



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE INGENIERÍA
P. E. INGENIERÍA AMBIENTAL

INFORME TÉCNICO

CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE VIDRIO PLANO, GENERADOS EN TIENDAS VIDRIERAS DE LA CIUDAD DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTA
EDGAR IVÁN PÉREZ ESCOBAR

DIRECTOR
DR. JUAN ANTONIO VILLANUEVA HERNÁNDEZ



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Febrero de 2020

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por permitirme llegar a esta etapa de mi vida, guiarme a lo largo de mi carrera y por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad; por brindarme la vida llena de experiencias, aprendizajes, pero sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres y abuelos tan queridos, por estar apoyándome en todo momento, por haberme inculcado buenos valores en el transcurso de mi vida y sobre todo por ser muy buenos ejemplos a seguir.

Gracias a mis hermanos por apoyarme en aquellos momentos de necesidad, por ayudar a la unión familiar y por brindarme el amor y felicidad cuando más lo he necesitado.

Agradezco a todos mis amigos por su amistad y brindarme a lo largo de mi carrera el apoyo necesario cuando lo he requerido, sin importar el momento.

Gracias al Doctor Juan Antonio Villanueva Hernández por el apoyo brindado, la confianza, la paciencia y el tiempo dedicado para compartirme de sus conocimientos.

A la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas por darme la oportunidad de realizar mis estudios de licenciatura y a sus catedráticos que me transmitieron sus conocimientos.

Doy gracias a las empresas y a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo, tiempo e información para el logro de éste informe.

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos, que han sido mi fortaleza para la lucha cotidiana en busca de un mejor futuro y realizarme como profesional, entregando mi esfuerzo y sacrificio a ésta importante carrera.

Contenido

GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	7
RESUMEN	9
INTRODUCCIÓN	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
MARCO TEÓRICO	15
Origen del vidrio plano.....	15
Reutilización del vidrio plano.....	16
Viabilidad del reciclaje de vidrio en México	23
JUSTIFICACIÓN	26
OBJETIVOS.....	27
Objetivo general	27
Objetivos específicos	27
METODOLOGÍA.....	28
Generalidades	28
Diseño de la investigación.....	28
Enfoque de la investigación.....	28
Población	29
Muestra	29
Encuesta	30
Instrumentos de recolección de datos.....	30
Técnicas de recolección de datos.....	31
Muestra	32
Muestra estratificada.....	32
Técnicas de procesamiento de datos.....	36
Herramientas para el proceso de datos	36
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	37
Mapas.....	46
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS	53
Anexo 1. Encuesta	53

Anexo 2. Tabulación de datos recabados de todas las tiendas vidrieras	54
Anexo 3. Medición de residuo de vidrio plano de una tienda del estrato 1 a 5:	56
Anexo 4. Medición de residuo de vidrio plano de una tienda del estrato 6 a 10	57
Anexo 5. Medición de residuo de vidrio plano de una tienda del estrato 11 a 30:	58

Contenido de imágenes

Imagen 1. Residuo de vidrio plano, generado en una de las tiendas vidrieras (elaboración propia)	9
Imagen 2. Residuo de vidrio plano de una de las tiendas vidrieras (elaboración propia) ..	13
Imagen 3. Tiradero clandestino de residuo de vidrio plano dentro de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. (elaboración propia)	13
Imagen 4. Ubicación de las tiendas vidrieras en Tuxtla Gutiérrez (Recuperado de: INEGI, 2019)	31
Imagen 5. Programa estadístico utilizado para calcular tamaño de muestra	32
Imagen 7. Aplicación de la encuesta (elaboración propia).....	33
Imagen 6. Medición de residuo con contenedor de lámina en una de las tiendas del estrato 11 a 30 (elaboración propia).....	33
Imagen 8. Medición de largo de una caja de residuo, en una tienda del estrato 1 a 5 (elaboración propia)	34
Imagen 9. Medición de alto de una caja de residuo, en una tienda del estrato 1 a 5 (elaboración propia)	34
Imagen 10. Medición de ancho de una caja de residuo, en una tienda del estrato 6 a 10 (elaboración propia)	34
Imagen 11. Uso del GPS (elaboración propia).....	35
Imagen 12. Captura de coordenada geográfica mediante un GPS (elaboración propia)...	35
Imagen 14. Pesado de residuo en una tienda del estrato 11 a 30 (elaboración propia) ..	35
Imagen 13. Pesado de residuo en una tienda del estrato 1 a 5 (elaboración propia)	35
Imagen 15. Volumen total de residuo de vidrio plano por estrato (elaboración propia)	39
Imagen 16. Peso total de residuo de vidrio plano por estrato (elaboración propia).....	39
Imagen 17. Volumen total de residuo de vidrio plano generado por tiendas vidrieras (elaboración propia)	40
Imagen 18. Peso total de residuo de vidrio plano generado por tiendas vidrieras (elaboración propia)	40
Imagen 19. Volumen promedio de residuo de vidrio plano, generado por cada tienda (elaboración propia)	41
Imagen 20. Peso promedio de residuo de vidrio plano, generado por cada tienda (elaboración propia)	41
Imagen 21. Proyección de generación de residuo de vidrio plano a 1 año (elaboración propia)	42
Imagen 22. Proyección de generación de residuos de vidrio plano a 1 año (elaboración propia)	42
Imagen 23. Meses de acumulación del residuo (elaboración propia)	43

Imagen 24. Acciones que las tiendas hacen con los residuos después de acumularlos (elaboración propia)	44
Imagen 25. Tipo de vidrio más comercial (elaboración propia)	45
Imagen 26. Mapa: Tiendas vidrieras visitadas en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, para el informe (elaboración propia)	46
Imagen 27. Mapa: Comparación de aumento de tiendas vidrieras (años 2010 y 2018)	47

Contenido de tablas

Tabla 1. Resultados para la muestra	32
Tabla 2. Tabulación de datos cuantitativos como resultados (ver anexo 3: tabla completa)	37
Tabla 3. Resultados del análisis de volumen y peso totales de residuo de vidrio plano	37
Tabla 4. Tabulación de resultados de datos cualitativos obtenidos de las encuestas	38

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Cualitativo.** Es aquello que está relacionado con la cualidad o con la calidad de algo, es decir, con el modo de ser o con las propiedades de un objeto, un individuo, una entidad o un estado.
- **Cuantitativo.** Utilización de datos numéricos para realizar de forma sistemática, organizada y estructurada una tarea y/o investigación.
- **DENUE.** Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.
- **Disposición final de residuo.** Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.
- **Feldespatos.** Correspondientes a los silicatos de aluminio, sodio, potasio y calcio o mezclas de sus bases, son los minerales que más abundan en la corteza terrestre. Se dividen en dos grandes grupos: el grupo de la ortosa, o feldespatos potásicos, y el grupo de las plagioclasas, o feldespatos sódicos-cálcicos.
- **Generación.** Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.
- **INEGI.** Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- **LGPGIR.** Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- **Plan de manejo.** Es un instrumento de gestión que permitirá al particular y a la autoridad diseñar y controlar de una manera flexible el manejo integral de los residuos peligrosos, mediante propuestas de manejo eficientes que minimicen la generación de los residuos y prioricen la valorización de los mismos.
- **Puzolana.** Las puzolanas son materiales naturales o artificiales que contienen sílice y/o alúmina. No son cementosas en sí, pero cuando son molidos finamente y mezcladas con cal, la mezcla fraguará y endurecerá a temperaturas normales en presencia de agua, como el cemento. Las puzolanas pueden reemplazar de 15 a 40% del cemento portland sin reducir significativamente la resistencia del cemento.
- **QGIS.** Es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de software libre para plataformas GNU/Linux, Unix, Mac OS, Microsoft Windows y Android.
- **R.P.** Residuos Peligrosos.
- **Reciclaje.** Proceso mediante el cual ciertos materiales de la basura se separan, escogen, clasifican, empaquetan, almacenan y comercializan para reincorporarlos como materia prima al ciclo productivo.

- **Recolección.** Acción de tomar los residuos de sus sitios de almacenamiento, para depositarlos en el equipo destinado o conducirlos a las estaciones de transferencia, instalaciones de tratamiento o sitios de disposición final.
- **Relleno sanitario.** Instalación de ingeniería para la disposición de los residuos sólidos urbanos, diseñada y operada para minimizar los impactos a la salud pública y al ambiente.
- **Residuo.** Son todos los desechos que producimos en nuestras actividades diarias, y de los que nos tenemos que desprender porque han perdido su valor o su utilidad.
- **RME.** Residuo de Manejo Especial.
- **RSU.** Residuo Sólido Urbano.
- **SEMARNAT.** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- **SIG.** Sistema de Información Geográfica.
- **Vidrio plano.** Es un material duro, frágil y transparente que ordinariamente se obtiene por fusión a unos 1.500 °C de arena de sílice (SiO_2), carbonato sódico (Na_2CO_3) y roca caliza (CaCO_3).
- **Vidrio.** Son materiales cerámicos no cristalinos; se denominan como materiales amorfos (desordenados o poco ordenados), inorgánicos, de fusión que se ha enfriado a una condición rígida sin cristalizarse.

RESUMEN

El presente trabajo se centra en una problemática enfocada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, relacionada con los residuos de manejo especial, siendo en este caso el residuo de vidrio plano, el cual es producido por numerosas fuentes generadoras.

El objetivo es calcular la capacidad y cantidad total de residuos de vidrio plano generada por tiendas vidrieras ubicadas dentro de la ciudad.

El trabajo tiene un diseño de campo, tipo transversal de nivel descriptivo, con un enfoque metodológico mixto. Para la recuperación de los datos se utilizó una población muestral de 78 tiendas vidrieras de la ciudad, el cual consistió en visitas a cada una donde se aplicó una encuesta, se midió y peso el residuo de vidrio plano. Se crearon mapas de localización de las tiendas muestreadas mediante programa SIG en este caso QGIS.

Al finalizar la investigación se realizó una tabulación de todos los datos cualitativos y cuantitativos recabados y se comparó con base a mapas el crecimiento de estas tiendas vidrieras respecto al tiempo, en este caso los años 2010 y 2018.

Las conclusiones apuntan por la capacidad y cantidad de residuo de vidrio plano y su manejo inadecuado, que es de manera apremiante la elaboración de un plan de manejo para el tipo de residuo, trayendo como consecuencia un manejo adecuado y disposición final correcta del mismo.



Imagen 1. Residuo de vidrio plano, generado en una de las tiendas vidrieras (elaboración propia)

INTRODUCCIÓN

La producción y el consumo de bienes y servicios generan inevitablemente algún tipo de residuos. Éstos pueden ser sólidos (ya sea de naturaleza orgánica o inorgánica), líquidos (que incluyen a los que se vierten disueltos como parte de las aguas residuales) y los que escapan en forma de gases. Todos ellos, en función de su composición, tasa de generación y manejo pueden tener efectos muy diversos en la población y el ambiente. En algunos casos, sus efectos pueden ser graves, sobre todo cuando involucran compuestos tóxicos que se manejan de manera inadecuada o se vierten de manera accidental (SEMARNAT, 2013).

Los residuos se definen formalmente como los materiales o productos que se desechan ya sea en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, que se contienen en recipientes o depósitos, y que necesitan estar sujetos a tratamiento o disposición final con base en lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR; DOF, 2003). Se clasifican de acuerdo a sus características y orígenes en tres grupos: residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP).

Clasificación

- **Residuos sólidos urbanos:** 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, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.
- **Residuos de manejo especial:** Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.
- **Residuos peligrosos:** Son aquellos que posean algunas de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieren peligrosidad; así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

La generación de desechos en México es un problema que conduce a la realización de diversos estudios correspondientes al aprovechamiento de los residuos. Uno de los residuos de manejo especial que se generan como desecho y poco aprovechable en México es el vidrio (SEMARNAT, 2013), éste residuo se puede reciclar para la fabricación de nuevas vajillas, envases aunque la complejidad para transportar dicho desecho desde el sitio donde se genera hacia las empresas recicladoras sugiere la posibilidad de buscar alternativas para este material.

Los vidrios son materiales que se pueden presentar en numerosas formas (envases o recipientes, vidrios de ventana), teniendo en todos los casos una vida limitada y necesitando ser reutilizados y/o reciclados. El vidrio es considerado como un material altamente reutilizable, en donde la gran mayoría del material vítreo reciclable se destina a las fábricas de producción de vidrio. Sin embargo, hay un porcentaje de residuos vítreos (entre 10-30%) que no pueden reciclarse en este proceso y se deben buscar nuevas alternativas de reutilización. Una de ellas es el empleo en los materiales de construcción (Torres & Puertas, 2015).

La Norma Oficial Mexicana **NOM-161-SEMARNAT-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. Dentro de su listado de residuos de manejo especial incluye el residuo de **vidrio**, que a su vez requiere de un **plan de manejo**.

La importancia del tema de la generación y manejo de los residuos no involucra sólo los efectos ambientales y de salud pública derivados de su generación y manejo. También está implícito, desde otro ángulo, el uso de los recursos naturales. La gestión integral de los residuos, además de procurar reducir su generación y conseguir su adecuada disposición final, también puede dar como resultado colateral la reducción, tanto de la extracción de recursos (evitando su agotamiento), como de energía y agua que se utilizan para producirlos, así como la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero. Todo ello se acompaña de importantes beneficios económicos, sociales y ambientales (SEMARNAT, 2013).

