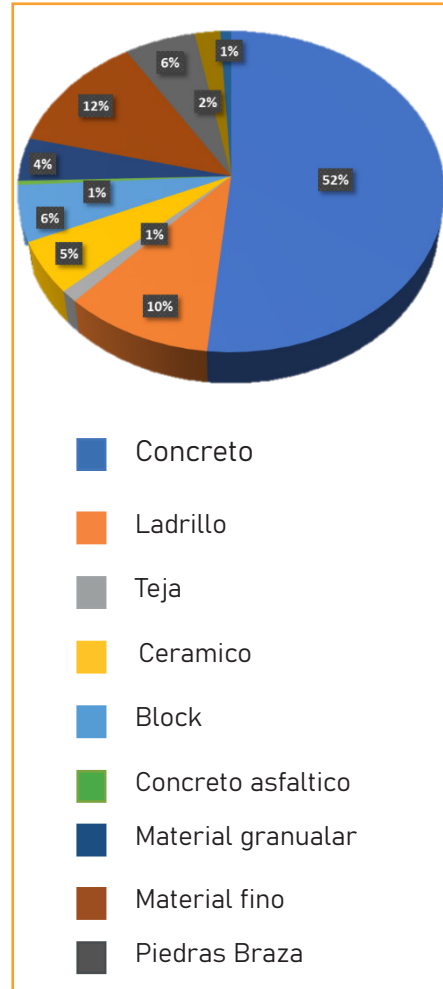


Gráfico 2. Caracterización de los RCD de la colonia

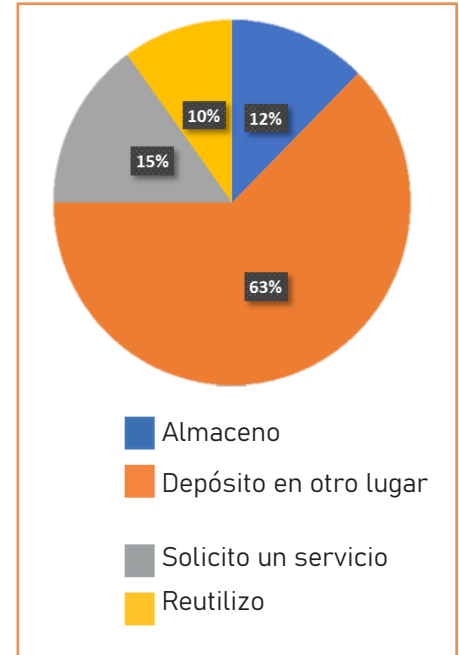


Gráfico 3. Acciones que toma la población sobre los RCD

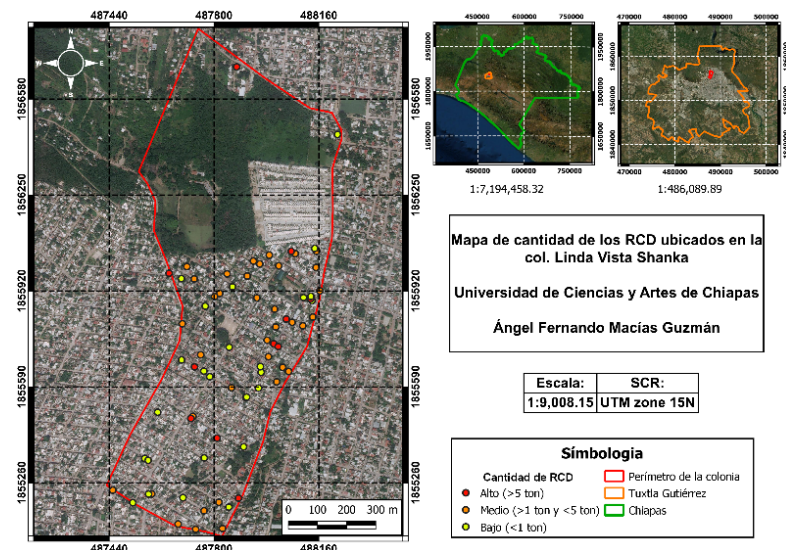


Figura 4. Cantidad de RCD en la colonia

Conclusiones

La característica principal de los puntos de RCD es que la mayor parte de los materiales lo comprende el concreto, material que es ampliamente reprochable, para la elaboración de materiales de calidad.

Sin embargo, la mayor parte de los puntos se encuentran mezclados con diversos materiales, complicando la separación de los mismos, para aprovechar los materiales.

En base a los resultados preliminares de las encuestas se puede intuir que el manejo por parte de la población de la colonia es carente, además que desconocen de los reglamentos pertinentes municipales, generando disposiciones en sitios idóneos que están prohibidos, provocando a futuro posibles impactos ambientales y sociales.

El trabajo no ha sido concluido, debido a que no se han realizado completamente las encuestas hacia la población.

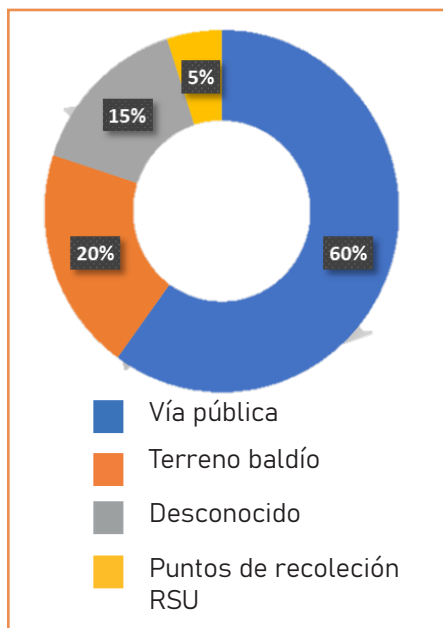


Gráfico 4. Disposición de los RCD por parte de la población

Referencias

- [1] F. Nicolás, "Reciclado y reutilizo de residuos de construcción y demolición, una herramienta para el desarrollo económico local" IDEASS, 2010. <https://www.ideassonline.org/news/banners.php?cat=3&page=8>
- [2] CMIC, Cámara Mexicana de Industrias de la Construcción, Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición, en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013.
- [3] DOF (2021). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003, con última reforma publicada en el DOF 18-02-2021.
- [4] PROFEPA, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (2013). Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAR-2011. Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. Diario Oficial de la Federación, 12 de noviembre del 2013.
- [5] POECH (2020). Ley Ambiental para el Estado de Chiapas. Publicada en la Segunda sección del Periódico Oficial del Estado de Chiapas el 18 de noviembre del 2015, con última reforma publicada en el POECH 05-08-2020
- [6] V. Sánchez, "Problemática de los residuos de construcción y demolición en sistemas constructivos industrializados y de autoconstrucción en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas", Tesis de maestría, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 2019.
- [7] POECH (2017). Reglamento de la Construcción para el Municipio de Tuxtla Gutiérrez. Publicada en la Periódico Oficial del Estado de Chiapas, No. 130, publicación No. 563-C-2017, el 9 de agosto del 2017.
- [8] V. Sánchez-Chavarría, R. González-Herrera, P. Vera-Toledo, R. Albores-Arzate, D. Escobar Castillejos, "Problemática e impacto de los residuos de construcción y demolición en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas". Congreso mesoamericano de investigación UNACH, 4, p. 1524-1527, 2017. <https://dgip.unach.mx/index.php/difusion-y-divulgacion-del-conocimiento/77-memoria-de-ponencias>
- [9] P. Vera & J. Villalobos, "Gestión de los residuos sólidos generados durante la construcción y demolición", Estudios ambientales y riesgos naturales. Aportaciones al sureste de México IV, R. González. Tuxtla Gutiérrez: UNICACH. 2014, pp. 165-188.
- [10] L. M. Aneiros. "Gestión de RCD y su repercusión en el desarrollo sostenible". Residuos. La Revista Técnica del Medio Ambiente. No. 102, pp. 48-60, feb-2008.



Determinación de materiales plásticos y otros micro residuos en la playa de Puerto Arista, Chiapas

Camacho Gutiérrez Gabriel

NAS-JOMÉ, AÑO 15, N°26, 2022

Según la definición del PNUMA, la basura marina se define como "todo material sólido persistente, manufacturado o elaborado, que se desecha, elimina o abandona en el medio marino y costero." Existen fuentes tanto terrestres (ríos que desembocan en el mar, vertederos de basura cercanos a zonas costeras, residuos de actividades recreativas en las playas, etc.) como marinas (naves, vertimientos ilegales, desechos de pesca y acuicultura, etc.)[1].

Cada año entran en el océano entre 6, 4 y 8 millones de toneladas de basura que se distribuyen por todos los océanos, tanto en aguas abiertas como en zonas costeras.

Las basuras marinas están compuestas en más de un 80 % por plásticos y a pesar de ser muchos los factores y actividades que contribuyen a la entrada y acumulación de residuos en el medio marino, la entrada desde tierra tiene especial relevancia, y está estrechamente relacionada con factores como la densidad de población, los vertederos, etc[2].

Las playas son importantes porque brindan diversos servicios ecosistémicos y la oportunidad de realizar actividades recreativas. Sin embargo, también sufren ero-

sión, alta demanda turística, uso intensivo, pérdida del paisaje y contaminación.

Esta última puede darse por la descarga de aguas residuales, derrames de fosas sépticas, escurrimientos de fertilizantes y plaguicidas, así como por la presencia de residuos.

Los residuos en playas, además de que degradan la belleza del entorno, pueden contaminar el agua o la arena, al suceder esto, provocan una disminución en la demanda los servicios y las actividades recreativas debido a que las playas ya no son aptas

para la realización de actividades turísticas; esto conlleva pérdidas económicas.

En vista de los diversos usos de una playa y los problemas que enfrentan, surge la necesidad de armonizar su aprovechamiento a través de la evaluación de su calidad ambiental y su estado de conservación, considerando diversas dimensiones [3].

Materiales y métodos

La metodología empleada en esta investigación es cuantitativa no experimental, la cual se basó y adaptó de la metodología aplicada por Vázquez et al. [3] y Cruz [4].

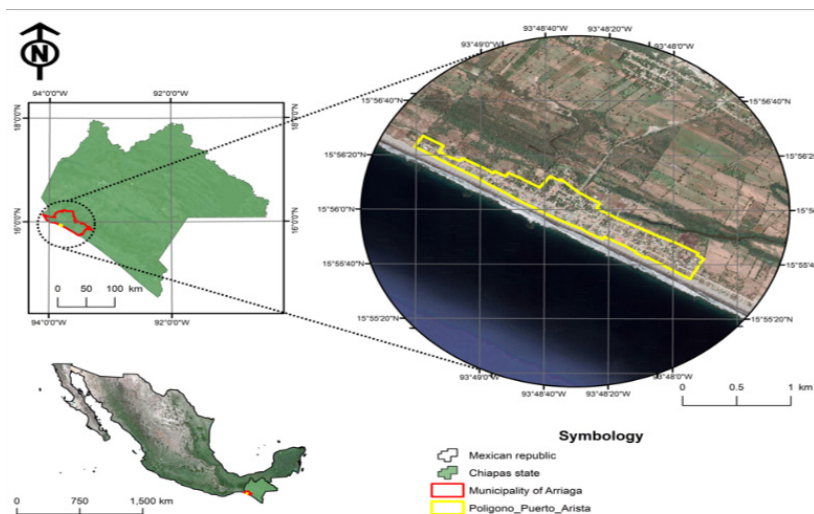


Figura 1. Área de estudio

El área de estudio fue en la playa de Puerto Arista (Figura 1), que se encuentra en el estado de Chiapas, ubicada en la costa norte. Esta zona se encuentra dentro del municipio de Tonalá, en el litoral mexicano correspondiente al Golfo de Tehuantepec del Océano Pacífico Oriental.

Una vez seleccionada el área de estudio, se eligieron 2 transectos de 100 metros de largo, cada uno sobre la línea de las palapas, se determinó la longitud de cada transecto con una cinta métrica, que fueron delimitados por una cuerda de 100 m fijada con una estaca en cada extremo.

Además, se anotaron las coordenadas geográficas de los dos extremos de cada transecto con la ayuda de un GPS.

Luego, se seleccionaron 10 puntos a lo largo de cada uno de los 2 transectos, estos puntos fueron establecidos de acuerdo a la línea de deposición de residuos que se observó.