En el estado de Chiapas, específicamente en la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, se presenta una problemática relacionada con el mal manejo del residuo de vidrio plano industrial, que por sus características se determina como RME. Como consecuencia se está generando una contaminación ambiental debido a que el

residuo se está depositando en terrenos baldíos a cielo abierto y desechando como RSU.

El residuo es generado mediante tiendas vidrieras que comercializan el vidrio plano y que se encuentran ubicadas dentro de la Ciudad. El objetivo principal de este trabajo es conocer realmente cual es la capacidad y cantidad total de residuos generados en las tiendas vidrieras durante determinado tiempo. La investigación tiene un diseño de campo, tipo transversal de nivel descriptivo, con un enfoque metodológico mixto.

Con la aplicación de los enfoques metodológicos se obtuvo información puntual del residuo y se logró definir por las cantidades de residuos encontradas, la disposición de un plan de manejo para dichos residuos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La generación de residuos de manejo especial (vidrio) en México, siempre ha causado un impacto negativo en el ambiente y en la salud de las personas. El problema de los residuos no radica solo en su generación, sino principalmente en la disposición final de los mismos ya que la cantidad y diversidad de residuos generados varía con el tiempo.

En la prehistoria, los residuos que se generaban eran básicamente orgánicos, razón por la cual el medio ambiente tenía la capacidad de absorberlos y así mismo de eliminarlos. Llegada la revolución industrial, se produce una transformación económica, social, tecnológica y una auténtica explosión demográfica que modifica considerablemente los hábitos de consumo de los seres humanos causando esto un cambio en la composición de los residuos y así mismo en la gestión de éstos (Dulanto, 2013).

Las causas que provocan la contaminación de un sitio son muy diversas. Algunas de las más comunes son la disposición inadecuada de RME en terrenos baldíos, bodegas, almacenes y patios de las industrias; donde se desarrollan actividades productivas, o bien, de rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto (SEMARNAT, 2013).



Imagen 3. Tiradero clandestino de residuo de vidrio plano dentro de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. (elaboración propia)



Imagen 2. Residuo de vidrio plano de una de las tiendas vidrieras (elaboración propia)

Actualmente la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, no cuenta con una cifra exacta en capacidad y cantidad de residuos de vidrio plano que se generan en un determinado tiempo en las tiendas vidrieras, y cuánto de estos llegan directa e indirectamente al relleno sanitario de la propia ciudad como disposición final.

Es por ello que se realizó el trabajo de ubicación, visita, y posterior cuantificación de residuos de vidrio plano de las tiendas vidrieras de la ciudad, para posteriormente generar datos estadísticos que demuestren las mediciones.

MARCO TEÓRICO

Se presentan a continuación los resultados de una revisión de investigaciones relacionadas directamente con el objeto de estudio siendo el vidrio plano industrial, con objeto de asentar el estado del conocimiento del mismo.

Origen del vidrio plano

El nacimiento del vidrio plano industrial se da gracias a la arquitectura aplicada en la rama de la construcción tal como lo menciona en su investigación Rubio (2015):

Según Heidegger, la esencia de la arquitectura, de la construcción, descansa en un no espacio: en la materia con que se construyen las fronteras que otorgan espacios, irradiando sobre ellos aquello que los caracteriza. Si hay alguna materia, de las utilizadas por la arquitectura a lo largo de su historia para construir fronteras, que haya mantenido una especial relación con la luz y la visión, dando un carácter inconfundible a los espacios aviados por ellas, esta es el vidrio; algunas de las etimologías de su nombre: zakû (ser claro), hyalos (diáfano) o vitrum (ver), así lo evidencian. Posiblemente, sea la pregnancia de este modo fascinante de relacionarse con la luz, la que ha hecho del vidrio, a lo largo del tiempo que lleva siendo usado en arquitectura, y aún antes, el material que ha provocado en el imaginario humano la ilusión de ser aquel en que, en último término, podrían llegar a sublimarse todos los demás, dando lugar con ello a lo que en la tesis hemos denominado el sueño de la arquitectura de cristal. Siendo la luz, siempre, energía, consideraremos en la tesis luz-energía, a aquella que ilumina y calienta; es una luz científica y medible. Cuando la luz se “hace visible”, desvelando un mensaje “contenido” en el vidrio, hablaremos de luz-información. Esta luz, no puede medirse científicamente. La luz-energía y la luz-información, se manifiestan al conjuro de la arquitectura de vidrio. Es la segunda la que ha conformado las fronteras de vidrio enmascarado, y la que se estudia con más detenimiento en la tesis. Los distintos modos de usar en arquitectura la infinita combinatoria de las propiedades de absorción, reflectancia, transmitancia y translucencia del vidrio, ha condicionado al hombre en su manera de “ver” el mundo. Unas veces, “inmerso” en él, puesto que solo lo separa del mismo, una frontera transparente, y “deseadamente” invisible: ese modo de usar el vidrio, ha sido el sueño imposible de una parte importante de la arquitectura del siglo XX. Otras veces, para “aislarse” de él, el hombre ha manipulado la luz y el vidrio para construir mundos diferentes. Las fronteras de vidrio enmascarado de color, mosaicos, vidrieras, pantallas y lo que hemos llamado vidrios complejos (con un cometido similar al que Schiller atribuía al coro en la tragedia griega, aislar a esta

del “mundo real”, para mantener su libertad poética), son las fronteras que han construido el sueño posible de la arquitectura de cristal. Ambas actitudes, en distintos momentos de la historia de la arquitectura, han sido dos formas de querer materializar un mismo sueño. La capacidad del vidrio para adaptarse a tantos modos de presentarse ante nosotros, y a poder ser interpretado de tantas formas diferentes, es la que ha servido para dar título a la tesis, pues hasta en su faceta más transparente, el vidrio, de una forma o de otra, se ha mostrado siempre como un material enmascarado en el más amplio sentido de la palabra: se enmascara, incluso cuando apela a la transparencia o se convierte en espejo, para hacernos caer en la ilusión de que no está presente. Cuando el hombre construyó fronteras de vidrio e incluso antes, cuando soñó que con él podría llegar a construir las, condensó en ellas toda la mítica, la mística y la epistemología en torno a la luz y la visión, dando lugar a una serie de arquetipos arquitectónicos.

Reutilización del vidrio plano

El residuo de vidrio plano tiene diferentes reutilizaciones como se mencionan en las investigaciones siguientes:

Bueno y Pérez (2018) mencionan en su investigación:

Hoy en día los residuos se comercializan promoviendo la exportación, aprovechando las oportunidades de negocio que se encuentran en otros países que se interesan por así decirlo en los desechos de otros, demostrando el potencial que hay en la recolección de estos mismos y aumentando el ingreso de divisas para el país. El informe que se presenta esta con base a lo anteriormente escrito, mostrando las investigaciones realizadas en los residuos que hoy en día la Asociación no está recolectando, nos centramos en el anterior trabajo que nos informa, corroborando de este que no hay recolección de los residuos tales como; tetra pack, Icopor y Vidrio, con un plan de comercialización dirigido a estos tres productos se pudo evidenciar la falta de información entorno a la oportunidad de negocio, se determinó realizar un modelo de capacitación y formación para la Asociación en el fortalecimiento del plan de exportación de la fase 1. Para dicho plan se tuvo en cuenta las alianzas estratégicas y las oportunidades de negocio que se podrían dar al recolectar estos residuos identificados, se logró comprobar con otras entidades privadas la potencialidad que hay frente a la recolección y transformación de los residuos tetra pack, icopor y vidrio y su comercialización.

También se logró determinar la falta de concientización que había por parte de los administradores, los recolectores de la asociación y los residentes de las zonas cercanas en la debida recolección de estos residuos identificados.

El uso del vidrio plano es fundamental para las obras de construcción así como su estudio, tal como lo menciona en su investigación Almudena (2015):

La destacada ausencia de estudios referentes al vidrio y su aplicación como cierre de vanos en la arquitectura romana de la Bética, fue la principal motivación para proceder al estudio de un relevante conjunto de fragmentos de vidrio plano que se documentaron en el transcurso de las excavaciones de la conocida como villa de Ronda del Marrubial (Córdoba, España). Con este ejemplo culmina un trabajo que pretende ser, además, una revisión de las investigaciones existentes sobre el vidrio romano de ventana, sus técnicas de elaboración y funcionalidad en aquellos espacios a los que se haya asociado.

Marco, García, Más, Alcaraz, & Luizaga (2012):

Evalúa la resistencia de morteros realizados con mezclas de diferentes composiciones, donde una parte del conglomerante tradicional es sustituido por el polvo de vidrio para analizar de una forma sencilla las características mecánicas de las muestras reactivas obtenidas de esta forma. Los ensayos se han realizado con morteros. Para facilitar las reacciones se añaden a las mezclas objeto del análisis diferentes reactivos: se mezcla el polvo de vidrio con reactivos básicos, lo que permite la obtención de condiciones de pH superiores a 12, en las que el vidrio sodo-cálcico es muy reactivo.

Analizadas las diferentes probetas de morteros, se observa que el polvo de vidrio, así como su granulometría, juega un importante papel en el aumento de las resistencias mecánicas a compresión de las mezclas.

Delvasto, Guzmán, Torres, Cedeño, & Guarín (2015) en su artículo presenta:

Los resultados de una investigación sobre el uso del polvo de vidrio como remplazo del feldespato en la fabricación de gres porcelánico. Se prepararon mezclas en donde el polvo de vidrio sustituyó al feldespato en dos volúmenes distintos (25% y 50%). Especímenes de las pastas obtenidas fueron moldeados, secados y cocidos. Las propiedades físicas (densidad aparente, porosidad, absorción, entre otras) y mecánicas (resistencia a flexión) de los especímenes cocidos estándar (V0) se compararon con las de especímenes cocidos en donde el material fundente fue sustituido en la formulación por polvo de vidrio en porcentajes de 25% y 50% (V25 y V50). Se encontró que la adición de polvo de vidrio en las formulaciones ocasionaba disminución en la resistencia a la flexión e incremento en los valores de absorción de agua. Sin embargo, la acción fundente

del polvo de vidrio disminuyó la temperatura de sinterización respecto a la mezcla estándar en 150 °C para remplazos de 50% y 25%, respectivamente. Mediante MEB se evidenció en la microestructura de las piezas cocidas (V0, V25 y V50) la presencia de cristales de mullita primaria, adyacentes a cristales de mullita secundaria (agujas elongadas).

Cáceres (2018) menciona el uso de residuo de vidrio con cementos ecológicos:

La investigación tiene por objetivo determinar la relación que existe de la producción de concretos ecológicos y el desarrollo sostenible aplicado a canteras “Cutimbo y Viluyo” teniendo la necesidad de resolver los problemas de extracción, desgaste potencial y políticas ambientales positivas.

El objetivo es determinar la relación que existe de la producción de concreto ecológicos (Concreto con adición de pavimento reciclado, Concreto con adición de vidrio molido) y el desarrollo sostenible aplicado a canteras, el cual depende de la realización de concreto ecológicos y un estudio de potencialidad de canteras, para su conservación, en la ciudad de Puno. Para la ejecución de la investigación fue necesario la utilización de equipos Topográficos, Equipos de laboratorio, Datos Estadísticos, etc. Los cuales permitieron desarrollar la investigación.

Se utilizó métodos de control de volumen de extracción de recursos naturales, como son fichas de control, se tomaron datos de los meses de octubre 2017 a febrero 2018 y luego se determinó el volumen anual explotado y destinado a la ciudad de Puno.

Se utilizaron metodologías de producción de concreto ecológico, como son la Guía Española de Áridos Reciclados, el cual contempla el proceso de planificación, selección y producción con materiales reciclados. Se obtuvieron resultados que indican que, los concretos ecológicos poseen propiedades físicas y mecánicas similares a la de un concreto convencional, se realizó patrones de prueba con los materiales no convencionales (agregado grueso reciclado y vidrio reciclado molido) de 10%, 20% y 30 % en reemplazo parcial de su peso total, teniendo como resistencia requerida $f'c=175$ kg/cm². Se concluye que el patrón de reemplazo de 30% de agregado reciclado (Pavimento) es favorable, mientras que solo el 10% de vidrio reciclado es favorable en el reemplazo, las propiedades físicas-mecánicas son similares y factor económico es favorable. Y se logra la preservación de las canteras en un 4.14% Cantera Cutimbo y 2.26% Cantera Viluyo.

Guzmán, Jiménez & Hugo (2018) menciona:

El presente estudio se ha realizado con la finalidad de poder elaborar un nuevo elemento fabricado de concreto pero que a su vez proponga la utilización del vidrio reciclado que se encuentra como desecho inorgánico en muchos espacios al aire libre y contaminando el ambiente. Se desarrollaron diferentes pruebas a partir de la reutilización del vidrio basándose en normas de construcción a nivel nacional. En consecuencia, se buscó la manera idónea de combinar el vidrio reciclado con materiales convencionales, que a su vez otorguen las características buscadas mediante este estudio. Los resultados finalmente encontrados habilitaron una nueva manera de usar el material reciclable, no formando parte de la mezcla de concreto, sino más bien, siendo aquel el encargado de transmitir luz, sombras y formas a través de una mampostería decorativa para ambientes internos. Constituyendo ser parte del nuevo elemento en un 10% al 45% si así se lo requiere en el diseño. Y otorgando características favorables para el medio ambiente y además el ser asequible al mantener un bajo costo. Ecológicamente el vidrio siendo un material reutilizable deberá proporcionar un sin número de veces su uso disminuyendo en parte la contaminación ambiental.

Una más de las investigaciones donde se menciona el reciclaje de vidrio plano es la que realiza Pérez, Ordoñez, & Plaza (2016) donde dice:

En los países en vías de desarrollo como Colombia, la demanda de viviendas viene en aumento dado al proceso de desplazamiento de personas del campo a las ciudades. Lo anterior ha traído consigo un incremento en la producción de materiales de construcción y un consecuente detrimento de las cuencas en donde se hace la extracción de los recursos primarios para producir dichos materiales.

Como potencial solución a este problema, se plantea actualmente el reciclaje de algunos residuos sólidos urbanos en los materiales de construcción siempre y cuando garanticen el comportamiento mecánico y durabilidad. En este proyecto, se evaluó el uso del vidrio reciclado como agregado fino en morteros de pega para uso en viviendas de mampostería estructural.

Los resultados indican que los morteros de pega elaborados con vidrio reciclado presentan un desempeño similar a los morteros elaborados con arena de río. De hecho, las propiedades mecánicas del mortero con vidrio reciclado fueron superiores al mortero con agregados finos naturales cuando se adicionó humo de sílice. Por lo anterior, este trabajo pionero muestra el potencial de uso del vidrio

reciclado como agregado fino en morteros de pega y deja abierta la investigación hacia la evaluación de su durabilidad hacia futuros trabajos.

Sánchez & Oviedo (2014) en su investigación realizada presenta:

El mortero es una mezcla de un material conglomerante, cargas minerales inertes, naturales o artificiales, agua y aditivos (Crespo, 2010). La obtención de los principales componentes naturales que presentan los morteros y concretos es altamente perjudicial a los medios donde se realice, ya que se requieren arenas provenientes de canteras, las cuales en su extracción producen pérdida de la biodiversidad, modificación del paisaje, entre otros problemas socio-ambientales. El proyecto propuesto pretende analizar el comportamiento físico y mecánico que presente un mortero al reemplazar el agregado (arena) por vidrio molido reciclado. Como resultados, se reporta lo obtenido en la caracterización de la arena y del vidrio: Análisis granulométrico; contenido de humedad; densidad y absorción (NTC 237, 1995); masa unitaria y vacíos entre partículas (NTC 92, 1995); impurezas orgánicas; composición química de arena y vidrio reciclado; reactividad álcali-sílice. Después de culminar los mencionados análisis físicoquímicos, se llevará a cabo la elaboración de los morteros, reemplazando la arena por diferentes proporciones de vidrio molido reciclado y, se fallará adherencia en una máquina de ensayos acorde con la NTC 3849; finalmente, se procesarán estadísticamente los datos obtenidos para inferir cuál es la proporción adecuada de reemplazo y se comparará el producto obtenido con los morteros comerciales.

Otro tipo de reutilización de residuo de vidrio es el que señala en su trabajo:

Poveda , Granja, Hidalgo, & Ávila (2015) actualmente se han desarrollado diferentes estudios para lograr un aprovechamiento de agregados no convencionales en la preparación de mezclas de concreto debido a que la producción masiva de concreto ha generado un sobreconsumo de agregados naturales (grava y arena). Estudios previos han analizado el efecto en mezclas de concreto de agregados como: fibras de polipropileno, viruta de acero, escoria de fundición, bagazo de caña, estopa de coco y escombros; aprovechando materiales que anteriormente eran desechados y a su vez mejorando las propiedades del concreto.

El presente proyecto estudia la influencia del uso de vidrio molido como agregado sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A. Se utiliza las normas EN 1338 e INEN 1488 para caracterizar a los adoquines fabricados. El vidrio es empleado en reemplazo parcial de los agregados tradicionales del hormigón, para conferir propiedades superiores de resistencia al

desgaste, empleando diferentes granulometrías y dosificaciones. La principal motivación de este proyecto es brindar una alternativa diferente para el reciclaje de vidrio de fácil aplicación e implementación en las pequeñas y medianas industrias de producción artesanal de adoquines.

El residuo de vidrio se puede implementar también como se menciona en la siguiente investigación:

Rodríguez & Ruíz (2016) la producción de desechos en las grandes ciudades es un problema que ha conducido a la realización de una serie de estudios tendientes al aprovechamiento de los residuos. Entre los residuos urbanos más comunes se encuentra el vidrio. Este material puede reciclarse para la fabricación de nuevos envases y vajilla aunque la dificultad para transportar el vidrio de desecho desde el sitio donde se genera hacia las cristalerías que lo reciclan sugiere la posibilidad de buscar disposiciones alternativas para este material. Una de estas alternativas es integrarlo a algún proceso productivo como la fabricación de hormigón en reemplazo parcial del cemento de la mezcla.

En el presente trabajo se analizó cómo afecta la incorporación de vidrio de desecho finamente molido la resistencia del hormigón y la reacción álcali-sílice de la mezcla. Siguiendo los estudios disponibles en la literatura se llevaron a cabo mezclas con distintos porcentajes de reemplazo de cemento. Los primeros resultados de este estudio, que aún se encuentra en ejecución, indican que el vidrio molido, en el tamaño utilizado, se comporta como una puzolana.

Aunque el reemplazo de parte del cemento en la mezcla reduce su resistencia en edades tempranas, en comparación con mezclas sin vidrio, su resistencia es mayor a las esperadas para mezclas con igual contenido de cemento. Se encontró además que el vidrio inhibe significativamente la reacción álcali sílice, aun cuando se utilizan áridos reactivos y que la reducción de resistencia referida anteriormente no es significativa para edades avanzadas.

Espinoza (2017) Siendo la producción de cemento responsable de aproximadamente el 9% de la producción industrial de gases de invernadero, y en pro de generar materiales cementantes alternativos, en este proyecto se presenta los resultados de una investigación encaminada a desarrollar cementantes que potencialmente representen una alternativa ambientalmente sostenible en la construcción civil. Combinaciones de distintas dosificaciones de polvo de vidrio (GP por sus siglas en inglés, terminología tomada de la publicación "Performance of Glass-Powder concrete in Field Sites" de la 13ª conferencia del ACI) fueron

utilizadas para evaluar y estudiar la resistencia a la compresión y tensión, además de tiempo de fragua y consistencia normal en morteros.

Los resultados obtenidos muestran que las resistencias de las mezclas compuestas de cemento y GP son adecuadas para una cantidad importante de aplicaciones en construcción civil, y aunque en varios casos las muestras con GP no presentan las mismas propiedades mecánicas que sus homólogos (los resultados de algunos especímenes están por debajo que su control sin GP), los resultados obtenidos mostraron un gran potencial para determinadas aplicaciones industriales.

Adicionalmente a la resistencia a la compresión y tensión, a dichas mezclas se les determinaron sus propiedades reológicas definiendo sus características de flujo y trabajabilidad.

La producción de desechos en las grandes ciudades es un problema que ha conducido a la realización de estudios para el aprovechamiento de los residuos. Entre los residuos urbanos más comunes se encuentra el vidrio. Este material puede reciclarse para la fabricación de nuevos envases y vajilla aunque la dificultad para transportar el vidrio de desecho desde el sitio donde se genera hacia las cristalerías que lo reciclan sugiere la posibilidad de buscar disposiciones alternativas para este material. Una de estas alternativas es integrarlo a algún proceso productivo como la fabricación de hormigón en reemplazo parcial del cemento de la mezcla.

El uso del polvo de vidrio se implementa también en la fabricación del hormigón, Ruíz, M. & Rodríguez, M. (2016) realizan una investigación para ver la resistencia que éste tiene al introducirle polvo de vidrio como a continuación se presenta:

En el presente trabajo, elaborado a partir de una investigación desarrollada en la Universidad Nacional de Córdoba (Córdoba, Argentina) utilizando materiales y tecnología local, se analizó cómo afecta la incorporación de vidrio de desecho finamente molido la resistencia del hormigón y la reacción álcali-sílice de la mezcla. Siguiendo los estudios disponibles en la literatura se llevaron a cabo mezclas con distintos porcentajes de reemplazo de cemento. Los resultados de este estudio indican que el vidrio molido, en el tamaño utilizado, se comporta como una puzolana. Aunque el reemplazo de parte del cemento en la mezcla reduce su resistencia en edades tempranas, en comparación con mezclas sin vidrio, su resistencia es mayor a las esperadas para mezclas con igual contenido de cemento.

Viabilidad del reciclaje de vidrio en México

En las investigaciones y estudios que se han llevado a cabo en el país de México en relación al reciclaje de vidrio plano se encontró información adicional como la que menciona:

Gómez (2016) en este trabajo se caracteriza por la situación de reciclaje de vidrio en México y como la empresa SERPRO tiene la oportunidad de llegar al mercado mexicano, basándose en la experiencia que posee en este sector para que exista un incremento internacional de la empresa mayor a la actual, ya que toda compañía debe pensar en un mercado globalizado.

En primera instancia se trabajaron 4 objetivos importantes que permitan dar una respuesta tentativa de la prefactibilidad del montaje de una planta de reciclaje de vidrio de la empresa SERPRO en México. Con respecto al sector se realizó una trazabilidad del mismo en México con el diagnóstico de la situación actual de reciclaje de vidrio en este país, junto con la elaboración de un estudio de mercado que permita evaluar variables de oferta y demanda para tener cifras claras del sector y que volumen se mueve dentro de este.

Adicionalmente se complementa un estudio técnico en donde se especifica cada una de las necesidades para el trabajo de producción y verificar las variables que se manejan en el proceso, a partir de lo mencionado anteriormente se realizó un estudio financiero que contempla las operaciones de la planta que genera valor agregado.

Como todos los objetivos fueron trabajados y cada uno se complementa uno con otro. Se estableció que según la recomendación la mejor opción para SERPRO es de invertir en el mercado mexicano que permita expandir los horizontes de la empresa.

El vidrio también se puede reutilizar en combinación con arcilla, tal como lo menciona González & Ponce (2012):

En el presente trabajo se fabricaron y analizaron ladrillos para construcción usando vidrio reciclado en su composición, variando su porcentaje de 0 a 15 % en peso, se utilizaron materias primas del Municipio de Vicente Guerrero, Durango, México, las cuales fueron mezcladas, homogenizadas y amasadas con agua, los ladrillos obtenidos fueron cocidos en hornos tradicionales. Los ladrillos se analizaron por las técnicas de difracción de rayos X y microscopía óptica, también se calculó el porcentaje de contracción lineal y se midieron las propiedades de

resistencia mecánica y absorción de agua. De acuerdo con los resultados obtenidos, la introducción de vidrio de 5 a 10 % aumentó la porosidad del producto con respecto a la mezcla con 0 % de vidrio, lo que propició una baja resistencia mecánica y alto porcentaje de absorción de agua. Por otra parte, la composición con 15 % de vidrio presentó una microestructura más compacta, una resistencia a la compresión más alta y un porcentaje de absorción de agua más bajo con respecto a las mezclas con 5 y 10 % de vidrio. De acuerdo con la norma mexicana **NMX-C-404-ONNCCE-2005**, los ladrillos con 15 % de vidrio tienen uso potencial como materiales para construcción.

Otra de las investigaciones relacionadas con el objeto de estudio que presenta este informe, tiene que ver con el manejo de residuos dependiente de variables como la inadecuada gestión y manejo de los residuos sólidos municipales, lo que en algunas regiones viene siendo una problemática, tal como lo menciona en su estudio:

Gómez (2016) la desmesurada producción e inadecuada gestión de los Residuos Sólidos Municipales (RSM) se ha vuelto una problemática a nivel mundial. Provocando contaminación y degradación del ambiente, tanto terrestre como marino, y problemas de salud. Son múltiples los factores que determinan la generación y el volumen excesivo de los RSM. De ahí la importancia de una gestión integral de los RSM, enfocando las acciones en la reducción y en patrones de consumo responsable.

No obstante, existen diferencias en el manejo de los RSM entre las naciones. Los países más industrializados, por ejemplo, consumen más recursos y energía pero también tienen tasas más elevadas de reciclaje y un mayor control en la disposición final de los RSM, mientras que las economías emergentes consumen menos recursos pero reciclan solo una pequeña parte (o a veces nada) de los RSM y por lo general, la disposición final no es la adecuada.

A través de un análisis descriptivo, el lector conocerá la gestión pública de los RSM en Belice, Canadá y México. Se presenta la clasificación y los principales flujos de producción de los RSM, así como los costos de manejo. Mediante un ejercicio comparativo entre los tres países, resulta que México genera más RSM al año, sin embargo cada canadiense produce más RSM al día. Canadá lleva un adecuado manejo de los RSM debido a un marco normativo pertinente y acuerdos con las empresas para el reciclado de los RSM.

En general, se recalca con énfasis que reducir y promover hábitos de consumo responsable son acciones sumamente importantes para evitar

cantidades exorbitantes de RSM. Ya que una gestión integral de los RSM evita un despilfarro de recursos energéticos y económicos, sobretodo de los materiales 100% reciclables, como es el caso de los plásticos.

El vidrio tiene la inmensa ventaja de que se puede reutilizar o reciclar infinitas veces, los residuos que no se reciclan adecuadamente acaban en vertederos, incineradoras o abandonados en nuestro entorno, contaminando y desperdiciando valiosos recursos materiales. Es por ello que la reutilización del residuo vítreo es importante tanto para la salud de cada persona como el medio ambiente. Por ello la importancia de conocer las cantidades de vidrio plano que se genera en la ciudad y si existe la factibilidad de reutilización como se mencionó en investigaciones anteriores.