Se colocaron estacas en cada uno de los puntos seleccionados para extraer las muestras, estas fueron enumeradas del 1 al 10 de izquierda a derecha para saber que número de muestra correspondía al punto de donde se recolectó, y además se anotaron las coordenadas geográficas de cada uno de los 10 puntos de muestreo de cada transecto.

La recolección de las muestras se realizó en cada punto marcado sobre los dos transectos, en cada uno de los 10 puntos seleccionados se colocó el muestreador cilíndrico de policloruro de vinilo (PVC), de 19 cm de diámetro y 5 cm de altura, que puede fabricarse cortando una tubería comercial.

La toma de muestra se realizó sobre la zona donde se encuentran las palapas. En cada uno de

los 20 puntos se hundió el muestreador hasta que el borde superior alcanzó la superficie de la arena.

Una vez que el muestreador quedó enterrado, se retiró la arena alrededor del mismo. Posteriormente, para separar la muestra se deslizó una tabla delgada en la parte inferior del muestreador, como último paso se colocaron en bolsas de plástico transparentes.

Todas las muestras fueron trasladadas al laboratorio de ingeniería ambiental.

La extracción de micro residuos se realizó en el laboratorio de la facultad de ingeniería ambiental de la universidad de ciencias y artes de Chiapas, para este paso se utilizaron tamices y pinzas.

Posteriormente, se realizó el tamizado de cada muestra de arena seca. Para lo cual se utilizaron 4 tamices con los siguientes números de malla; No. 4, 8, 10, y 16 (aberturas 4.75, 2.36, 2.00, y 1.13 mm, respectivamente).

Se hizo el montaje de tamices en forma de torre, acomodándolos de mayor a menor y se pasó la arena seca a través de estos, dejándola caer gradualmente.

Después de tamizar toda la muestra de arena se retiraron los micro residuos acumulados en los tamices, identificando que tipo de material se quedaron retenidos y en qué cantidad.

Para la clasificación por tamaño de micro residuos se colocaron en diferentes recipientes que se rotularon con la información de número de muestra y número de malla.

Los datos obtenidos fueron registrados en una tabla.

Por otra parte, la clasificación por tipo de micro residuos, se realizó de manera visual, identi-

cando que tipo de micro residuos extraídos se encontraron en cada una de las muestras, para esto los datos se registraron en una tabla donde se clasificaron dependiendo de los diferentes tipos de materiales que quedaron retenidos en los tamices.

Estos pasos se aplicaron de forma individual en cada una de las 20 muestras de arena, con el fin de conocer las variaciones de tipo y tamaño de micro residuos en cada muestra y transecto. Con los datos obtenidos se realizaron tablas y gráficas para representar el porcentaje de las cantidades y tipos de micro residuos que se encontraron en cada transecto.

Materiales utilizados

Los materiales utilizados durante la identificación de puntos de muestreo, recolección y tamizado de muestras se mencionan a continuación:

- Cuerda de algún color que contraste con la arena y de una longitud de 101 m
- 12 estacas de plástico (2 para anclar las cuerdas y 10 para ubicar los puntos seleccionados)
- Cinta métrica
- Muestreador cilíndrico de policloruro de vinilo (PVC), de 19 cm de diámetro y 5 cm de altura, que puede fabricarse cortando una tubería comercial
- Tabla delgada para separar la muestra y colocarlas en bolsas
- Bolsas de plástico normal
- GPS
- Etiquetas
- Plumones
- Cámara fotográfica
- 4 tamices con los siguientes números de malla; No. 4, 8, 10, y 16 (aberturas 4.75, 2.36, 2.00, y 1.13 mm, respectivamente)
- Pinzas pequeñas
- Papel estraza

Resultados

En la gráfica 1 se muestra las cantidades de micro residuos que se encontraron en cada muestra de arena, se puede observar que en todo el transecto 1 la muestra en la que se encontró mayor cantidad de micro residuos fue la No. 5, seguido de las muestras 4 y 8, siendo estas en las que se obtuvieron mayor concentración.

En la gráfica 2 se puede contemplar la clasificación de los micro residuos de acuerdo a su tamaño y los que se encontraron en mayor cantidad fueron los que tienen el tamaño de 4.00-2.01 mm.

En la gráfica 1 se muestra las cantidades de micro residuos que se encontraron en cada muestra de arena, se puede observar que

en todo el transecto 2 la muestra en la que se encontró mayor cantidad de micro residuos fue la muestra No. 10, seguido de las muestras 3 y 8, siendo estas en las que se obtuvieron mayor concentración.

En la gráfica 4 se puede contemplar la clasificación de los micro residuos de acuerdo a su tamaño y los que se encontraron en mayor cantidad fueron los que tienen el tamaño de 4.00-2.01 mm y 1.13-1.00.

Conclusiones

Esta investigación permitió caracterizar y cuantificar la presencia de micro residuos en la playa de puerto arista a través del muestreo de arena en 2 transectos de 100 m. En los resultados se

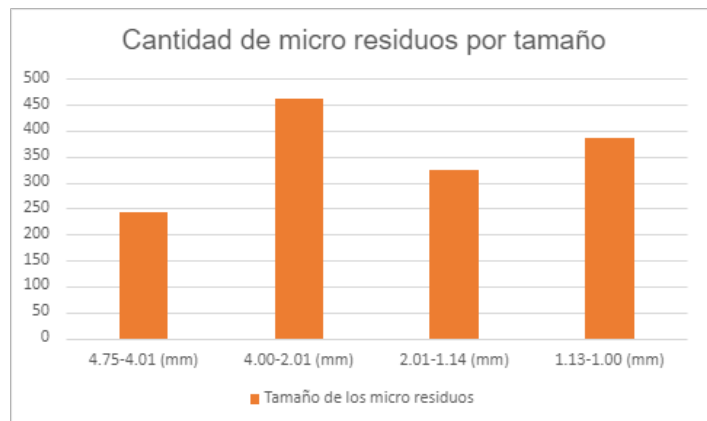
encontró que en el transecto 1 se encontraron 1413 micro residuos, de los cuales la mayor cantidad de materiales que se encontraron fue de palmeras, concreto y madera. Mientras que en el transecto número 2 la cantidad de micro residuos que se encontraron fueron de 1993 y los que mayormente se encontraron fueron palmera, plástico y papel.

En base a estos tipos de residuos encontrados se puede decir que el mayor porcentaje de micro residuos encontrados corresponden a palmeras.

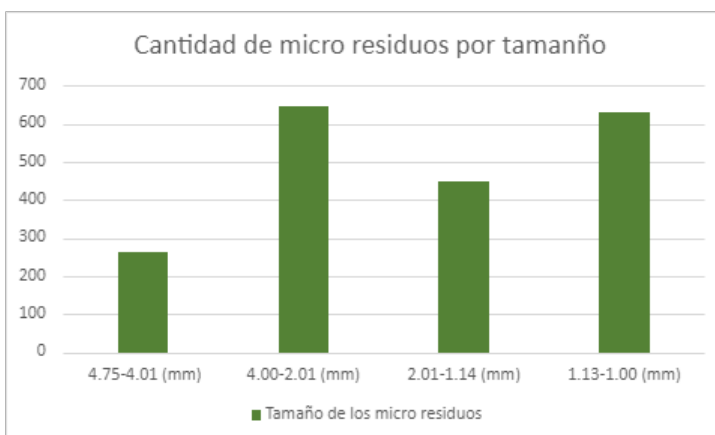
Por otro lado, en cuanto al tamaño la mayor cantidad de micro residuos que se encontró en el transecto 1, fue con un tamaño de 4.00-2.01 mm (33 %) y con un poco



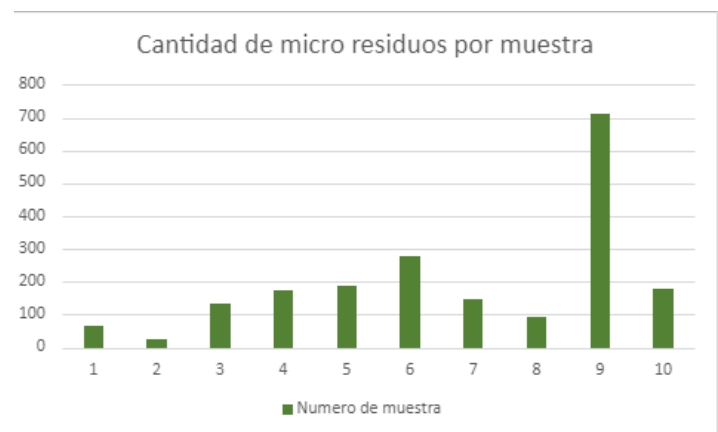
Gráfica 1. Cantidad de micro residuos



Gráfica 2: Tamaño de micro residuos



Gráfica 3. Tamaño de micro residuos



Gráfica 4. Cantidad de micro residuos

menos cantidad el tamaño de 1.13-1.00 mm (27%).

En el transecto número 2 se encontraron dos cantidades con un 32 %, las cuales fueron los micro residuos de 4.00-2.01 mm y los de 1.13-1.00. En ambos transectos las cantidades mayormente encontradas de acuerdo al tamaño fueron las de 4.00-2.01 mm y los de 1.13-1.00, en las cuales no hubo una gran diferencia entre ellos.

Este estudio revela la importancia que tiene el manejo de los residuos no sólo en las actividades turístico recreativas de cada playa sino también en las actividades llevadas a cabo en tierra.

Si se tiene un manejo adecuado de residuos en playas esto evitará que los residuos sólidos por acción del viento, olas o lluvias entren al mar y en el caso de los macro plásticos que se fragmenten y se propicie la formación de micro plásticos, además, si se tiene un buen manejo de residuos en las actividades terrestres esto evitará que ante la presencia de algún evento climático se transporten de las superficies urbanas a las vías fluviales y lleguen a los océanos y costas [3].

Referencias

- [1] B. Schmidt Koch y M. Manley Barber, "BASURAS MARINAS; IMPACTO, ACTUALIDAD Y LAS ACCIONES PARA MITIGAR SUS CONSECUENCIAS", Revista de Marina N° 968, pp. 30-39, febrero de 2019, [En línea]. Disponible en: <https://revistamarina.cl/revistas/2019/>
- [2] S. Acuña. "Basuras en playas: tendencias e influencias en la acumulación de residuos en zonas costeras a través de experiencias en ciencia ciudadana", octubre de 2017, [En línea]. Disponible en: <https://www.ecologistasenaccion.org/>
- [3] S. A. Cruz, Z. J. Álvarez, S. C. Martínez, & R. Enríquez, "Cuantificación y caracterización de micro plásticos y residuos sólidos urbanos en playa Zipolite", Oaxaca, revista ciencia y mar, 29 (71), pp.- 3-21. 2020. Disponible en: <https://www.researchgate.net/>
- [4] A. A. Cruz Salas, "Evaluación de la calidad ambiental y su relación con la presencia de microplásticos en cinco playas mexicanas", zaloamati.azc.uam.mx de enero de 2020, [En línea]. Disponible: <http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/6843>.



Fotografía obtenida de Pixabay

Remoción de coliformes totales en aguas aplicando la técnica de fotosensibilización en añil

Gómez Méndez Leonardo de Jesús y
García Lara Carlos Manuel

NAS-JOMÉ, AÑO 15, N° 26, 2022

La contaminación de los cuerpos naturales de agua es una problemática que se presenta en la actualidad, principalmente en los países en vías de desarrollo[1],

la presencia o aumento de bacterias, parásitos, virus y hongos en el agua surge por efecto directo o indirecto de cambios en el medio ambiente y en la población[2], debido a los desechos domésticos e industriales que se vierten a ecosistemas acuáticos sin un tratamiento previo o pobremente tratados, por lo que constituyen una fuente constante de deterioro del medio ambiente[1].

Si las aguas se encuentran contaminadas, las poblaciones que tienen menor acceso a sistemas que garanticen la disponibilidad de agua potable son las poblaciones de mayor marginación socioeconómica [3], el consumo de aguas contaminadas puede llegar a causar numerosas enfermedades ocasionadas por agentes patógenos como bacterias, virus y parásitos [4], ejemplo de ello son tales como el cólera, la amebiasis, la hepatitis, la fiebre tifoidea y paratifoidea, entre otras [1].