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a la SEMARNAT en 2013, se recolectó en la Ciudad de México 181,443 toneladas de vidrio para reciclaje, de las cuales 107,466 fueron envases y 73,972 vidrio plano.

La generación de residuos de manejo especial (vidrio) en México, siempre ha causado un impacto negativo en el ambiente y en la salud de las personas. El problema de los residuos no radica solo en su generación, sino principalmente en la disposición final de los mismos ya que la cantidad y diversidad de residuos generados varía con el tiempo.

Actualmente la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, no cuenta con una cifra exacta de cuánto residuo de vidrio plano se recolecta de las fuentes generadoras, y cuánto de ello llega como disposición final al relleno sanitario de la ciudad.

Por ello se realizó la ubicación, selección y posterior visita a las tiendas vidrieras para la cuantificación total de residuo. El aporte respecto al planteamiento del problema de este informe es conocer las cantidades de residuo de vidrio plano que se genera en las tiendas vidrieras ubicadas en la ciudad y de esta forma poder definir la disposición de un plan de manejo para dichos residuos.

OBJETIVOS

Objetivo general

Cuantificar el volumen y peso total de los residuos de vidrio plano generados en 78 tiendas vidrieras ubicadas en la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Objetivos específicos

- Seleccionar los puntos de muestreo mediante el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para su posterior visita.
- Obtener datos cualitativos y cuantitativos de residuos totales de cada una de las tiendas mediante encuestas y contenedores graduados en volumen y peso.
- Crear mapas de puntos de muestreo (tiendas) mediante Quantum GIS (Sistema de Información Geográfica) y comparar con base a datos de INEGI el crecimiento de las tiendas vidrieras respecto al tiempo, en éste caso los años 2010 y 2018.

METODOLOGÍA

Generalidades

Toda investigación se fundamenta en un marco metodológico, el cual define el uso de métodos, técnicas, instrumentos, estrategias y procedimientos a utilizar en el estudio que se desarrolla. Al respecto, Balestrini (2006) define “el marco metodológico como la instancia referida a los métodos, las diversas reglas, registros, técnicas y protocolos con los cuales una teoría y su método calculan las magnitudes de lo real” (p.126).

Se presenta a continuación la metodología que se empleará para llegar a los resultados.

Diseño de la investigación

El presente estudio tiene un diseño de campo, tipo transversal de nivel descriptivo, debido a que es el que más se adapta al estudio.

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter **de investigación no experimental**. Según Ramírez (2010), la investigación de campo puede ser extensiva, cuando se realiza en muestras y en poblaciones enteras (censos); e intensiva cuando se concentra en casos particulares, sin la posibilidad de generalizar los resultados.

En cuanto a nivel descriptivo Ander (1995) define “Estos estudios describen la frecuencia y las características más importantes de un problema. Para hacer estudios descriptivos hay que tener en cuenta dos elementos fundamentales: muestra, e instrumento” (p.35).

Enfoque de la investigación

El presente trabajo fue diseñado bajo el planteamiento metodológico del enfoque mixto, que implica un conjunto de procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en el mismo estudio para responder al planteamiento del problema.

Creswell (2013a) comenta que los métodos mixtos logran obtener una mayor variedad de perspectivas del fenómeno: frecuencia, amplitud y magnitud

(cuantitativa), así como profundidad y complejidad (cualitativa); generalización (cuantitativa) y comprensión (cualitativa).

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecida previamente, y confía en “la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

La investigación cualitativa no se promueve mediante “ocurrencias” ni proponiendo “opiniones”, sino mediante un plan en el procedimiento y cumplimiento de las garantías en las que se fundamenta la consecución de los objetivos. Conlleva el compromiso con determinados valores: fomentar el pensamiento crítico y profesar la búsqueda constante de la verdad. (Sanchez, 2015).

Población

Llamaremos población a un conjunto homogéneo de elementos en el que se estudia una característica dada (Dicovski, 2008).

Para la realización de este informe se utilizó como población 98 tiendas de vidrio plano ubicadas en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, las cuales se ubicaron mediante el DENU E INEGI.

Muestra

Se denomina muestra estratificada a aquella en que los elementos de la población se dividen en clases o estratos. La muestra se toma asignando un número o cuota de miembros a cada estrato y escogiendo los elementos por muestreo aleatorio simple dentro del estrato. (Dicovski, 2008).

La muestra es estratificada: Las tiendas vidrieras de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, se dividieron en 3 estratos o grupos dependiendo el número de empleados según el DENU E INEGI (2019):

Descripción de estrato definido por personal ocupado:

- Estrato n° 1 = 1 a 5 personas
- Estrato n° 2 = 6 a 10 personas
- Estrato n° 3 = 11 a 30 personas

Encuesta

Se puede definir la encuesta, siguiendo a García (1993), como una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características.

Las preguntas cerradas son aquellas que contienen opciones de respuestas previamente delimitadas. Resultan más fáciles de codificar y analizar (Hernández, 2014).

La encuesta aplicada en este informe está compuesta por un cuestionario de 3 preguntas con respuestas cerradas donde indica: ¿meses de acumulación del residuo?, ¿qué hacen con los residuos? y ¿tipo de vidrio más comercial? El número de preguntas fue seleccionado con base a la información puntual que se desea conocer del residuo y que como consecuencia dan respuesta al planteamiento del problema (ver anexo 1).

Instrumentos de recolección de datos

Instrumentos utilizados:

- 01 Tambo de lámina con capacidad de 0.216 m³ y 256 kg.
- 01 Flexómetro de 5 metros
- 01 Báscula de plataforma con capacidad de 180 kg
- 01 GPS modelo Garmin Etrex
- Encuesta tipo respuesta cerrada.

Técnicas de recolección de datos

1. Seleccionar los puntos de muestreo de las fuentes generadoras de residuos de vidrio plano (tiendas vidrieras) en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas:

1.1. Para conocer el número de tiendas y su respectiva ubicación, se realizó una consulta a la página web del DENU E INEGI (ver imagen 4).

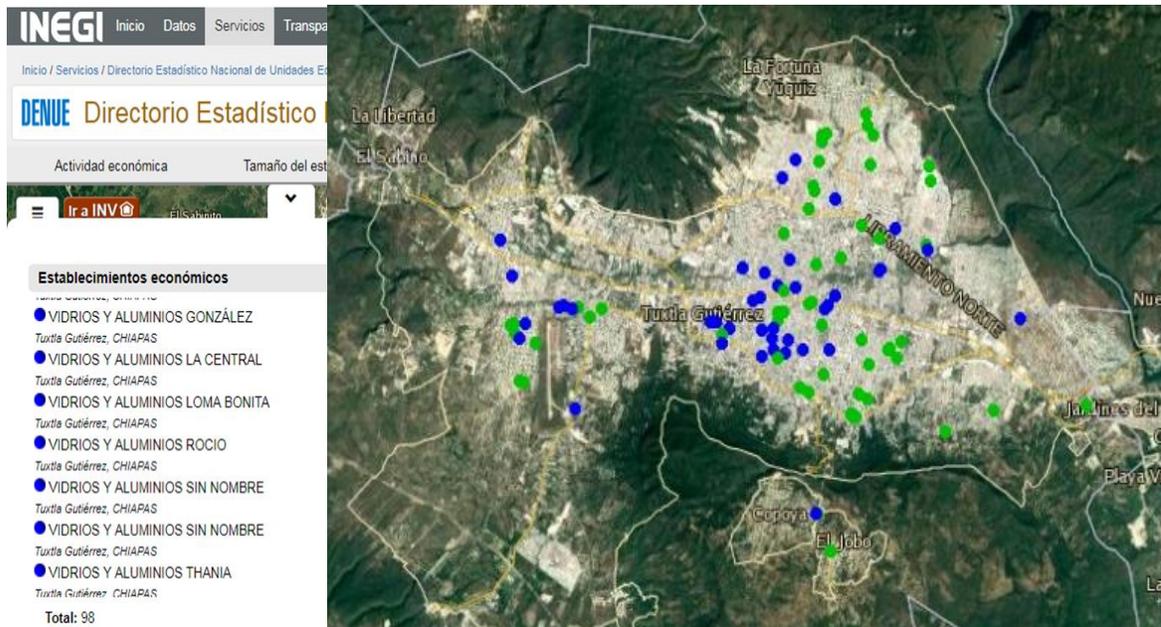


Imagen 4. Ubicación de las tiendas vidrieras en Tuxtla Gutiérrez (Recuperado de: INEGI, 2019)

1.2 Se seleccionó la muestra probabilística y estratificada como se mencionó anteriormente, para llevar a cabo un recorrido en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez para la visita de cada tienda.

Muestra

Para el cálculo de ésta se utilizó el programa estadístico MACORR definiendo así una muestra representativa de 78 tiendas. Para el cálculo de la muestra se utilizó un nivel de confianza de 95% y un error de 5% y una población de 98 tiendas (ver imagen 5).



The screenshot shows the MACORR website's 'Sample Size Calculator' interface. The main heading is 'Sample Size Calculator'. On the left, there is a sidebar with options: 'The Slider Scale', 'The Rank Sort', 'The Stack Sort', 'The Rating Scale', and 'The Image Rank Sort'. The main content area is titled 'Determine Sample Size' and contains the following fields and values:

Confidence Level:	95%	?
Confidence Interval:	5 (%)	?
Population:	98	?
Sample Size:	78	?

Buttons for 'Calculate' and 'Clear' are visible below the input fields.

Imagen 5. Programa estadístico utilizado para calcular tamaño de muestra

Muestra estratificada

Para calcular la muestra estratificada se utilizó el programa MACORR, con un nivel de confianza de 95% y un error de 5%.

Tabla 1. Resultados para la muestra

Estrato	N° de empleados	Total de tiendas	Muestra estratificada
1	1 a 5	92	73
2	6 a 10	5	4
3	11 a 30	1	1
Datos de población y muestra probabilística)			
	Población	98	
	Muestra probabilística	78	

Esta tabla representa una población total de 98 tiendas vidrieras, de las cuales su muestra representativa y probabilística son 78. El muestreo por estrato quedó de la siguiente manera: al estrato **1** le corresponden **73** tiendas, al estrato **2** le corresponden **4** tiendas y al estrato **3** solamente **1** debido a que en la ciudad únicamente existe 1 tienda con el personal ocupado ya mencionado. Fuente: elaboración propia.

2. Obtener datos cualitativos de las tiendas vidrieras:

2.1. Se aplicó una encuesta a cada una de las tiendas vidrieras para la recuperación de datos cualitativos que ayudan a dar respuesta al planteamiento del problema (ver imagen 7).

3. Obtener datos cuantitativos de los residuos totales en cada una de las tiendas vidrieras:

3.1 Se calculó la capacidad y cantidad exacta de residuo con un contenedor graduado de .216 m³ y 256 kg (ver imagen 6).

3.2 En tiendas donde no se permitió el acceso con el contenedor, se realizó la medición de ancho, largo y alto de las cajas de cartón (donde almacenan el residuo), para poder calcular el volumen (ver imágenes 8, 9 y 10).

3.3 Se pesaron las cajas mediante una báscula de piso con capacidad de 180 kg para obtener su peso (ver imágenes 13 y 14).

3.4 Por último se realizó la marcación de las coordenadas geográficas con el GPS marca Garmin Etrex (ver imágenes 11 y 12).

LISTADO DE IMÁGENES:



Imagen 7. Medición de residuo con contenedor de lámina en una de las tiendas del estrato 11 a 30 (elaboración propia)



Imagen 6. Aplicación de la encuesta (elaboración propia)



Imagen 10. Medición de ancho de una caja de residuo, en una tienda del estrato 6 a 10 (elaboración propia)



Imagen 9. Medición de alto de una caja de residuo, en una tienda del estrato 1 a 5 (elaboración propia)

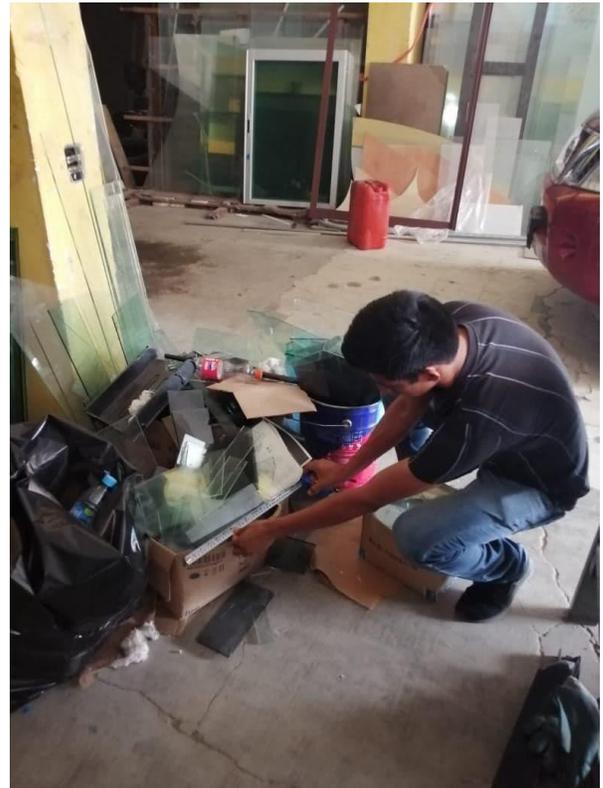


Imagen 8. Medición de largo de una caja de residuo, en una tienda del estrato 1 a 5 (elaboración propia)



Imagen 12. Captura de coordenada geográfica mediante un GPS (elaboración propia).



Imagen 11. Uso del GPS (elaboración propia).



Imagen 13. Pesado de residuo en una tienda del estrato 11 a 30 (elaboración propia).



Imagen 14. Pesado de residuo en una tienda del estrato 1 a 5 (elaboración propia).

Técnicas de procesamiento de datos

- La técnica que se utilizó para el procesamiento de los datos recabados, fue la estadística descriptiva que consiste en un conjunto de procedimientos que tienen por objeto presentar masas de datos por medio de tablas, gráficos y/o medidas de resumen (Montero, 2011).
- Crear mapas de puntos de muestreo (tiendas) mediante QGIS y Mapa Digital de México y comparar con base a datos de INEGI el crecimiento de las tiendas vidrieras en éste caso los años 2010 y 2018.

Herramientas para el proceso de datos

- Para la elaboración de los mapas de puntos de muestreos se utilizó un programa de Sistema de Información Geográfica, en este caso **Quantum GIS**.
- Para las tabulaciones de las encuestas y mediciones cuantitativas del residuo se utilizó **Microsoft Excel**.
- Para la comparación del aumento de tiendas vidrieras respecto al tiempo, en éste caso los años 2010 y 2018, se utilizó la base de datos de INEGI.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tabla 2. Tabulación de datos cuantitativos como resultados (ver anexo 3: tabla completa)

LISTADO DE TIENDAS VIDRIERAS VISITADAS CON SU RESPECTIVA MEDICIÓN DE RESIDUO					
Estrato	N° Tienda	Ubicación GPS		Volumen de residuo (m ³)	Peso de residuo (kg)
		Latitud	Longitud		
E 1-5	1	16.7111389	-93.11097222	0.1148	101.72
E 1-5	2	16.7110833	-93.11061111	0.3444	305.52
E 11-30	3	16.7651944	-93.08505556	1.3263	1301.21
E 6-10	4	16.7588056	-93.11477778	0.17415	133.5925
E 1-5	5	16.7784444	-93.11863889	0.4272	436.41
E 1-5	6	16.7771944	-93.11191667	0.174306	171.76
E 1-5	7	16.7630278	-93.12191667	0.62403	60.6
E 1-5	8	16.76275	-93.13091667	0.06975	71.25
E 1-5	9	16.7775	-93.10161111	0.187209	181.8
E 1-5	10	16.7811111	-93.105	0.129249	196.95

Esta tabla representa la tabulación de los datos cuantitativos recabados de cada una de las tiendas vidrieras visitadas. Se ingresó coordenadas geográficas de cada una al igual que la cantidad y capacidad del residuo generado. Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Resultados del análisis de volumen y peso totales de residuo de vidrio plano

Estrato	Volumen total (m ³)	Peso total (kg)	Volumen promedio (m ³)	Peso promedio (kg)	Volumen promedio generado por tienda (m ³)	Peso promedio generado por tienda (kg)
1 a 5	10.77	9676.13	0.15	132.55	0.180059524	167.1585577
6 a 10	1.95	2061.03	0.49	515.26		
11 a 30	1.33	1301.21	1.33	1301.21		
TOTAL	14.04	13038.37				

Esta tabla representa la sumatoria total de residuo generado por las tiendas muestreadas en la ciudad. En el caso del estrato 1 a 5 se genera un volumen total de 10.77 m³ y un peso de 9676.13 kg y un promedio de 0.15 m³ y 132.55 kg a los 2 meses. Para el caso del estrato 6 a 10 se genera un total de 1.95 m³ y 2061.03 kg con un promedio de 0.49 m³ y 515.26 kg. Para el estrato 11 a 30 se genera un total de 1.33 m³ y 1301.21 kg de residuo, cabe señalar que solo es una tienda por lo tanto es el mismo promedio. La sumatoria del total de cada estrato es igual a 14.04 kg y 13038.37 m³ de residuos de vidrio plano generados durante 2 meses con un promedio por tienda de .18 m³ y 167.15 kg. Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Tabulación de resultados de datos cualitativos obtenidos de las encuestas

PREGUNTAS	RESPUESTAS				Total
1. Meses de acumulación del residuo	1 a 2 meses	3 a 4 meses	5 a 6 meses		
	59	15	4		78
	76%	19%	5%		100%
2. ¿Qué hacen con los residuos?	Tirar a la basura común	Llevar al relleno sanitario	Contratar ERRME	Reutilizar	
	60	9	7	2	78
	77%	12%	9%	3%	100%
3. ¿Qué tipo de vidrio es más comercial?	Claro de 3 mm	Claro de 6 mm	Filtrasol	Templado	
	8	38	28	4	78
	10%	49%	36%	5%	100%

En la tabla se puede observar que el 76% de las tiendas acumulan el residuo durante 1 a 2 meses, el 19% lo acumula durante 3 a 4 meses y el 5% lo acumula durante 5 a 6 meses. El 77% del total de las tiendas lo tira a la basura común, el 12% lo lleva directamente al relleno sanitario, el 9% contrata una empresa recolectora de residuos de manejo especial, y únicamente el 3% lo reutiliza. El tipo de vidrio más comercial es el Claro de 6 mm con un 49%, seguido del filtrasol 3mm con 36%, luego el claro de 3mm con un 10% y al final se encuentra el vidrio templado con un 5%. Fuente: elaboración propia.

Las siguientes gráficas se obtuvieron después del análisis estadístico de los resultados de datos cuantitativos y cualitativos del residuo de vidrio plano. Dichas gráficas se realizaron con la finalidad de comprender de forma más compleja los resultados.

En la imagen 15 se observa que cada bimestre del año se genera un volumen en metros cúbicos por diferentes tiendas. Para el estrato 1 a 5 un total de 10.77 m³ de residuos, siendo este estrato el mayor generador debido a que en él se encuentra la mayoría de las tiendas vidrieras. Para el estrato 6 a 10 un total de 1.95 m³ de residuos y para el tercer y último estrato 11 a 30 se está generando una capacidad de 1.33 m³ de residuo al bimestre, siendo éste estrato el que menos genera debido a que únicamente se encuentra una tienda en la ciudad.

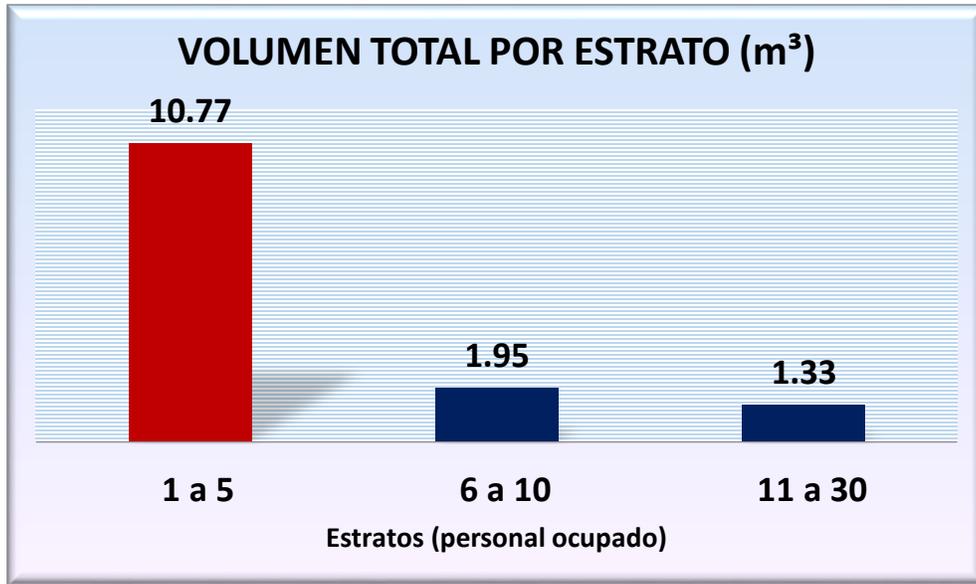


Imagen 15. Volumen total de residuo de vidrio plano por estrato (elaboración propia)

En la imagen 16 se puede observar que cada bimestre del año se está generando un peso total en kilogramos por estrato. Para el estrato 1 a 5 un total de 9676.13 kg de residuo, para el estrato 6 a 10 un total de 2061.03 kg de residuo y para el tercer estrato 11 a 30 un total de 1301.21 kg.



Imagen 16. Peso total de residuo de vidrio plano por estrato (elaboración propia)

Tal como se muestra en la imagen 17, al bimestre del año se genera entre todos los estratos (todas las tiendas vidrieras de la ciudad) un total de 14.04 metros cúbicos de residuos de vidrio plano.

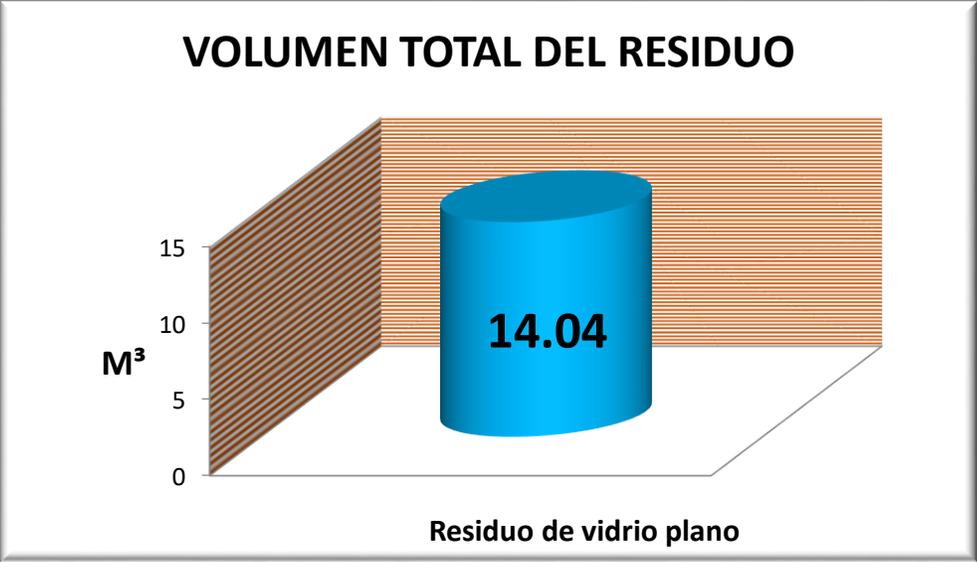


Imagen 17. Volumen total de residuo de vidrio plano generado por tiendas vidrieras (elaboración propia)

De forma bimestral se está generando por todas las tiendas un peso total de 13038 kilogramos de residuo de vidrio plano tal como se representa en la imagen 18. Este peso corresponde al volumen total generado mencionado en la imagen 17.

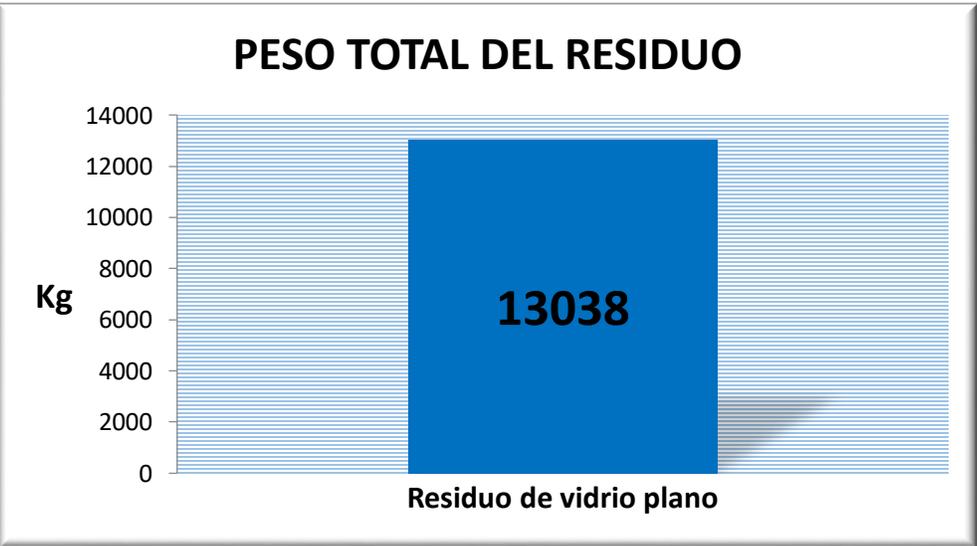


Imagen 18. Peso total de residuo de vidrio plano generado por tiendas vidrieras (elaboración propia)

Se obtuvo como resultado un volumen promedio de 0.18 metros cúbicos generados de forma bimestral por cada una de las tiendas vidrieras ubicadas en la ciudad, tal como se representa en la imagen 19.