Por lo que, en este trabajo se hablara sobre la técnica de fotosensibilización, el cual es un proceso de destrucción de contaminantes que ha dado excelentes resultados [5] y funciona generando moléculas en estado excitado, es decir, con exceso de energía [6], en este proceso se utilizan sensibilizadores cuya iluminación con luz UV o visible genera oxígeno molecular singlete (1O_2) por transferencia de energía desde el estado electrónico fotosensibilizador [6].

Para la determinación de coliformes totales se empleara la metodología establecida por la NMX-AA-102-SCFI-2019[7], que especifica el método para la enumeración de bacterias coliformes y *Escherichia coli*, método basado en la filtración por membrana; además, la recolección, muestreo y procedimientos serán también será de acuerdo a la norma.

Los resultados serán representados en Unidades Formadoras de Colonias por cada 100 ml (UFC/100 ml), cada muestra que sea tomada se hará un análisis por triplicado para obtener una mejor certeza en el resultado y se hará una comparación entre las UFC que se tuvieron en el influente y efluente.

Materiales y métodos

El estudio que se llevó a cabo es una investigación cuantitativa experimental, esto es debido a que en el estudio se manipulan las variables independientes para analizar las consecuencias en las dependientes, dentro de una situación de control, es decir, se podrá tener un nivel de confianza elevado debido a la manipulación correcta de las variables a tomar en cuenta a la hora realizar el experimento y así poder determinar las relaciones entre estas mismas.

Además, se considera que es un experimento de “campo” esto debido a que son efectuados en condiciones “realistas” en las que se manipula una o más variables independientes en condiciones tan controladas como la situación lo permita.

El sitio de muestreo en la planta de bombeo Culati, en un pozo de abastecimiento de agua ubicada en localidad de Chiapa de Corzo, con coordenadas $16^{\circ}41'35.65''$ N y $93^{\circ}00'33.46''$ W localizado a través de Google Earth, se optó por este sitio debido a la accesibilidad para la toma de la muestra.

El tren de tratamiento se conformó por un recipiente con una capacidad de 20 litros, el cual tiene la función de recipiente de almacenamiento para el influente; seguido de cuatro contenedores de tubo PVC de 4" de diámetro y una longitud de 1m. Cada recipiente tendrá una caída de agua tipo regadera con de 10 cm de altura entre cada recipiente, hasta terminar el tren de tratamiento donde el agua tratada se recibirá en otro garrafón (Ver figura II).

Para la medición de absorbancia, se utilizó la longitud de onda de 630-635 nm para medir la absorbancia del blanco así como la del agente sensibilizador; esta longitud de onda se tomó como antecedente de acuerdo a Sánchez [8] que fue una longitud similar a la que aplico para evaluar la absorbancia del añil y del azul de metileno. Por cada concentración se tomó lectura de absorbancia e intensidad, con el respectivo tiempo de integración, para realizar una curva de calibración y su modelo matemático.

Para la realización del muestreo se hizo de acuerdo a la NMX-AA-102-SCFI-2019[7], la muestra se tomó con una bolsa estéril de 500 ml para el análisis de laboratorio, la cual indica que durante el traslado de las muestras de agua al laboratorio correspondiente, se deben de mantener a una temperatura alrededor de $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ como indica la norma antes mencionada.

Cabe recalcar que la muestra que se utilizó para el tren de tratamiento se recolecto en un recipiente estéril con una capacidad de 20L.

El parámetro principal que se establecieron son los organismos de coliformes totales, del influente y el efluente del tren de tratamiento.

Para determinar la cantidad de coliformes totales se realizó en base a la metodología de la NMX-AA-102-SCFI-2019[7] de filtración por membrana utilizando el medio de cultivo apropiado para el recuento de los coliformes totales y una membrana de 47 mm o 50 mm de diámetro.

Los resultados se representaron como Unidades Formadoras de Colonias por cada 100 ml (UFC/100 ml), a cada muestra que se tomó se le realizó un análisis por duplicado para obtener una mejor certeza en el resultado.

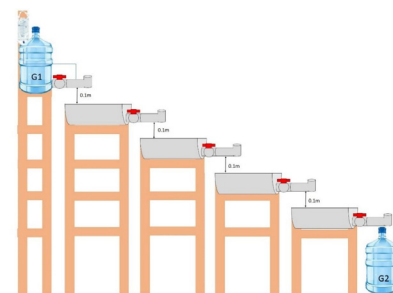


Figura II. Esquema del tren de tratamiento para desinfección de agua

Para la medición de absorbancia, se utilizó la longitud de onda de 630-635 nm para medir la absorbancia del blanco así como la del agente sensibilizador; esta longitud de onda se tomó como antecedente de acuerdo a Sánchez [8] que fue una longitud similar a la que aplico para evaluar la absorbancia del añil y del azul de metileno.

Por cada concentración se tomó lectura de absorbancia e intensidad, con el respectivo tiempo de integración, para realizar una curva de calibración y su modelo matemático.

Para la realización del muestreo se hizo de acuerdo a la NMX-AA-102-SCFI-2019[7], la muestra se tomó con una bolsa estéril de 500 ml para el análisis de laboratorio, la cual indica que durante el traslado de las muestras de agua al laboratorio correspondiente, se deben de mantener a una temperatura alrededor de $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ como indica la norma antes mencionada.

Cabe recalcar que la muestra que se utilizó para el tren de tratamiento se recolecto en un reci-

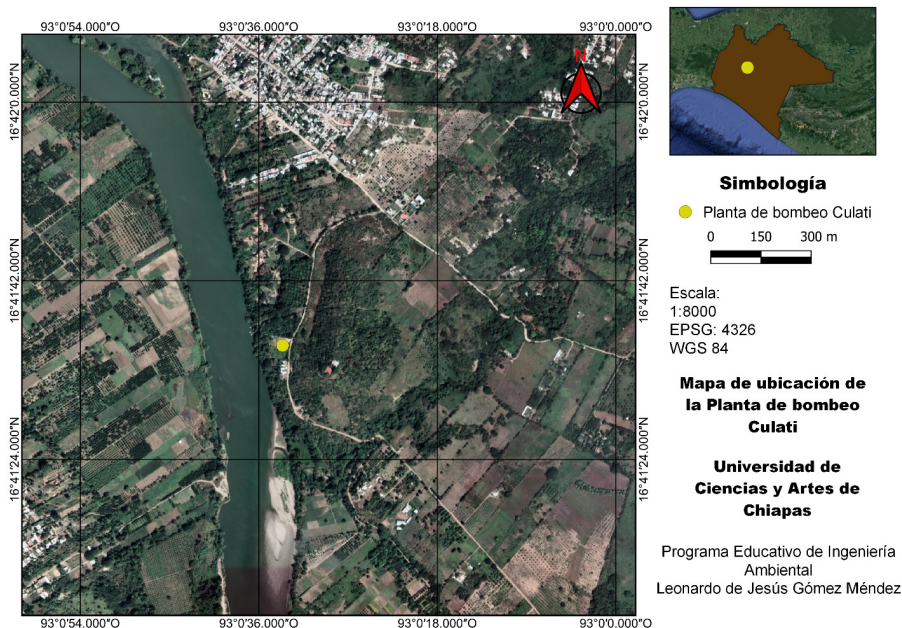


Figura I. Ubicación del área de estudio para la recolección de muestras de agua en pozos de abastecimiento.

piente estéril con una capacidad de 20L.

El parámetro principal que se establecieron son los organismos de coliformes totales, del influente y el efluente del tren de tratamiento.

Para determinar la cantidad de coliformes totales se realizó en base a la metodología de la NMX-AA-102-SCFI-2019[7] de filtración por membrana utilizando el medio de cultivo apropiado para el recuento de los coliformes totales y una membrana de 47 mm o 50 mm de diámetro.

Los resultados se representaron como Unidades Formadoras de Colonias por cada 100 ml (UFC/100 ml), a cada muestra que se tomó se le realizó un análisis por duplicado para obtener una mejor certeza en el resultado.

Equipo y software

Para la medición de absorbancia se utilizó:

- Un espectrómetro de fibra óptica Ocean Optics Inc. USB4000
- Software Ocean Optics SpectraSuite.

Para la medición de coliformes totales se utilizaron:

- Medios de cultivo caldo m-endo para coliformes totales merck milipore

- Software es el de Matlab que se utilizó para obtener los cálculos y las gráficas.

Resultados y discusión

Se realizó una visita de campo a la planta de bombeo Culati en Chiapa de Corzo, en donde no se encontraron percances para tomar las muestras de agua, siendo muy favorable para el desarrollo del proyecto.

Para la preparación de solución y medición por espectroscopia se utilizó la primera concentración de 20.06 mg/ml de Añil

En la Gráfica 1, en el eje horizontal se indican los promedios obtenidos de los datos de la intensidad para la absorbancia (630 nm - 635 nm) y en el eje vertical se encuentran las diferentes concentraciones que se prepararon del añil.

Si bien, a partir de la concentración de 5.376 mg/ml, la línea de tendencia se halla más cercano a esos datos, siendo este factor un punto clave que se tomó en cuenta para elegir la concentración adecuada del añil en el tratamiento de desinfección.

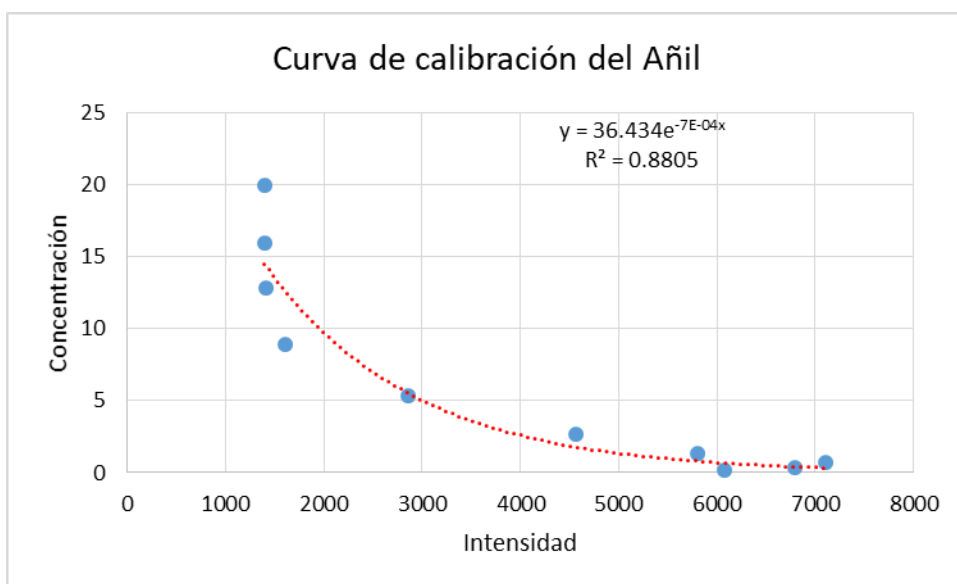
Por otro lado, se obtuvo una ecuación exponencial con un ajuste del 88%.

La visita y la desinfección se efectuaron el día jueves 3 de marzo del 2022. En el cual para la desinfección se irradió por 20 minutos (1:38-1:58 pm), considerando la radiación solar promedio en ese lapso de 900 W/m² y una temperatura de 34°C como la máxima temperatura alcanzada. Para obtener los primeros resultados se utilizaron dos concentraciones del colorante orgánico “añil” las cuales fueron las

siguientes: 2.8875 mg/l y 8.875 mg/l aplicado para desinfección de 8 litros de agua.

En la tabla I, se indica el influente de la muestra con valor de 4300 UFC/100 ml. Después del tratamiento al aplicar la concentración de 2.8875 mg/l, se logró reducir hasta 810 UFC/100ml, es decir se obtuvo una remoción 81.163% (ver gráfica II), y al aplicar la concentración de 8.875 mg/l, se obtuvo un valor de 550 UFC/100ml, en otras palabras la remoción obtenida es de 87.2% (ver gráfica III) de organismos de Coliformes totales

La desinfección de aguas utilizando la técnica de fotosensibilización como tratamiento físico químico, con el uso del añil como agente sensibilizador, de manera que el límite permisible (ausencia o no detectable) establecido en la NOM-241-SSA1-1994[9] sirvió como referencia para conocer la calidad bacteriológica del agua referente a los organismos Coliformes totales. De acuerdo a los resultados obtenidos de las muestras de agua sobrepasan el límite establecido por la norma-



Gráfica I. Curva de calibración del añil

tividad, sin embargo, después de aplicar la desinfección usando la técnica de fotosensibilización se redujo la concentración de organismos Coliformes totales en las muestras de agua.