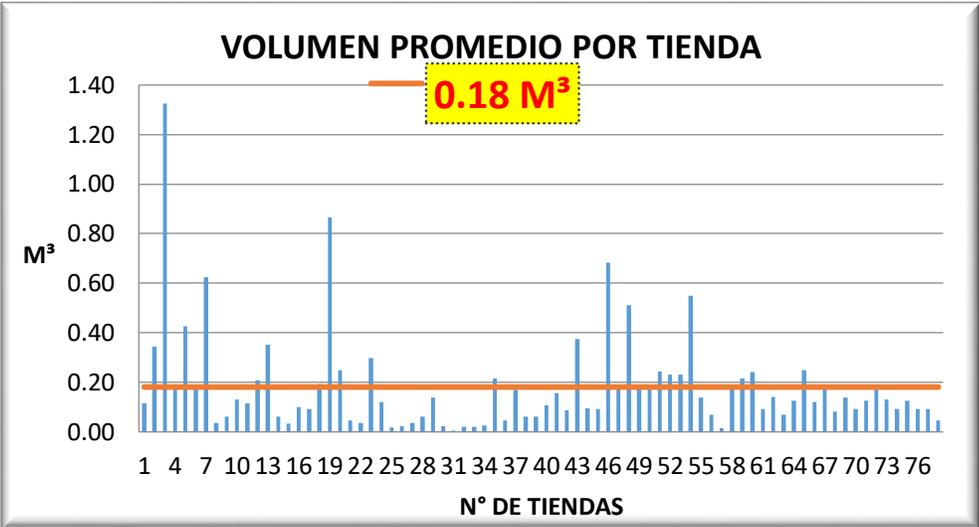


Imagen 19. Volumen promedio de residuo de vidrio plano, generado por cada tienda (elaboración propia)

De igual manera se calculó un promedio de peso generado por cada tienda vidriera en la ciudad, obteniendo como resultado 167.16 kilogramos de residuo al bimestre del año (ver imagen 20).

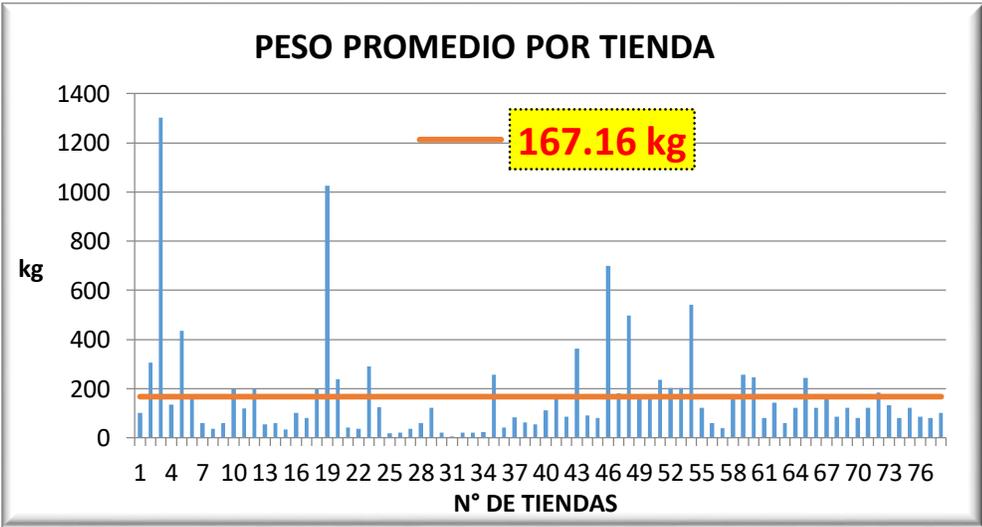


Imagen 20. Peso promedio de residuo de vidrio plano, generado por cada tienda (elaboración propia)

Con los resultados obtenidos de residuos totales generados en un bimestre, se realizó una proyección de forma probabilística a 1 año de generación de residuo de vidrio plano en la ciudad. Concluyendo con un volumen de 84.27 metros cúbicos de residuos al año (ver imagen 21).

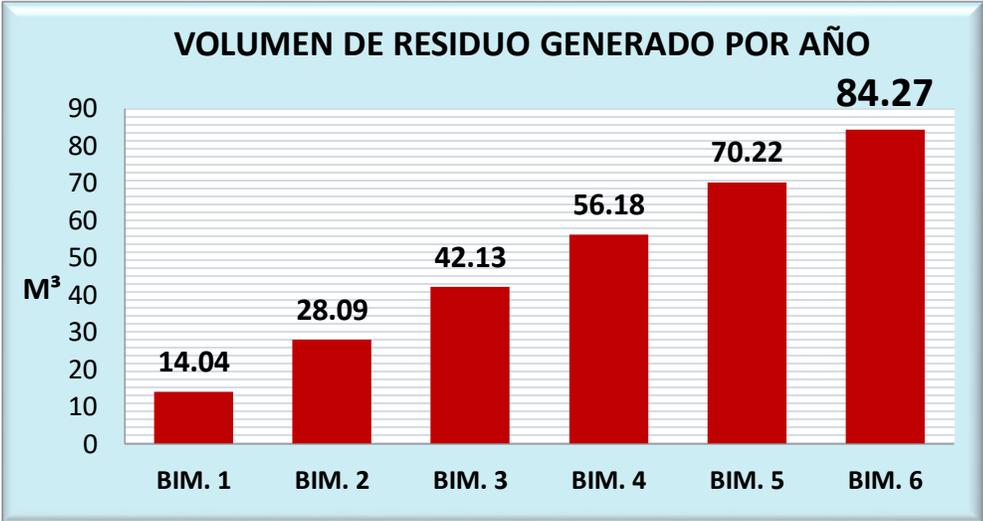


Imagen 21. Proyección de generación de residuo de vidrio plano a 1 año (elaboración propia)

De forma similar a la proyección de volumen de residuo, se realizó la proyección probabilística, pero en este caso de peso en toneladas al año, obteniendo como resultado 78.23 toneladas de residuos de vidrio plano, tal como se observa en la imagen 22.

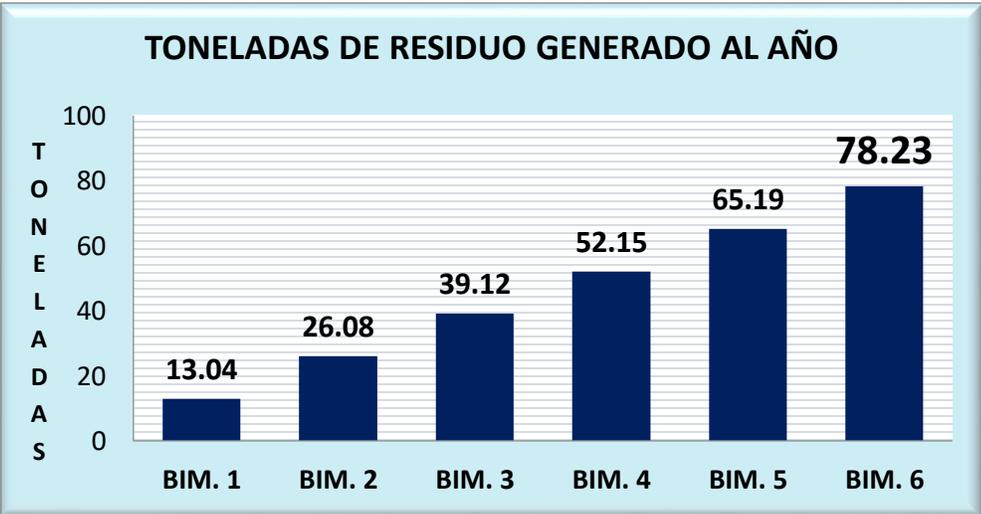


Imagen 22. Proyección de generación de residuos de vidrio plano a 1 año (elaboración propia)

En las siguientes imágenes se representan los resultados de la tabulación de los datos cualitativos obtenidos de las encuestas aplicadas a las tiendas vidrieras.

Tal es el caso de la primera pregunta: meses de acumulación del residuo, resultando que el 76% de las tiendas lo acumula durante 1 a 2 meses debido a que no cuentan con un espacio suficiente para albergar el residuo para después desecharlos. El 19% de las tiendas lo acumula de 3 a 4 meses y únicamente el 5% de las tiendas de la ciudad lo acumula durante 5 a 6 meses y posteriormente se deshacen del residuo (ver imagen 23). En los casos del 19% y 5% de las tiendas que acumulan por más meses el residuo se debe a que cuentan con un espacio adecuado y extenso para dicho almacenamiento.

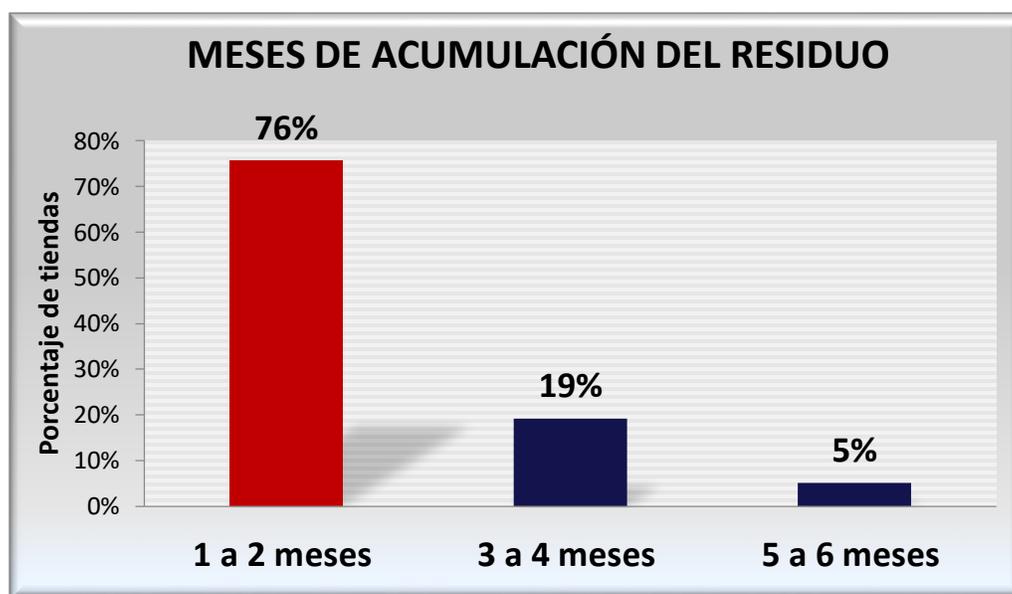


Imagen 23. Meses de acumulación del residuo (elaboración propia)

En la imagen 24 se observa que el 77% de las tiendas vidrieras tiran el residuo de vidrio plano a la basura común para que el camión recolector pase por él, tal como lo hace con los residuos sólidos. El 12% de las tiendas llevan el residuo directamente al relleno sanitario de la ciudad, el 9% contrata una empresa recolectora de residuos de manejo especial (ERRME) para que se lleven sus residuos y únicamente el 3% de las tiendas lo reutiliza. Este último 3% lo reutiliza en material de relleno de construcción de obras civiles.

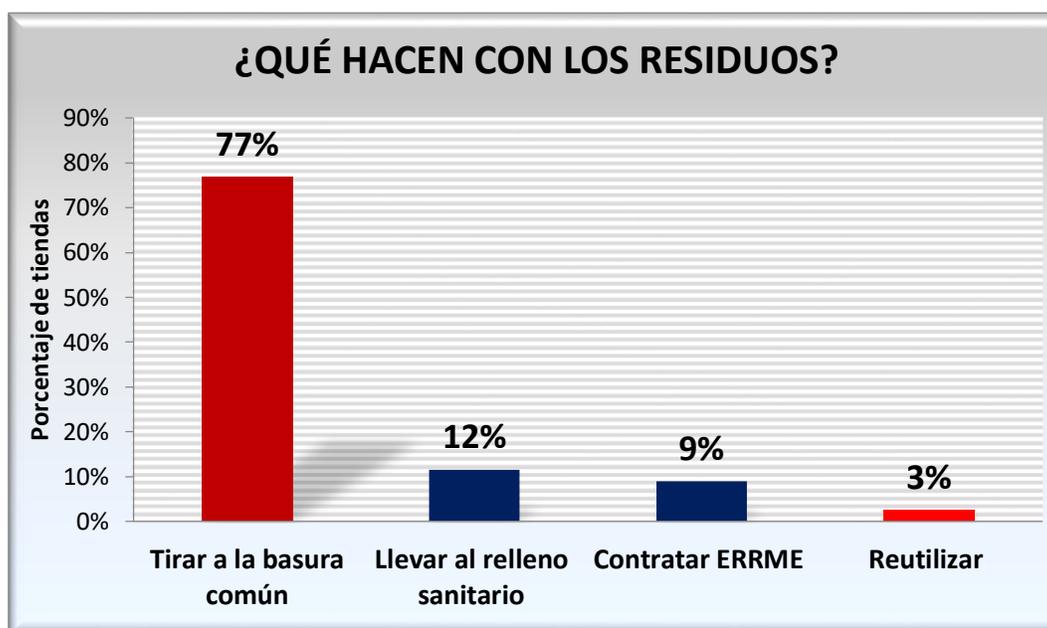


Imagen 24. Acciones que las tiendas hacen con los residuos después de acumularlos (elaboración propia)

En la imagen 25 se aprecia que el tipo de vidrio más comercial y que por ende es el tipo de residuo que más se genera; es el vidrio claro de espesor 6 milímetros con 49%, seguido del vidrio filtrasol de 6 milímetros de espesor con 36%, como tercer lugar con 10% se encuentra el vidrio claro de 3 milímetros de espesor y únicamente el 5% de las tiendas comercializan el vidrio templado. Este 5% incluye tiendas que únicamente se dedican a la construcción de fachadas totalmente de vidrio, ya sea en edificios, casas, y demás obras civiles que necesiten un vidrio más resistente a los 3 tipos mencionados en la imagen 25.