Los Orellana, et al. [6], indican que el aplicar la irradiación solar y un material fotosensibilizador se puede considerar apto para la construcción de un sistema capaz de proporcionar agua potable a las pequeñas comunidades rurales.

De acuerdo a la cantidad de organismos Coliformes totales, las muestras colectadas resultaron estar alrededor de 4300 UFC/100 ml. Mientras que Sánchez [8], registró valores superiores a 20000UFC/100 ml de organismos Coliformes totales en el punto de muestreo, dichos valores corresponden a finales de la temporada de lluvias, por lo que se especula que la variación en cuanto a las UFC/100ml se deba a el arrastre de partículas.

Conclusiones y recomendaciones

La calidad del agua de la planta de bombeo Culati se encuentra por encima del límite establecido de ausencia o no detectable en la NOM-127-SSA1-1994.

El tren de tratamiento hecho con estructuras de madera y contenedores de PVC, funcionaron

adecuadamente durante el proceso de desinfección del agua, además de que fueron accesibles términos de costos.

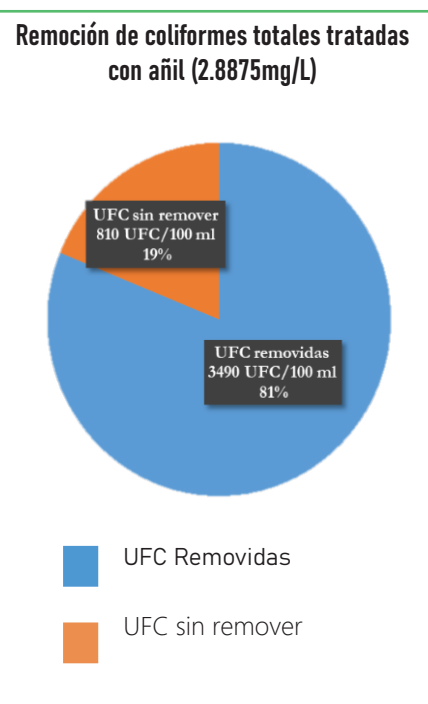
Actualmente, la terapia fotodinámica tiene un mayor enfoque en el campo de la medicina, sin embargo, dicha técnica puede aplicarse e integrarse a los sistemas de desinfección de aguas, como se demostró en el presente trabajo.

Utilizar un colorante natural como el añil, resultó ser efectivo como agente sensibilizador. Hasta el día de hoy solo se ha utilizado este colorante para la remoción de coliformes totales en 2 ocasiones incluyendo el presente trabajo, y ha presentado una remoción por encima del 80%, siendo este colorante prometedor para futuras investigaciones.

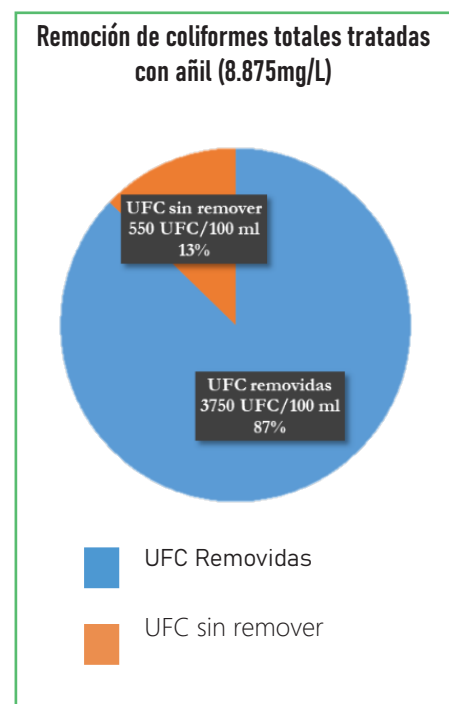
El Agua al considerarse un líquido tan significativo en relación con la calidad, es necesario garantizar la potabilización tanto como la distribución y almacenamiento del agua, ya que existe una relación proporcional entre la contaminación por microorganismos y las enfermedades gastrointestinales en la población.

Parámetro analizado	Agua del influente	Agua del efluente	Concentración de añil usada en el tratamiento
Coliformes totales	4300 UFC/100 ml	810 UFC/100ml	2.8875 mg/l
Coliformes totales	4300 UFC/100 ml	550 UFC/100ml	8.875 mg/l

Tabla I. Resultado del análisis microbiológico del tratamiento con añil



Gráfica II. Porcentaje de remoción de coliformes totales con el primer tratamiento.



Gráfica III. Porcentaje de remoción de coliformes totales con el segundo tratamiento

Se sugiere que haya higiene adecuada al momento de realizar la desinfección del agua, con materiales previamente esterilizados, con la finalidad de no alterar el agua tratada.

Debido a que la técnica de fotosensibilización es una etapa de desinfección, se sugiere aplicar las etapas primarias y secundarias del tratamiento de agua para obtener mejores resultados.

Con respecto al colorante añil, se recomienda triturarlo con un mortero para tener partículas finas y haya una mezcla homogénea con el agua, ya que en algunas ocasiones se pueden presentar pequeños gránulos, que representaron una limitante debido a que al principio el añil no se mezcló uniformemente con el agua.

Referencias:

1. Larrea-Murrell, J., Rojas-Badía, M., Romeu-Álvarez, B., Rojas-Hernández, N. y Heydrich-Pérez, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 44(3), 24-34. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181229302004>
2. Ríos-Tobón S., Agudelo-Cadavid R. y Gutiérrez-Builes L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 35(2): 236-247. DOI: 10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08
3. Sánchez-Pérez, H., Vargas-Morales, M. y Méndez-Sánchez J. (2000). Calidad bacteriológica del agua para consumo humano en zonas de alta marginación de Chiapas. *Salud pública de México*, vol.42, (5).
4. Galdos-Balzategui, A., Carmona, J., Sánchez-Pérez, H. J., Morales-López, J. J., Torres-Dosal, A. y Gómez-Urbina, S. (2017). Evaluación cuantitativa del riesgo microbiológico por consumo de agua en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, VIII (1), 133-153. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353549831010>
5. Peñuela, G. (1999). Destoxificación solar de agua mediante la fotocatalisis o la fotosensibilización. *Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia*, no. 19, pp. 24-28. recuperado de: <http://hdl.handle.net/10495/6010>
6. Orellana, G., Villén, L. y Jiménez-Hernández, E. (2005). Desinfección mediante fotosensibilizadores: principios básicos. In *Solar Safe Water*. 15, 243-258.
7. Diario Oficial de la Federación 08 de Julio del 2020 NMX-AA-102-SCFI-2019, Calidad del agua-enumeración de *Escherichia Coli* y bacterias coliformes-método de filtración por membrana. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596379&fecha=08/07/2020
8. Sánchez, L. (2021). Remoción de Coliformes totales aplicando la técnica de fotosensibilización en muestras de agua de la planta de bombeo Culati. (Tesis de licenciatura). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez.
9. Norma Oficial Mexicana. NOM-127-SEMARNAT-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización. *Diario Oficial de la Federación*, 22 de noviembre de 2000.

ESTUDIANTES



2022
25 MAR
10:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Informe Técnico

"Diagnostico ambiental en materia de residuos peligrosos biológico infecciosos en el Hospital Dr. Rafael Pascasio Gamboa"

Presenta

José Alberto Mancilla Pérez

Director

Dr. Luis Alberto Ballinas Hernández

Jurado

Presidente

Dr. José Manuel Gómez Ramos

Secretario

Mtro. Ulises González Vázquez

Vocal

Dr. Luis Alberto Ballinas Hernández

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx



Sede Tuxtla



2022
25 MAR
12:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Informe Técnico

"Diagnostico del impacto ambiental provocado por la disposición final del envases vacíos de agroquímicos, por floricultores de la localidad San Nicolás, Zinacatán, Chiapas"

Presenta

Juana Patricia Pérez Gómez

Director

Dr. Luis Alberto Ballinas Hernández

Jurado

Presidente

Dr. José Manuel Gómez Ramos

Secretario

Mtro. Ulises González Vázquez

Vocal

Dr. Luis Alberto Ballinas Hernández

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx



Sede Tuxtla



2022
30 MAR
09:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Informe Técnico

"Plan de Manejo de un apiario ubicado en el ejido 'Felipe Ángeles' en el municipio de Tzimol, Chiapas"

Presenta

Pablo Alejandro Zenteno Vázquez

Director

Mtro. Ulises González Vázquez

Jurado

Presidente

Dr. José Manuel Gómez Ramos

Secretario

Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

Vocal

Mtro. Ulises González Vázquez

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx



Sede Tuxtla

TITULADOS



2022

01 ABR

11:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Tesis Profesional

"Análisis comunitario y sus implicaciones para el desarrollo local sustentable en el Centro Ecológico Cascada El Corralito, Oxchuc, Chiapas"

Presenta

Jemima Esther Santíz Sánchez

Director

Mtra. Edali Camacho Ruiz

Jurado

Presidente

Secretario

Vocal

Dr. Roberto Horacio Albores Arzate

Dr. Carlos de Jesús Ocaña Parada

Mtra. Edali Camacho Ruiz

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx



Sede Tuxtla



2022

06 MAY

09:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Informe Técnico

"Diagnóstico del estado actual en materia de uso de suelo del humedal María Eugenia en San Cristóbal de las Casas, Chiapas"

Presenta

Edith Silvia Pasilla Delgado

Director

Dr. Luis Alberto Ballinas Hernández

Jurado

Presidente

Secretario

Vocal

Dr. José Manuel Gómez Ramos

Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández

Dr. Luis Alberto Ballinas Hernández

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx



Sede Tuxtla



2022

26 ABR

10:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Tesis Profesional

"Estudio de cambio de uso de suelo y vegetación, mediante técnicas de percepción remota, del Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México"

Presenta

Gabriela Pérez López

Director

Mtro. José Luis Orantes Gómez

Jurado

Presidente

Secretario

Vocal

Dr. José Armando Velasco Herrera

Mtro. Martín Cliserio Urbina Flores

Mtro. José Luis Orantes Gómez

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx



Sede Tuxtla

Diagnóstico del manejo de lixiviados en los sitios controlados de disposición final del estado de Chiapas

Álvaro Gutiérrez Montserrat Guadalupe

NAS-JOMÉ, AÑO 15, N° 26, 2022

La demanda de recursos en la sociedad se ha hecho cada vez mayor, en parte por el incremento del consumo de productos básicos necesarios para subsistir, pero también por la compra de productos que no son imprescindibles.

Después de la “vida útil” de lo que consumimos, se generan los residuos, los cuales están relacionados con la problemática de la contaminación del medio ambiente.

Una vez generados los residuos generalmente son llevados a un sitio de disposición final (SDF), en donde permanecen durante un tiempo indefinido. La problemática de los residuos no termina en estos lugares, puesto que una vez que los residuos son dispuestos, en conjunto a diversas cuestiones ambientales, producen biogás y lixiviados.

Estos últimos contienen un elevado contenido de materia orgánica, por lo que son considerados el agua residual más contaminada.

Pueden filtrarse desde los SDF a los cuerpos de agua superficiales, como son ríos o lagos, incluso llegar hasta las corrientes de las aguas subterráneas, causando severos daños a estos. Para el manejo de lixiviados existen

diversas tecnologías que pueden aplicarse de tipo físico, químico o biológico.

Un ejemplo de tratamiento son los sistemas naturales como las lagunas de estabilización y humedales artificiales, los cuales se han aplicado como alternativas para el tratamiento de lixiviados. Tienen la ventaja de la simplicidad en su operación, y la posibilidad de lograr diferentes niveles de tratamiento, desde un pre-tratamiento, hasta un tratamiento terciario en caso de necesitarse [1].

Desafortunadamente, en países como México, el tratamiento practicado a los lixiviados cuando éste se lleva a cabo, puede ser cuestionable, dado que la evaporación y recirculación no son las más adecuadas [2].

En el presente documento se busca realizar un diagnóstico sobre la situación del manejo de los lixiviados en el estado de Chiapas, y a través de la revisión de la literatura sobre las características del contexto que envuelve a la entidad con respecto al tema del tratamiento de lixiviados y por último se pretende recomendar las alternativas que pudieran tener mayor viabilidad en su implementación, cuidando siempre el binomio economía-eficiencia.

Materiales y métodos

Este trabajo representa una investigación del tipo cualitativa-documental ya que solamente se realizó una investigación documental y no se llevó a cabo ningún estudio de campo o experimental. La investigación involucra exclusivamente al estado de Chiapas.

El primer paso a seguir fue la recolección de datos con respecto al tratamiento de lixiviados en los rellenos sanitarios de Chiapas, esta información fue proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN), en el rubro de los residuos de los residuos sólidos, con respecto a: el tipo de tratamiento con los que cuentan los rellenos sanitarios en el manejo de lixiviados, cantidad de lagunas existentes, la ubicación y las condiciones en las que se encuentran los sistemas.

Después se recopiló información sobre el tratamiento de lixiviados reportados alrededor del mundo y en México. Las bases de datos de donde se tomaron las publicaciones fueron EBSCO, Redalyc, Scielo, Repositorio Nacional,

La Referencia, JSTOR y Elsevier. Estos trabajos fueron artículos científicos, artículos de revi-

sión, libros y tesis, de entre los años 2005-2022. Una vez obtenidos los documentos con respecto al tratamientos de lixiviados a nivel estatal, nacional y mundial.

Se elaboró una tabla en donde se mostraba los tratamientos más frecuentes reportados en la literatura y se seleccionaron los dos más mencionados, para una posterior investigación sobre estos sistemas de tratamiento. Según la metodología aplicada por Mesías [3], para la selección de documentos se revisaron las referencias basados en los siguientes aspectos: teóricos fundamentales, aplicaciones del sistema de tratamiento, ventajas y desventajas, factores operacionales y los retos de los sistemas para su implementación.

A partir de los documentos seleccionados con respecto a los tratamientos mayormente utilizados. Se elaboró una matriz de decisión en donde se consideraron los siguientes aspectos:

- Eficiencia de remoción
- Costo por metro cubico tratado (costos de insumos, de mantenimiento, de consumo de energía y los gastos administrativos)
- Costo de la tecnología (inversión)
- Demanda de superficie
- Producción de lodos
- Generación de olores
- Características del líquido a tratar
- Generación de residuos
- Vida útil
- Complejidad de construcción
- Flexibilidad de operación y necesidad de mano de obra calificada
- Tratamiento de residuos (Tipo de residuos producidos).

Estos aspectos fueron tomados en cuenta en base a la metodología aplicada por Noyola y

colaboradores [4].

En donde comparaban distintos tratamientos. Una vez establecidas las tecnologías a comparar y al realizar la matriz, se obtuvo los sistemas que pueden ser aplicados en el estado para el tratamiento de lixiviados.

Resultados

A partir de los datos proporcionados por la SEMAHN, se obtuvieron los municipios que cuentan sistemas para el tratamiento de lixiviados, estos son un total de 23 municipios y se reportan 4 tipos de tratamientos de lixiviados aplicados en Chiapas.

De la Fig. 1 puede observarse que el tipo de sistema de tratamiento mayormente utilizado son las lagunas de evaporación; con un porcentaje 67% y otro 12% siguen siendo lagunas pero con recirculación.

Estas cifras reflejan que alrededor del 79% de los sistemas de tratamiento para lixiviados en el estado, tienen como etapa medular a las lagunas de evaporación, lo que refleja la poca atención e importancia dada al tratamiento de una de las aguas residuales más complejas y contaminantes que el ser humano propicia.

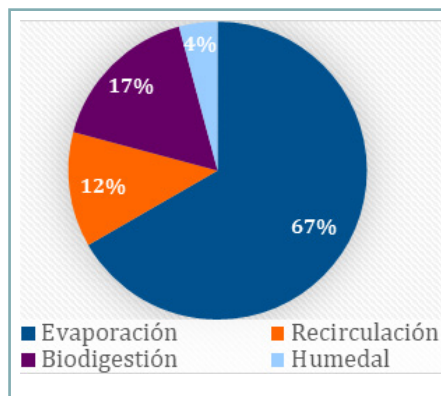


Figura 1. Porcentaje de los tipos de tratamiento aplicados a los lixiviados en Chiapas.

Fuente: Adaptado de SEMAHN, 2021 [5]

En Chiapas los lixiviados son captados en lagunas 22% se encuentran en condiciones normales, 33 % en condiciones de falta de mantenimiento y 45% en condiciones de abandono, siendo así más de la mitad de los sistemas de captación de lixiviados en el estado se encuentra en condiciones de abandono.

Las lagunas son utilizadas para el tratamiento de lixiviados, ya que aquí se realiza la evaporación. Debido a que Chiapas tiene una alta pluviometría, es por ello que algunas de estas lagunas cuentan con un techado, una solución para este problema en primer instante.

En las siguientes imágenes se muestran algunas de las lagunas ubicadas en los rellenos sanitarios de los municipios de Chiapas, se pueden observar las condiciones de abandono y también lagunas en funcionamiento.

Debido al abandono de las lagunas las láminas de los techos son robados, además de que también hay casos en los que se roban la geomembrana que impermeabiliza el suelo de las lagunas y evita que los lixiviados se infiltren en el suelo.

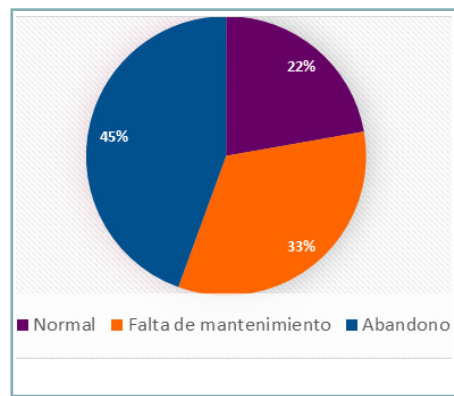


Figura 2. Condiciones de los sistemas de captación de lixiviados existentes en Chiapas.

Fuente: Adaptado de SEMAHN, 2021 [5]

Figura 3. Laguna de Chanal
Fuente: SEMAHN, 2021 [5]



Existen diversos sistemas para tratar lixiviados, entre los más mencionados tenemos a los presentados en la tabla 3.

Dentro de estos, los más utilizados son los sistemas biológicos, los lodos activados, el reactor anaerobio de flujo ascendente, la recirculación y los biorreactores con membrana son los más mencionados en la literatura revisada.

En un estudio realizado por Zafra(2019)[6], en donde se revisaron los tratamientos de lixiviados más reportados dentro de la literatura a nivel mundial, se encontró que los lodos activados son los más citados, seguido del tratamiento en conjunto con aguas residuales, la aireación, el reactor UASB, la evaporación forzada y la recirculación.

Se decidió comparar los lodos activados, el reactor UASB, ya que son los sistemas que más se han aplicado según la revisión bibliográfica previamente realizada. Estos sistemas se compararan con las lagunas de evaporación, las cuales son las más utilizadas en Chiapas.

Conclusiones

En el estado de Chiapas el tratamiento de lixiviados es deficiente, esto puede reflejarse en la falta de mantenimiento y a las condiciones de abandono que presentan los sistemas de tratamiento.

Las lagunas de evaporación son los sistemas de tratamiento de lixiviados mayormente utili-

zados debido a su simplicidad de operación y por sus bajos costos. Sin embargo, estas llegan a ser insuficientes debido a la elevada pluviometría existente en el estado y que puede ocasionar posibles desbordamientos de lixiviados, los cuales pueden llegar hasta los cuerpos de agua.

Debido a que los lixiviados tienen una composición variada no existe un tratamiento que pueda emplearse de manera general, sin embargo los tratamientos biológicos son los más mencionados en la literatura.

Entre ellos se encuentran los lodos activados, los reactores anaerobios y los biorreactores con membrana.

Para incrementar la eficiencia de estos tratamientos usualmente, se diseñan trenes de tratamiento.

En el presente trabajo aún se está realizando la comparación de los tratamientos que más se mencionan en Chiapas, esto con la finalidad de recomendar una alternativa para el tratamiento de lixiviados en el estado.



Figura 4. Laguna de Chiapilla.
Fuente: SEMAHN, 2021 [5]

Referencias

- [1] A. G. Martínez López et al., "Alternativas actuales del manejo de lixiviados", *Avances en Química*, vol. 9, n.º 1, pp. 37–47, 2014. [En línea]. Disponible: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93330767005>
- [2] H. Nájera Aguilar, J. Ramos, C. Lara, R. Gutiérrez y M. Rojas Valencia, "Manejo de biogás y lixiviados en rellenos sanitarios en el centro de México", *Lacandonia*, vol. 4, pp. 117–131. [En línea]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/320699326_Manejo_de_biogas_y_lixiviados_en_rellenos_sanitarios_del_centro_de_Mexico_un_panorama_general
- [3] D. S. Mesías Shulca, "Revisión y análisis de bibliografía actualizada sobre el tratamiento anaeróbico de lixiviados de rellenos sanitarios municipales," Universidad Técnica de Ambato, 2021. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/33661>
- [4] A. Noyola, J. M. Morgan-Sagastume, and L. P. Güereca, *Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales*. Ciudad de México, Primera ed. Universidad Autónoma de México, 2013. [Online]. Available: http://www.pronaturasur.org/web/docs/Tecnologia_Aguas_Residuales.pdf
- [5] S. de M. A. e H. Natural, "Listado de rellenos sanitarios con sistemas de tratamiento de lixiviados," 2021.
- [6] C. Zafra and D. Romero, "Tendencias tecnológicas de depuración de lixiviados en rellenos sanitarios iberoamericanos * Technology Trends of Leachate Treatment in Ibero-American Landfills Tendências tecnológicas de depuração de lixiviados em aterros sanitários ibero."



Figura 5. Laguna de Escuintla

Fuente: SEMAHN, 2021 [5]

Evaluación del cumplimiento normativo en la PTAR EL PARRAL, CHIAPAS

De la cruz Pérez Víctor Adolfo y
Rubén Alejandro Vázquez sanchez

NAS-JOMÉ, AÑO 15, N° 26, 2022

El tratamiento de aguas residuales (PTAR), para su disposición oportuna, constituye uno de los problemas que suponen inversiones de capital altas y precios de operación elevados que la mayor parte de la industria e incluso la población no está concientizada en que es de suma importancia tratar los residuos líquidos antes de descargarlos y dejar de contaminar las pocas fuentes de abastecimiento de las cuales obtenemos el agua para consumo.

En diciembre de 2011, México contaba con una cobertura de saneamiento del 46.5% de las aguas residuales colectadas en los sistemas de alcantarillado Conagua; en este mismo mes, la cobertura de alcantarillado era de 90.2% tratamiento es muy bajo; ya que solamente alrededor de la mitad de ellas son tratadas.

La población cuenta con sistemas de alcantarillado, el porcentaje de estas aguas que reciben tratamiento es muy bajo; ya que solamente alrededor de la mitad de ellas son tratadas.

En la actualidad en la comunidad de parral Chiapas, no hay un adecuado tratamiento en las aguas residuales, además, al no tener un programa de mantenimiento y operación, con una de-

bida capacitación al personal encargado, en las PTAR de estudio, pudimos observar que en las razones no se realiza mantenimiento, se evidencia un grave problema de contaminación, del diseño del sistema de procesamiento de aguas residuales, se fundamenta en la selección de una tecnología, teniendo como motivo que para la recolección y procesamiento del agua residual se debería tener en cuenta, en más grande medida, alternativas que incluyan el reúso del agua, el plan expone un diseño con procedimiento preliminar, procedimiento primario, secundario y terciario, con un proceso de lodos activado y sanitización del efluente, que sea reutilizado en riego de jardines, plantaciones de tallo elevado o limpieza generalmente.

METODOLOGÍA

Se emplearon técnicas de observación sistemática, realizada en un ambiente natural y empleando instrumentos cualitativos donde las variables de interés, normalmente predeterminadas de antemano como finalidad, como resultado datos cuantitativos, al describir los fenómenos.

Además, se complementaron con el método inductivo en el que se obtienen conclusiones genera-

les a partir de premisas particulares.

se trata del método científico más usual, en el que pueden distinguirse cuatro pasos esenciales: la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización; y la contrastación, esta localidad está orientado hacia el lado noroeste, por lo que la alternativa más viable es ubicar la zona de la planta de tratamiento de aguas residuales hacia este lado.

En base a lo anterior se optó por un sistema de gravedad para desalojar las aguas negras a la planta de tratamiento ubicada en una zona donde las colonias y las autoridades locales estuvieron de acuerdo argumentando estos que el agua tratada que desaloje dicha planta ya estará en condiciones de verterla al río frío o bien reciclar para venderla a los cultivos aledaños.

El presente proyecto es de fin investigativo con el procesamiento de la información primaria recolectada en campo, para llevar a cabo el proceso investigativo se tomó en cuenta al 25% de la población del área urbana del municipio, en virtud de que esta cuenta

con el sistema de drenaje. La investigación fue de tipo descriptiva, ya que inicialmente se conoció la calidad del agua residual.

La información de servicios básicos y generales del municipio Con los parámetros analizados se logró determinar que existió un nivel de contaminación de los cuerpos de agua y con base a los resultados se desarrolló la propuesta, para el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales, acorde a las necesidades poblacionales

La investigación bibliográfica sobre los procesos de tratamiento de aguas residuales para tener un contexto general y evaluar de manera efectiva la de tratamiento de aguas residuales el parral en el municipio de villa flores además de información referente a las características principales del municipio.

Los ordenamientos jurídicos relativos a la construcción del "sistema de alcantarillado sanitario y saneamiento del parral, Chiapas" están relacionados con las siguientes leyes, reglamentos y normas: ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, nom-001-semarnat-1996, nom-002-semarnat-1996, nom-003-semarnat-1997, ley de aguas para el estado de chiapas, ley ambiental para el estado de chiapas, ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, ley ambiental para el estado de chiapas, reglamento de la ley de aguas nacionales.

RESULTADOS

En los resultados se obtuvieron los siguientes resultados sobre las normas aplicadas a la planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio el parral chiapas.

NOM-001-SEMARNAT-1996, para embalses naturales y artificiales, clasificados como tipo "B", con uso en riego agrícola. Y la línea de lodos se diseñará con tecnología abierta, para garantizar que la calidad de los lodos tratados, satisfaga los límites máximos permisibles indicados en la NOM-004- SEMARNAT-2002 para lodos clase "C", para ser transportados al relleno sanitario municipal.

ARTICULO 176- MANEJO DE LODOS EN LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: Todos los niveles de complejidad deben contemplar el manejo de lodos en su sistema de tratamiento de aguas residuales. Para esto, deben presentarse balances de masa de los procesos con los trenes de tratamiento de agua y lodos.

ARTÍCULO 199.- OPERACIÓN. Los procedimientos y medidas pertinentes a la operación continua y permanente de los diferentes componentes de un sistema de agua potable y saneamiento básico seguirán los requerimientos establecidos en los Planos de Construcción y los Manuales de operación.

ARTÍCULO 202.- MANTENIMIENTO. Los procedimientos y medidas pertinentes para llevar a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo de los diferentes componentes de un sistema de agua potable y saneamiento básico seguirán los requerimientos establecidos en los Planos de Instalación y los Manuales de Operación y Mantenimiento que deben tener disponibles en todo momento los operadores de las Entidades Prestadoras de los servicios municipales de acueducto, alcantarillado y aseo para cada uno de sus componentes en el caso de sistemas que están en

operación. O los suministrados por el diseñador, constructor, fabricante o proveedor al entregar a la entidad contratante las obras, bienes o servicios que le fueron contratados, para el caso de las obras nuevas a partir de la vigencia de este reglamento.

NOM-004-SEMARNAT-2002 (P.O.F. Agosta del 2003) Protección ambiental lodos y biosólido; especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final: Los lodos generados por la PTAR serán del tipo "C", es decir, sin contacto público directo durante su aplicación, con aprovechamiento de uso forestal, mejoramiento de suelos o uso agrícola.

También como resultados se hicieron revisiones a la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) con lo cual se obtuvieron informaciones no muy satisfactorias ya que la planta se encuentra con un mal mantenimiento en todas operaciones, esto quiere decir que la planta no cumple con las normas obtenidos durante el recorrido y mencionados, dado caso se llevó a una entrevista sobre la planta a los encargados y observaciones durante el recorrido.

VISITA DE INSPECCIÓN Y CONTROL PTAR EL PARRAL CHIAPAS, MUNICIPIO DE VILLA FLORES				
FECHA DE VISITA:	9 DE NOVIEMBRE DEL 2021	DEPENDENCIA	ESTUDIANTE DEL P.E DE INGENIERIA AMBIENTAL	
DEPARTAMENTO:	UNICACH	MUNICIPIO	EL PARRAL	
OBJETIVO DE LA VISITA	EVALUACIÓN NORMATIVA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL			
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EL PARRAL CHIAPAS.	INTERNO	CUMPLIMIENTO		OBSERVACIONES
	MANUAL DE OPERACIONES	SI		SE PRESENTA MANUAL DE OPERACIONES SIN ACTUALIZAR
	CERTIFICADO DE COMPETENCIA LABORAL - OPERARIO		NO	LOS OPERARIOS NO CUENTAN CON ESTUDIOS PERTINENTES PARA EL MANEJO ADECUADO DE LA PTAR
	PLANOS DE LA PTAR	SI		CONTIENE PLANOS DE LA PTAR
	ESTRUCTURA DE EXCESOS	SI		LA ESTRUCTURA SE ENCUENTRA DISEÑADA PARA UN CAUDAL DE 45 L/S. EN LA ACTUALIDAD SE TRABAJA CON UN CAUDAL DE INGRESO DE 12 L/S
	VALVULA DE ENTRADA	SI		SE ENCUENTRA DIVIDIDA POR CUATRO CAMARAS CON CORTINAS DE 10 ". SU FUNCIONAMIENTO ES ACEPTABLE

Tabla 1. Se muestra un listado de lo que se realizó durante el recorrido sobre la planta de tratamiento de aguas residuales El Parral, Chiapas.

ENCUESTA PRIMERA VISITA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - EL PARRAL CHIAPAS, MUNICIPIO DE VILLAFLORES				
fecha:	9 de noviembre del 2021	hora:	11:30 am	estudiante: Victor adolfo de la cruz perez
departamento:	UNICACH	municipio:	EL PARRAL	ENCUESTA PRIMERA VISITA
interno	Pobre incompleto	o satisfactorio bueno	o muy bueno o excelente	observaciones
verificación exterior				
estabilidad del terreno		x		cumple con los parámetros de construcción según lo establece la ley 400 de 1997
distancia de zonas residenciales			x	si cumple con la distancia requerida de 75 m estipulado por el ras 2000, sección 2, titulo e; e.4.3.3
sistema de mitigación de olores y vectores		x		cumple con los parámetros asociados en el ras 2000, sección 2, titulo e; e.4.7.5 referente al tema de barreras vivas y separación de entrada y salida de caudal
documentos				
manual de operaciones		x		tiene manual de operaciones, aunque no se encuentra actualizado
certificados académicos de operarios	x			los operarios no poseen conocimientos certificados para el manejo adecuado de la planta de tratamiento
funcionamiento				
se encuentra en funcionamiento		x		se encuentra en funcionamiento continuo ya que se presentan problemas administrativos generando inconsistencias en el decreto 1594 de 1984 uso del agua y vertimientos.
estructura de excesos		x		no se presenta deterioro notorio
válvula de entrada		x		funcionan de manera adecuada

Tabla 2. Encuesta de la primera visita.

CONCLUSIONES

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El parral, chiapas fue diseñada para tratar 45 l/s pero debido a la falta de mantenimiento y deterioro no es posible tratar dicho caudal, incluso esta trabajado intermitentemente lo que ha aumentado la problemática ambiental porque se está enviando el agua residual directamente

a la fuente hídrica del Río santo domingo generando una fuerte contaminación a esta cuenca, a pesar de que ha cambiado varias veces de operador ninguno se ha preocupado por realizar el mantenimiento y reparación de las instalaciones.

REFERENCIAS

- CONAGUA, MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES: PROCESOS ANAEROBIOS. VOLUMEN 19. 2016.
- CONAGUA, "NORMAS OFICIALES MEXICANAS NOM-001-SEMAR-NAT-1996 NOM-002-SEMAR-NAT-1996 NOM-003-SEMAR-NAT-1997," P. 65, 1997.
- CONAGUA/IMTA, VOLUMEN 26 DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES: PRE-TRATAMIENTO Y TRATAMIENTO PRIMARIO. 2010.
- AMBIENTAL, D. E. E. L. PARRAL, AND M. DE, "ESTUDIO Y PROYECTO PARA EL ALCANTARILLADO SANITARIO Y SANEAMIENTO Y MANIFIESTO DE."
- SEMARNAT, "LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA DOF 24-01-2017," D. OF. LA FED., VOL. CDXII, NO. 19, PP.



Fotografía: Spinoza Spinoza en Pixabay

Método de regresión espacial para determinar la tasa de generación de Residuos Sólidos Urbanos en Berriozábal, Chiapas

Márquez Pérez David Francisco

NAS-JOMÉ, AÑO 15, N° 26, 2022

Hoy en día se genera altos volúmenes de residuos sólidos urbanos (RSU), la LGPGIR los define como:

“Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos” [3].

La forma en que se manejan, almacena y recolectan estos desechos puede generar riesgos para el medio ambiente y la salud pública, así como aumentar los gastos en los sistemas de gestión [1].

Se ha realizado estudios a nivel mundial sobre la generación de RSU, en donde se tomaron como sitios de estudio Latinoamérica y el Caribe, se estimó que en las últimas décadas la tasa de generación de residuos ha incrementado del 0.5 a 1 kg/habitante-día, por lo que se puede observar que en cada año aumenta la generación per cápita [2].

El estado de Chiapas se coloca en el 10° lugar a nivel nacional de los que generan altos volúmenes de RSU ya que producen por día 5,188 toneladas, de los cuales se recolectan 2,886 t/día [4] cabe mencionar que esta recolección no es la verdadera, es decir Chiapas no cuenta con un servicio de recolección eficiente esto se debe por los camiones que no son los adecuados, además de que no cuentan con un mantenimiento correcto.

Para elaborar un plan de manejo es necesario cuantificar la generación de residuos por lo que se propone un modelo de regresión espacial utilizando variables económicas y sociales que se asocian al problema del estudio. Se aplicarán diversas pruebas estadísticas con el objetivo de conocer si las variables que se utilizarán son significativas y a la vez comprobar la validez del modelo que se genere.

Se han realizados modelos predictivos para la generación de residuos sólidos urbanos empleando variables demográficas, sociales y económicas en distintos países como lo son Austria, Kenia, China y Tailandia, por lo que se propone generar un modelo de regresión espacial a ni-

vel de Agebs con el objetivo de determinar la generación de RSU en el municipio de Berriozábal y visualizarlo en un sistema de información geográfica que en este caso será el software de Arcgis, empleando variables de estudios que se han realizado previamente.

Material y métodos

2.1 Zona de estudio

El trabajo por desarrollar se centrará en evaluar un fenómeno a través de un conjunto de variables, por lo que se considera una investigación cuantitativa no experimental, el lugar de estudio es la cabecera municipal de Berriozábal, Chiapas cuyas coordenadas son 16°48'00" de latitud norte y 93°16'22" de longitud oeste, se ubica a 900 m sobre el nivel del mar. Cabe recalcar que en el sitio de estudio su última cuantificación de RSU fue realizado en el año 2016 por lo que se tomara como base la generación per cápita de ese año [13].

2.2 Recopilación de datos

Kolekar et al 2016 [5] indica que los factores económicos, sociales y demográficos son los más indicados para explicar la generación de RSU, estas variables fueron

recopiladas en distintas bases de datos como los cuales son INEGI, CONABIO, CONAPO Y DENU, por lo que se recolectaron y en el software de Excel se creó una base de datos por Agebs con el objetivo de introducirlo en el software de Arcgis.

2.3 Análisis exploratorio de variables.

Para elegir el método de regresión múltiple se analizó la autocorrelación de la variable dependiente "Y", en donde se aplicó el índice de moran con el objetivo de conocer si los datos tienden a agruparse, si es así se habla de una autocorrelación positiva, si los datos se dispersan se convierte en una autocorrelación negativa, pero si estos valores se encuentran dispersos o distribuidos de forma aleatoria no cuenta con una autocorrelación espacial [6], en el caso de obtener una correlación positiva se empleara la regresión lineal múltiple espacial de mínimos cuadrados ordinarios.