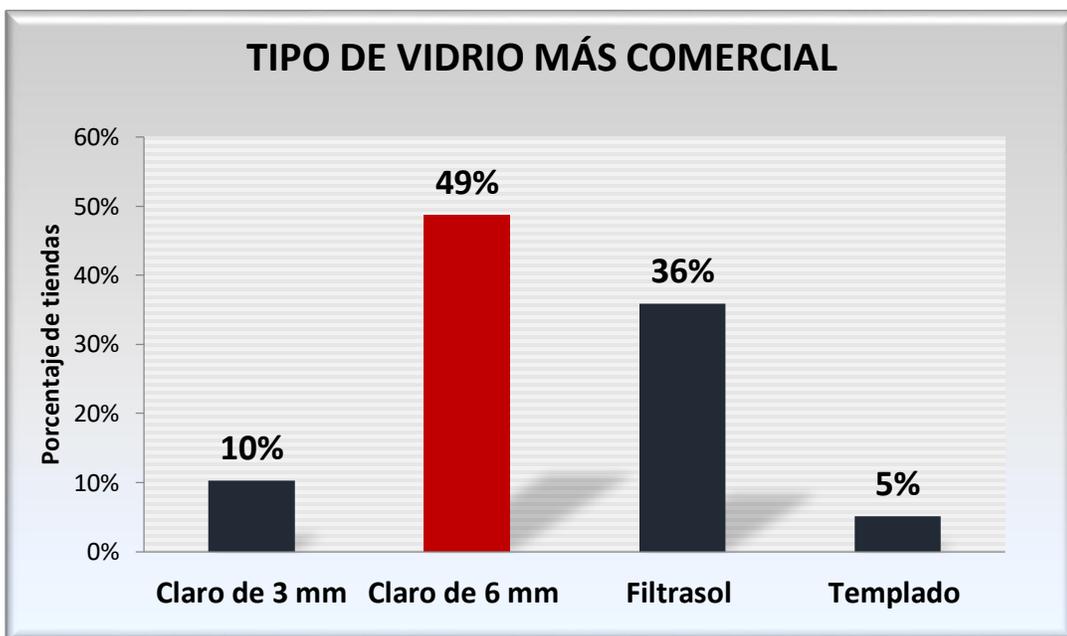


Imagen 25. Tipo de vidrio más comercial (elaboración propia)

Mapas

TIENDAS VIDRIERAS VISITADAS EN LA CIUDAD TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

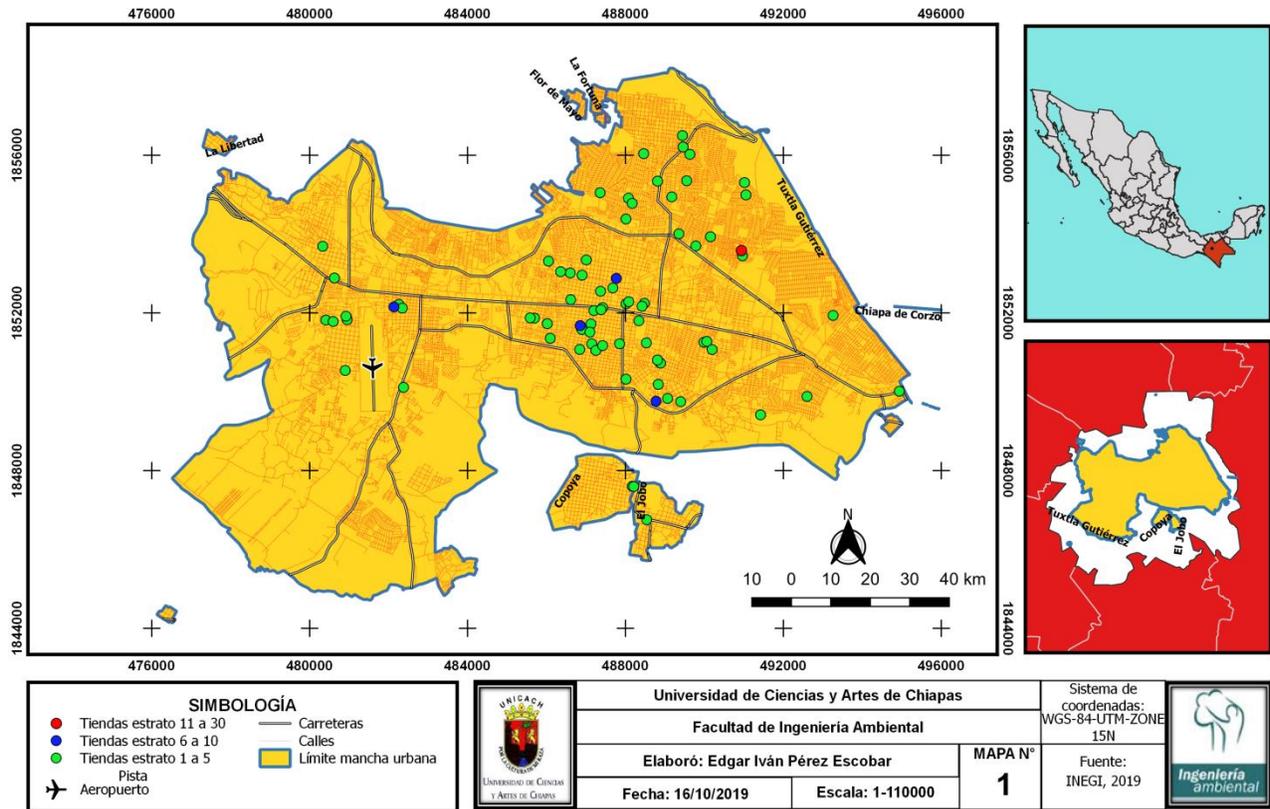


Imagen 26. Mapa: Tiendas vidrieras visitadas en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, para el informe (elaboración propia)

En la imagen 26 se observa un mapa de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, donde se ingresaron las tiendas visitadas para la realización de este informe. La distribución de las tiendas vidrieras es un tanto desigual, debido a que existen zonas donde se concentran la mayoría y zonas donde la población es poca. En el mapa se visualiza la mayoría de las tiendas concentradas en la parte central - norte – sur de la ciudad; y en zonas aledañas como son Copoya y Jobo únicamente se encuentran 3 tiendas generadoras de residuo de vidrio plano siendo estas del estrato 1 a 5. Las tiendas del estrato 6 a 10 se concentran en el centro de la ciudad y la más grande de todos los estratos (11 a 30) se ubica en la parte noreste de la ciudad, siendo esta la tienda que más residuo produce al bimestre por su tamaño.

COMPARACIÓN DE AUMENTO DE TIENDAS VIDRIERAS EN LA CIUDAD TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS (AÑOS 2010 Y 2018)

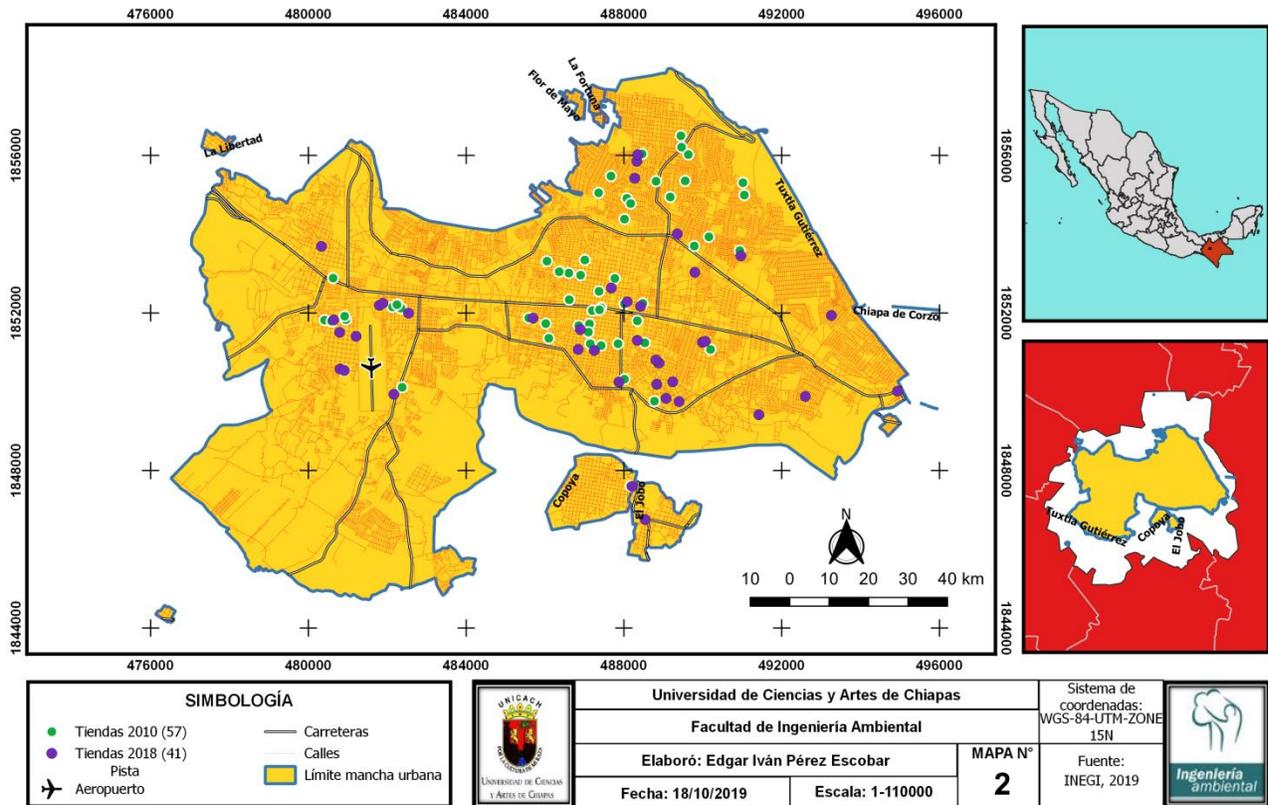


Imagen 27. Mapa: Comparación de aumento de tiendas vidrieras (años 2010 y 2018)

En el mapa representado en la imagen 27 se observa la distribución de las tiendas vidrieras censadas en el año 2010 y el aumento en el año 2018. Para el año 2010 existían 57 tiendas vidrieras, y para el año 2018 se sumaron 41; es decir, aumentaron casi más del 70% del año 2010, siendo actualmente un total de 98 tiendas vidrieras generadoras de residuo de vidrio plano. Esto da como resultado un incremento promedio de 5 tiendas por año, y como añadidura la cantidad y capacidad de residuo generado en la ciudad.

CONCLUSIONES

Este informe concluye que en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, las tiendas vidrieras en conjunto, están generando un total de **14.04 metros cúbicos** con un peso total de **13.03 toneladas** de residuos de vidrio plano en **2 meses**. El **89%** de este residuo llega directa e indirectamente al relleno sanitario de la propia ciudad, el otro **11%** es recogido por empresas recolectoras de residuos de manejo especial y parte de ello es reutilizado como relleno de construcción en obras civiles.

Se deduce que la mayoría de las tiendas no cuentan con el manejo adecuado de estos residuos debido a que es muy costoso, optando así la manera más sencilla y económica para deshacerse de sus residuos de vidrio que en este caso es depositándolo al camión recolector de los residuos sólidos urbanos.

Por las cantidades obtenidas de residuos de vidrio plano en este informe, se concluye que es de forma apremiante elaborar un plan de manejo para dichos residuos de vidrio plano que son de manejo especial y de este modo lograr que las tiendas vidrieras puedan tener más opciones al momento de desechar su residuo y no únicamente de forma arbitraria como residuo sólido urbano.

Se define que para implementar la reutilización en algunas de las muchas alternativas que el residuo de vidrio tiene, es necesario realizar con anticipación un análisis de factores que integran un proceso de reutilización como son; costos económicos, personal, sitio, método de recolección y maquinaria para proceso de reciclaje.

RECOMENDACIONES

- ✓ Para contribuir con el buen manejo y disposición final de los residuos de vidrio plano, se recomienda que es de suma importancia separar éste tipo de residuo de cualquier otro y retirar cualquier otro material que contenga como son etiquetas y/o películas de seguridad para facilitar su manejo y/o reutilización.
- ✓ Para las tiendas vidrieras donde se generan los residuos de vidrio plano, se recomienda colocar el residuo de vidrio en pequeños contenedores y/o cajas de cartón selladas, debido a que es depositado al residuo sólido urbano y puede ocasionar accidentes o heridas al cuerpo del individuo que esté manipulando el residuo.
- ✓ Debido a las altas cantidades generadas de residuo de vidrio plano en la ciudad, se recomienda elaborar un plan de manejo para darle una mejor disposición final a éstos y de esta forma disminuir la contaminación de ciertos lugares que son tiraderos clandestinos a cielo abierto.
- ✓ Por el tipo de residuo de manejo especial (vidrio plano) que se genera a diario dentro de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, es conveniente continuar con la investigación.