En el software de Minitab se analizó las variables independientes con la prueba de Kolmogorov-Smirnov, con un valor de $\geq \infty = 0.05$ de acuerdo con las bibliografías consultadas [7], con la finalidad de averiguar qué tan correlacionadas están las variables independientes con la variable dependiente.

Cuando la prueba no cumple la hipótesis de la normalidad, no se puede comprobar la presencia o ausencia de homocedasticidad por lo que procederá a transformarse con el objetivo de normalizar la distribución de no paramétrica de los datos originales [8].

2.4 Multicolinealidad

Las variables que mostraron una distribución normal pasaron por un cribado de multicolineali-

dad en donde se fueron eliminado variables que demostraron una relación lineal con otras o con la combinación de otras.

Si hay presencia de multicolinealidad aumenta los errores estándar y la incertidumbre en las estimaciones de los coeficientes de regresión, por lo que es de vital importancia eliminar cualquier inicio de multicolinealidad.

Se empleo el factor de inflación de la varianza (FIV), que tiene como objetivo detectar la correlación multivariada de las variables explicativas [9].

2.5 Desarrollo del modelo

El desarrollo del modelo busca establecer relaciones entre las variables dependientes que están registradas en el área de observación. El modelo se basa en la regresión lineal múltiple (Ecuación 1):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{1I} + \beta_2 X_{2I} + \dots + \beta_p X_{pI} + \epsilon_i \quad (1)$$

Donde Y_i es la observación de la variable de interés, x_{iq} son las variables explicativas, B_q es el coeficiente de regresión que mide la influencia de la variable explicativa, ϵ_i es el error aleatorio, que puede ser causado por variables no controladas o variabilidad muestral.

Este modelo es válido para entender cuáles son las causas de la variable independiente en función a las variables explicativas.

Para determinar los coeficientes de regresión se aplicará el método de mínimos cuadrados con el objetivo de minimizar la suma de los errores cuadráticos (Ecuación 2).

$$SSE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

Donde Y_i es el valor de cada variable explicativa y Y_t es el valor predicho.

2.6 Validación del modelo de regresión

Para conocer la significancia de las variables que se presentan en el modelo de regresión se aplicó el estadístico de Koenker con el objetivo de averiguar si existe una constante varianza de error lo que se denomina como homocedasticidad, si no se encuentra una constante varianza de error quiere decir que el modelo es heterocedástico [10].

El estadístico de Jarque-Bera se empleó con el fin de averiguar si los residuos del modelo tienen una distribución normal, este tipo de estadístico es muy utilizado en los modelos de regresión con el objetivo de ver si el modelo esta sesgado o no [11].

Para la efectividad de las variables independientes en explicar la variable dependiente se utiliza la R^2 Ajustada, Caridad et. al 2003 [12] afirma que muchos estudios de modelos se aceptan aquellos con R^2 sumamente bajos que están en el rango de 0.4 a 0.5 (40 a 45%) o menores, en este trabajo se propuso alcanzar una R^2 Ajustada de 0.9 (90%).

Por último, se analizó los residuos del modelo utilizando el índice de Moran con el objetivo de que los residuos estén libres de autocorrelación espacial.

Tabla 1. Base de datos de variables que influyen en la generación de RSU

Tabular	Espacial
Y: Generación de residuos	X7: Comercios
X1: Grado promedio de escolaridad	X10: Temperatura
X2: Viviendas totales	X11: Precipitación
X3: Promedio de ocupantes por vivienda	X14: Densidad de la población.
X4: Viviendas particulares habitadas con refrigerador	
X5: Población nacida en la entidad	
X6: Población afiliada a servicios médicos	
X8: Ingresos trimestrales por vivienda	
X9: Gastos trimestrales por vivienda	
X12: Grado de urbanización	
X13: Taza de empleo	

Resultados y discusión

3.1 Recopilación de datos.

Las variables fueron recopiladas de distintas bases de datos como lo son DENUE, INEGI y CONABIO, un total de 14 variables explicativas las cuales 10 son tabulares y 4 son espaciales.

Tabla 1. Base de datos de variables que influyen en la generación de RSU.

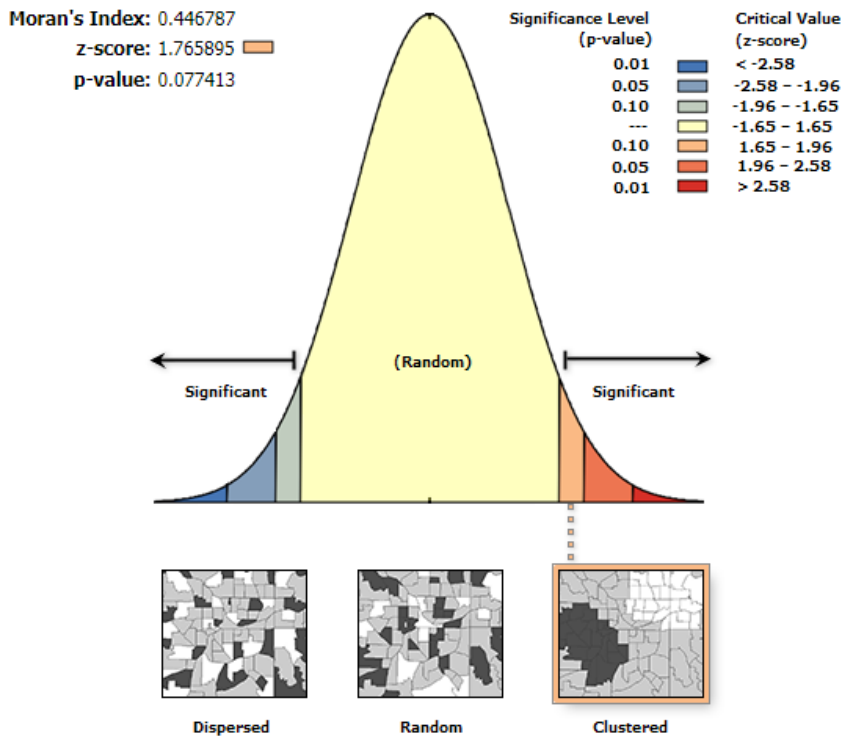
3.2 Análisis exploratorio de variables.

La variable dependiente mostró una correlación espacial, por lo cual tiene características para emplear el método de mínimos cuadrados ordinarios.

Con valores de $P \geq 0.05$ indica que los datos de generación de RSU se distribuyen de manera agrupada espacialmente, por lo que cumple con la hipótesis nula de correlación espacial positiva. Aplicando la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para explorar las variables se presentó normalidad en dos variables las cuales fueron grado promedio de escolaridad y tasa de empleo.

3.3 Variables significativas

Las variables que no demostraron normalidad fueron las que obtuvieron un valor de P inferior al Alpha que es de 0.05, por lo que se procedió la transformación de Ln con las variables con el fin de normalizar la distribución, en donde se consiguió 5 variables que aprobaron el proceso de normalidad (Tabla 2).



Gráfica 1. Comportamiento de la Variable Y aplicando el índice de moran.

Variables normales		Variables transformadas
Variable	Kolmogorov-Smirnov	Kolmogorov-Smirnov
	Valor-P	Valor-P
Y1: Gen RSU	0.010	0.013
X1: Grad. Prom. Esc.	0.119	
X2: Viv. Total.	0.010	0.029
X3: Prom. Ocup. Viv.	0.010	0.010
X4: VPH. Refrig.	0.010	0.081
X5: Pob. Nac. Ent.	0.010	0.093
X6: Pob. Afi. Serv. Med.	0.010	0.150
X7: Comercios	0.010	0.010
X8: Ingr. Trim. Viv.	0.010	0.102
X9: Gas. Trim. Viv.	0.010	0.102
X10: Temperatura	0.010	0.010
X11: Precipitación	0.041	0.043
X12: Grad. Urba.	0.010	0.013
X13: Taza de empleo	0.150	
X14: Densidad de Pob.	0.010	0.010

Tabla 2. Variables que pasaron normalidad.

La variable dependiente se descartaría por lo que se recurrió a la prueba no paramétrica de Spearman con un valor Alpha ≥ 0.05 con el objetivo de no descartar la variable Y (Tabla 3).

Las variables que demostraron más correlación con la variable dependiente fueron X8 (Ingresos), X4 (viviendas con refrigerador) y X12 (grado de urbanización).

Cabe recalcar que las variables X8 y X12 son las más utilizadas en distintos modelos predictivos de RSU [14], la X4 es una variable que no se ha presentado en estudios actualmente.

3.4 Multicolinealidad

Se empleó las variables que tuvieron valores mayores a 0.05 de la correlación de spearman y se introdujeron en el software de Arcgis, corriendo el modelo con el método de mínimos cuadrados ordinarios arrojando el primer reporte (ilustración 1).

Los valores mayores a 7.5 indican multicolinealidad, por lo que se eliminan las variables con valores altos una por una.

En el cuarto corrida del modelo se obtuvieron valores menores al Alpha.

3.5 Valides del modelo.

Se observó las columnas Probability [b] y Robust_Pr [b] en donde los valores de las variables X2, X7 y X14 son menores al valor de corte de 0.05 por lo que nos indica que las variables de "viviendas totales", "comercios" y "densidad de la población" son significativas para el modelo.

Correlaciones

	Y1	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
X1	0.239										
X2	0.964	0.397									
X3	0.084	-0.594	-0.086								
X4	0.994	0.302	0.977	0.028							
X5	0.448	0.003	0.402	0.196	0.435						
X6	0.361	-0.037	0.338	0.156	0.352	0.894					
X7	0.767	-0.132	0.628	0.395	0.737	0.380	0.252				
X8	0.997	0.267	0.974	0.047	0.997	0.441	0.357	0.747			
X9	0.997	0.267	0.974	0.047	0.997	0.441	0.357	0.747	1.000		
X10	-0.038	0.007	0.013	-0.076	-0.037	-0.099	0.007	-0.184	-0.048	-0.048	
X11	0.124	0.242	0.190	-0.174	0.154	-0.093	-0.130	0.040	0.138	0.138	-0.059
X12	1.000	0.239	0.964	0.084	0.994	0.448	0.361	0.767	0.997	0.997	-0.038
X13	0.326	0.111	0.388	-0.114	0.321	0.133	0.183	0.234	0.325	0.325	0.154
X14	0.615	0.312	0.626	-0.037	0.618	0.403	0.360	0.451	0.614	0.614	0.026

Tabla 3. Correlación de Spearman

Cabe recalcar que algunas variables se han citado en artículos, pero no se ha tomado significancia por sus bajos valores de correlación de Pearson a la hora de analizar estadísticamente las variables, una de ellos son las viviendas totales y la de comercios en cambio la variable de densidad de población ha sido utilizado en números estudios dando valores de FIV de 1,55 [15].

Se observo el estadístico de Jarque-Bera en donde el valor tiene que ser mayor que 0.05 para que se cumpla la hipótesis nula, lo cual quiere decir que los residuos se distribuyen de manera normal, si no se cumple la hipótesis sostiene que falta una o más variables claves al modelo de regresión, el software nos indica que si no cuenta con un asterisco al lado del resultado quiere decir que no está sesgado el modelo, así que se cumple la hipótesis (ilustración 3).

La R2 ajustada nos dio un valor de 0.90 lo cual quiere decir que nuestro modelo explica el 90% del problema de la generación de RSU.

Por último, se aplicó el índice de moran para asegurarse que los residuos del modelo no tengan una correlación espacial (grafica 2).

El análisis final que nos arrojó muestra un mapa de la cantidad de residuos en kg/día que se generan en distintas áreas de la cabecera municipal de Berriozábal (Ilustración 4), se puede observar que el rango oscila entre 46.68 kg/día - 2664.35 kg/día (Ilustración 4).

Variable	Coefficient [a]	StdError	t-Statistic	Probability [b]	Robust_SE	Robust_t	Robust_Pr [b]	VIF [c]
Intercept	-0.023459	0.010454	-2.243980	0.031883*	0.011270	-2.081508	0.045471*	-----
X2	0.000074	0.000144	0.510462	0.613230	0.000110	0.670465	0.507371	65.872722
X4	0.000261	0.000693	0.376950	0.708699	0.000327	0.798303	0.430580	608.768282
X7	0.000130	0.000213	0.610637	0.545752	0.000098	1.327828	0.193629	3.304677
X9	-0.000000	0.000000	-0.377993	0.707931	0.000000	-0.613008	0.544203	> 1000.0
X12	283.662404	0.058532	4846.312140	0.000000*	0.042799	6627.814780	0.000000*	557.592030
X14	0.000000	0.000000	0.398532	0.692884	0.000000	0.618885	0.540373	1.321570

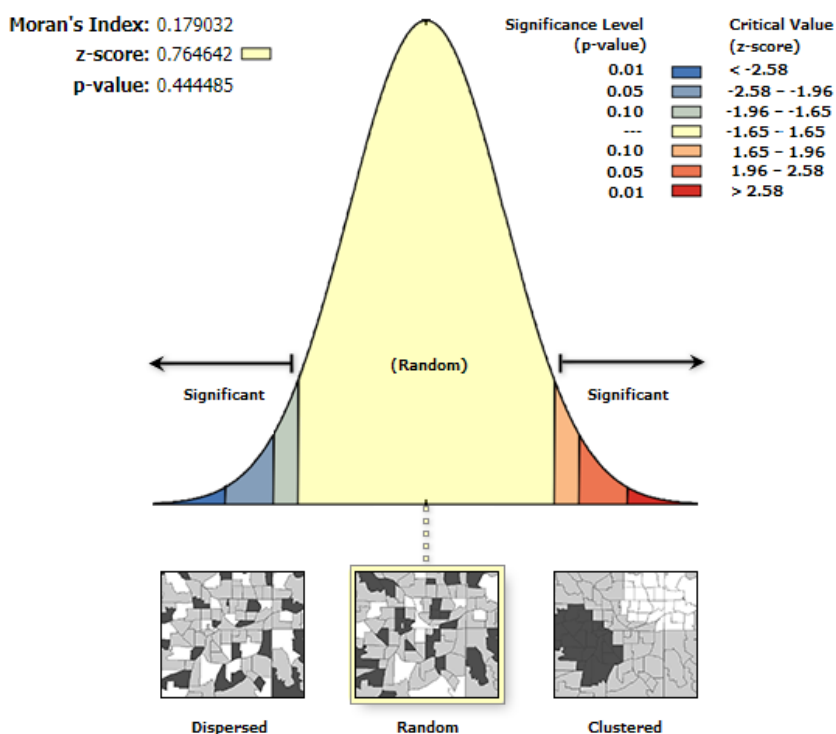
Ilustración 1. Primera corrida del modelo.

Variable	Coefficient [a]	StdError	t-Statistic	Probability [b]	Robust_SE	Robust_t	Robust_Pr [b]	VIF [c]
Intercept	-28.335829	58.508136	-0.484306	0.631185	30.547592	-0.927596	0.359970	-----
X2	1.639457	0.122410	13.393138	0.000000*	0.179063	9.155739	0.000000*	1.351380
X7	2.626375	0.779977	3.367247	0.001857*	1.256986	2.089423	0.044006*	1.260096
X14	0.001239	0.000607	2.042185	0.048725*	0.000415	2.983269	0.005170*	1.100960

Ilustración 2. Cuarta corrida del modelo

Input Features:	Base_de_datos_2	Dependent Variable:	Y1
Number of Observations:	39	Akaike's Information Criterion (AICc) [d]:	549.864161
Multiple R-Squared [d]:	0.906016	Adjusted R-Squared [d]:	0.897960
Joint F-Statistic [e]:	112.467392	Prob(>F), (3,35) degrees of freedom:	0.000000*
Joint Wald Statistic [e]:	962.192413	Prob(>chi-squared), (3) degrees of freedom:	0.000000*
Koenker (BP) Statistic [f]:	26.119564	Prob(>chi-squared), (3) degrees of freedom:	0.000009*
Jarque-Bera Statistic [g]:	0.245824	Prob(>chi-squared), (2) degrees of freedom:	0.884341

Ilustración 3. Diagnóstico de OSL



3.6. Estimación de RSU del modelo de regresión.

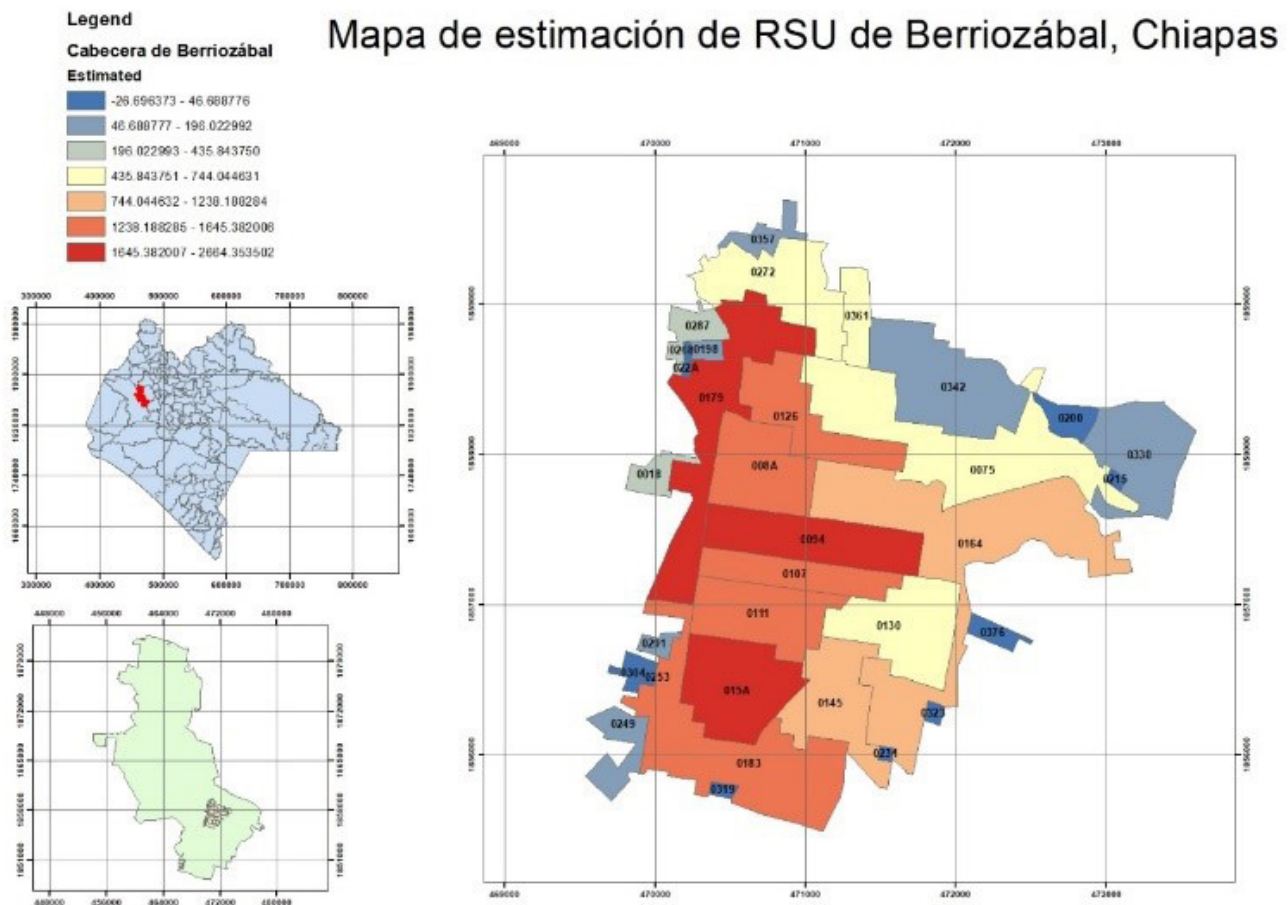


Ilustración 4. Mapa de estimación de RSU en Berriozábal, Chiapas

Conclusiones.

Este modelo fue construido con la finalidad de visualizar la generación de RSU por Agebs utilizando factores demográficos, económicos y sociales.

En el cual el factor demográfico fue uno de los que más se correlaciona con la generación de RSU, dando valores de Spearman de 0.964 (viviendas totales).

Dependiendo del trabajo de estudio se puede arreglar distintas variables, por ejemplo, la variable de temperatura se ha utilizado para cuantificar los subproductos de los residuos, en este caso fue

la variable menos correlacionada a la variable dependiente dando valores de -0.038 por lo que no es indicada utilizarla en modelos que solo se enfoquen en predecir la generación de RSU.

La variable de densidad de la población es una de las más utilizadas a nivel mundial, ya que entre más concentración de la población en ciertas áreas más se suele generar los residuos sólidos urbanos.

Bibliografía

- [1] N. Sung y S. Chungpaibulpatana., «Development of an Appropriate Model for forecasting municipal solid waste generation in Bangkok», *Energy Procedia*, vol. 138, n.o 2017, pp. 907-912, 2017.
- [2] Sáez, A. y Urdaneta, J. "Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe". *Omnia* 20(3) pp. 121-135. Diciembre, 2014
- [3] Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos- LGPGIR. (2003). México: DOF 22-05-2015
- [4] Secretaría de medio ambiente e historia natural "Guía para el manejo adecuado de los RSU y RME" 1º Ed. Tuxtla Gutiérrez, 2019.
- [5] Kolekar, K., Hazra, T. y Chakrabarty, S. (2016). A Review on Prediction of Municipal Solid Waste Generation Models. *Procedia environmental sciences* 35(1), 238-244.
- [6] Bucheli, E. "Uso del Índice de Moran y LISA para explicar el ausentismo electoral rural en ecuador" *Revista geográfica* 1(1), 91-108 Julio, 2019
- [7] Crescencio, C. y Caldelas, R. "Diagnóstico de la gestión de residuos solidos urbanos en el municipio de Mexicali, México: Retos para el logro de una planeación sustentable". *Información tecnológica* 25(3), 59-72. Febrero, 2014
- [8] Díaz, V. "Errores estadísticos frecuentes al comparar dos poblaciones independientes" *Chil Nutr* 36(4) 1136-1138 diciembre, 2019
- [9] Beigl, P., Lebersorger, S. y Salhofer, S. "Modelling municipal solid waste generation: A review". *Sciencie direct* 28(1), 200-214. Diciembre, 2008
- [10] Leiva, M. "Determinación de la competitividad y los factores que afectan las exportaciones de jengibre peruano (2012-2019)" (Trabajo de investigación), Facultad de ciencias empresariales, Universidad San Ignacio de Loyola (USDL), Lima, 2020
- [11] Sánchez, F. y Borja, J. "Distribución de la estadística de Jarque y Bera para la prueba de normalidad en una serie temporal estacionaria con datos faltantes" *Entre ciencia e ingeniería* 2(4), 99-114, Noviembre, 2008
- [12] Caridad, W., Cabrera, A. y Fernández, L. "Criterios para la selección de modelos estadísticos en la investigación científica" *Rev. Cubana de Ciencia Agrícola* 37(1), 3-10, 2003
- [13] Araiza, J., Moreno, C. y Pérez, J. "Cuantificación de residuos sólidos urbanos generados en la cabecera municipal de Berriozábal, Chiapas, México". *Internacional de contaminación ambiental* 33(4), 691-699. DOI 10.20937/RICA.2017.33.04.12 2017 abril, 2017.
- [14] L. Chen y W. Xin-wu. "Factors influencing municipal solid waste generation in China: A multiple statistical analysis study " *Waste manag res onlinfirst* 0(0), 1-8, 2010
- [15] Keser, S., Duzgun, S. y Aksoy, A. "Application of spatial and non-spatial data analysis in determination of the factors that impact municipal solid waste generation rates in Turkey". *Waste management* 32(1), 359-371. Mayo, 2012

ESTUDIANTES TITULADOS



2022

11 MAY

11:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Tesis Profesional

"Aceites lubricantes gastados como combustible
alternativo en la industria calera"

Presenta

Jorge Luis Meneses Montes

Director

Dr. Luis Alberto Ballinas Hernández

Jurado

Presidente

Mtro. Pedro Vera Toledo

Secretario

Dr. Hugo Alejandro Nájera Aguilar

Vocal

Dr. Luis Alberto Ballinas Hernández

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx



Sede Tuxtla

CÁPSULA INFORMATIVA

LUNES 11:00AM DE 2-5 MINUTOS

AMBI ENTA DA TOS

- ACTIVIDADES - DIVULGACIÓN - INVESTIGACIÓN - TEMAS ACTUALES -



INGIENERIA AMBIENTAL UNICHACH, SEDE TUXTLA