REFERENCIAS

- Almudena, V. G. (2015). El vidrio de ventana y su uso en la arquitectura romana. A propósito de los vidrios planos de la villa de ronda del marrubial, Córdoba. *Revista Anahgramas*, (No. II), pp. 26-65.
- Ander-Egg, E “*Técnicas de Investigación Social*” Lumen Argentina 1995 24º edición, p.35. Balestrini Mirian (2006) *Como se elabora el proyecto de investigación*. Consultores Asociados. Caracas.
- Bueno, E. M., y Pérez Gamboa, V. A. (2018). Modelo de capacitación para los recuperadores ambientales de la asociación mundo verde frente al mecanismo de exportación en el contexto general de la comercialización de recursos reciclables como; tetrapack, icopor y vidrio (Tesis de pregrado). Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá. Recuperado de <http://repository.ucc.edu.co/handle/ucc/7110>
- Cáceres, N. (2018). *PRODUCCIÓN DE CONCRETOS ECOLÓGICOS Y SU DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE PUNO. (Tesis)*. UNIVERSIDAD ANDINA, JULIACA-PERÚ.
- Creswell, J. W. (2013a). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (4a.ed.)*. Thousand Oaks, CA, EE. UU. SAGE.
- Delvasto Arjona, S., Guzmán Aponte, Á., Torres León, J. A., Cedeño Venté, M. L., & Acosta Guarín, D. F. (2015). Viabilidad de uso del polvo de vidrio como fundente en la elaboración de baldosas de gres porcelánico. *Revista Tecnura*, 19(44), 59-70. doi:<http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.2.a04>
- Dicovski, L., (2008). *Estadística Básica*, Estelí, Nicaragua: UNI-NORTE.
- Dulanto, A. (2013). *Asignación de competencias en materia de residuos sólidos de ámbito municipal y sus impactos en el ambiente*. Pages 1-238.
- Espinoza, E. (2017). *Estudio de Vidrio Reciclado como componente para la Elaboración de Cementos Terciarios* (proyecto de pregrado). INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA, Costa Rica.
- García Ferrando M. La encuesta. En: Garcia M, Ibáñez J, Alvira F. *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de Investigación*. Madrid: Alianza Universidad Textos, 1993; p. 141-70.

- Gómez, H. (2016). *Estudio de prefactibilidad de la empresa Serpro en el contexto Mexicano: Caso reciclaje de vidrio* (Monografía). Fundación Universidad de América. Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.11839/685>.
- Gómez, T. (2016). *Manejo de Residuos Sólidos Municipales en Belice, Canadá y México: Una perspectiva informativa* (tesis de maestría). El Colegio de la Frontera Sur, México.
- González, M.A. y Ponce, P. (Diciembre 2012). Uso de vidrio de desecho en la fabricación de ladrillos de arcilla. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*. Vol. 1, (No. 2), p. s/n.
- Guzmán, A., & Hugo, A. (2018). *Elaboración de panel decorativo a partir de concreto traslúcido y vidrio reciclado para ambientes*. (Tesis). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, ECUADOR.
- Hernández, R., (2014). *Metodología de la investigación*, México DF, México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. D.F., México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación, México, 8 de Octubre de 2003.
- Marco, J., García, E., Más M., Alcaraz, V., Luizaga A. (2012). Estudio de la resistencia a compresión de morteros fabricados con conglomerante compuesto de polvo de vidrio. *Informes de la construcción*. Vol. 64 (No. 528), pp., 529-536.
- Montero Lorenzo, J. M. (2007) *Estadística Descriptiva*, editorial Thomson-Paraninfo, Madrid.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-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. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de agosto de 2011.

- Pérez, J., Ordoñez, J., y Plaza, A. (2016). *Uso del vidrio reciclado como agregado fino en morteros de pega para uso en viviendas de mampostería estructural* (proyecto de grado). Pontificia Universidad Javeriana, Cali.
- Poveda, R., Granja, V., Hidalgo, D. y Ávila, C. (febrero 2015). Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A. *Revista Politécnica*. Vol. 35 (No. 3), p. s/n.
- Ramírez, T. (2010). *Cómo hacer un proyecto de investigación*. Caracas: Panapo.
- Rodríguez, M. y Ruíz, M. (Septiembre 2016). Evaluación del desempeño de un hormigón con incorporación de vidrio reciclado finamente molido en reemplazo de cemento mediante ensayos de laboratorio. *REVISTA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES*, Vol. 3, (No. 53), p. 53.
- Rubio, R. (2015). *El vidrio y sus máscaras: el sueño de la arquitectura de cristal*. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Madrid.
- Ruíz, M. & Rodríguez, M. (2016). *Ensayos de resistencia y permeabilidad de probetas de hormigón con reemplazo parcial de cemento por vidrio de desecho finamente molido*. Recuperado de <https://jornadasaie.org.ar/Nuevositio/wp-content/themes/jornadas-aie-antteriores/2016/contenidos/trabajos/022.pdf>
- Sánchez Gómez, M. C. (2015, abril 7). La dicotomía cualitativo-cuantitativo: posibilidades de integración y diseños mixtos. *Campo Abierto. Revista De Educación*, 1(1), 11-30. Recuperado a partir de <https://mascvuex.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/1679>
- Sánchez, Y. & Oviedo A. (Julio 2014). *Análisis de las propiedades de los adhesivos tipo mortero para baldosas de cerámica reemplazando el agregado fino (arena) por vidrio molido reciclado*. Recuperado de <http://www.laccei.org/LACCEI2014-Guayaquil/RefereedPapers/RP257.pdf>
- SEMARNAT. *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edición 2012*. SEMARNAT. México. 2013.

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

Facultad de Ingeniería Ambiental

Tesista: Edgar Iván Pérez Escobar



Fecha: _____

Estrato: _____

ENCUESTA DIRIGIDA A TIENDAS VIDRIERAS

OBJETIVO: Cuantificar el volumen y peso total de los residuos de vidrio plano generados en tiendas vidrieras ubicadas en Tuxtla Gutiérrez, con la finalidad de darle una mejor disposición final a estos.

Encabezado: Lea detenidamente las preguntas formuladas a continuación y responda subrayando el inciso correcto (Ejemplo: a) 1 a 2 meses), o escriba sobre la línea su respuesta (según corresponda). **LA INFORMACIÓN QUE NOS PROPORCIONE SERÁ UTILIZADA PARA MEJORAR NUESTRO MEDIO AMBIENTE.**

1. **Fechas de acumulación del residuo** (*Conteo de meses anteriores a partir del día de la aplicación de la encuesta).

- a) 1 a 2 meses
- b) 3 a 4 meses
- c) 5 a 6 meses

2. **¿Qué hacen con los residuos?**

- a) Tirar a la basura común
- b) Llevar al relleno sanitario
- c) Contratar a empresa de recolección de Residuos de Manejo Especial
- d) Reutilizar (especifique): _____

3. **¿Qué tipo de vidrio es más comercial?**

- a) Claro 3mm
- b) Claro 6mm
- c) Filtrasol 6 mm
- d) Templado

SUS RESPUESTAS SON TOTALMENTE RESERVADAS, AGRADECEMOS SU PARTICIPACIÓN.

Anexo 2. Tabulación de datos recabados de todas las tiendas vidrieras

LISTADO DE TIENDAS VISITADAS CON SU RESPECTIVA MEDICIÓN DE RESIDUO						
Estrato	N° Tienda	Volumen de residuo (m³)	Peso de residuo (kg)	Meses de acumulación	¿Qué hacen con los residuos?	Tipo de vid comercio
E 1-5	1	0.1148	101.72	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrasol 6m
E 1-5	2	0.3444	305.52	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 11-30	3	1.3263	1301.21	1 a 2	Llevar al relleno sanitario	Claro 6 mm
E 6-10	4	0.17415	133.5925	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 1-5	5	0.4272	436.41	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrasol 6m
E 1-5	6	0.174306	171.76	1 a 2	Reutilizar (Relleno en construcción)	Filtrasol 6m
E 1-5	7	0.62403	60.6	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrasol 6m
E 1-5	8	0.06975	71.25	3 a 4	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
		0.034875	35.625	1 a 2		
E 1-5	9	0.187209	181.8	5 a 6	Tirar a la basura común	Filtrasol 6m
		0.062403	60.6	1 a 2		
E 1-5	10	0.129249	196.95	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 1-5	11	0.231466	236.48	3 a 4	Llevar al relleno sanitario	Claro 6 mm
		0.115733	118.24	1 a 2		
E 1-5	12	0.619556	589.3	5 a 6	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
		0.206518667	196.433333	1 a 2		
E 1-5	13	0.351	54	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 1-5	14	0.062403	60.6	1 a 2	Llevar al relleno sanitario	Filtrasol 6m
E 1-5	15	0.03375	32.8	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrasol 6m
E 1-5	16	0.0988	100	1 a 2	Llevar al relleno sanitario	Filtrasol 6m
E 1-5	17	0.18368	162.72	3 a 4	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
		0.09184	81.36	1 a 2		
E 1-5	18	0.384	392.28	3 a 4	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
		0.192	196.14	1 a 2		
E 6-10	19	0.864	1025.6	1 a 2	Contratar empresa RRME	Filtrasol 6m
E 1-5	20	0.24934	238.9	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 1-5	21	0.04592	40.68	1 a 2	Tirar a la basura común	Tipo de vidri
E 1-5	22	0.036	36	1 a 2	Contratar empresa RRME	Templado
E 1-5	23	0.892248	867.23	5 a 6	Tirar a la basura común	Templado
		0.297416	289.076667	1 a 2		
E 1-5	24	0.1209	123.5	1 a 2	Llevar al relleno sanitario	Claro 6 mm
E 1-5	25	0.0348	35.52	3 a 4	Tirar a la basura común	Filtrasol 6m
		0.0174	17.76	1 a 2		
E 1-5	26	0.02296	20.34	1 a 2	Llevar al relleno sanitario	Claro 6 mm
E 1-5	27	0.036	36.76	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 3 mm
E 1-5	28	0.062403	60.6	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrasol 6m
E 1-5	29	0.13776	122.04	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrasol 6m
E 1-5	30	0.02296	20.34	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 1-5	31	0.01125	11.49	3 a 4	Tirar a la basura común	Claro 3 mm
		0.005625	5.745	1 a 2		
E 1-5	32	0.04	40.86	3 a 4	Tirar a la basura común	Claro 3 mm
		0.02	20.43	1 a 2		
E 1-5	33	0.04	40.86	3 a 4	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
		0.02	20.43	1 a 2		
E 1-5	34	0.024	24.51	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrasol 6m
E 1-5	35	0.216	256.4	1 a 2	Tirar a la basura común	Templado
E 1-5	36	0.04592	40.68	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm

E 1-5	37	0.3375	164	3 a 4	Llevar al relleno sanitario	Claro 6 mm
		0.16875	82	1 a 2		
E 1-5	38	0.1215	124.1	3 a 4	Contratar empresa RRME	Filtrazol 6mm
		0.06075	62.05	1 a 2		
E 1-5	39	0.18368	162.72	5 a 6	Reutilizar (Relleno en construcción)	Claro 6 mm
		0.061226667	54.24	1 a 2		
E 1-5	40	0.216	220.64	3 a 4	Tirar a la basura común	Filtrazol 6mm
		0.108	110.32	1 a 2		
E 1-5	41	0.1566	159.96	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrazol 6mm
E 1-5	42	0.172806	170.23	3 a 4	Tirar a la basura común	Claro 3 mm
		0.086403	85.115	1 a 2		
E 1-5	43	0.374418	363.6	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrazol 6mm
E 1-5	44	0.187209	181.8	3 a 4	Tirar a la basura común	Filtrazol 6mm
		0.0936045	90.9	1 a 2		
E 1-5	45	0.09184	81.36	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrazol 6mm
E 6-10	46	0.6837	698.44	1 a 2	Contratar empresa RRME	Claro 6 mm
E 1-5	47	0.187209	181.8	1 a 2	Llevar al relleno sanitario	Claro 6 mm
E 1-5	48	0.51118	497.12	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 3 mm
E 1-5	49	0.18368	162.72	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrazol 6mm
E 1-5	50	0.18368	162.72	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 1-5	51	0.24472	236.34	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 3 mm
E 1-5	52	0.2296	203.4	1 a 2	Contratar empresa RRME	Claro 6 mm
E 6-10	53	0.2296	203.4	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 3 mm
E 1-5	54	1.0966	1083.56	3 a 4	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
		0.5483	541.78	1 a 2		
E 1-5	55	0.13776	122.04	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrazol 6mm
E 1-5	56	0.06888	61.02	1 a 2	Llevar al relleno sanitario	Claro 6 mm
E 1-5	57	0.01515	37.8	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrazol 6mm
E 1-5	58	0.18368	162.72	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrazol 6mm
E 1-5	59	0.216	256.4	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrazol 6mm
E 1-5	60	0.24	245.17	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 1-5	61	0.09184	81.36	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 1-5	62	0.14	143.01	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 1-5	63	0.06888	61.02	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 1-5	64	0.124806	121.2	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 1-5	65	0.249612	242.4	1 a 2	Contratar empresa RRME	Claro 6 mm
E 1-5	66	0.12	122.58	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 1-5	67	0.18368	162.72	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrazol 6mm
E 1-5	68	0.1656	169.12	3 a 4	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
		0.0828	84.56	1 a 2		
E 1-5	69	0.13776	122.04	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 1-5	70	0.09184	81.36	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 1-5	71	0.124806	121.2	1 a 2	Contratar empresa RRME	Claro 6 mm
E 1-5	72	0.18	183.88	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 3 mm
E 1-5	73	0.1302	133	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrazol 6mm
E 1-5	74	0.09184	81.36	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 1-5	75	0.124806	121.2	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrazol 6mm
E 1-5	76	0.09092	86.65	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 1-5	77	0.09184	81.36	1 a 2	Tirar a la basura común	Claro 6 mm
E 1-5	78	0.04592	101.7	1 a 2	Tirar a la basura común	Filtrazol 6mm

Anexo 3. Medición de residuo de vidrio plano de una tienda del estrato 1 a 5:



Anexo 4. Medición de residuo de vidrio plano de una tienda del estrato 6 a 10



Anexo 5. Medición de residuo de vidrio plano de una tienda del estrato 11 a 30:

