

# PROYECTOS SUSTENTABLES DESARROLLADOS PARA LA REGIÓN MIXTECA BAJA DEL ESTADO DE PUEBLA, MÉXICO

Gema Morales-Olán<sup>1</sup>, Pedro Moreno-Zarate<sup>2</sup>, Cristal de Rosa Rodríguez-Bautista<sup>3</sup>, María de Lourdes Limón-Galindo<sup>4</sup>, Angélica Pacheco-Marín<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Magíster en Ciencias Alimentarias. Docente e investigador, Academia de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. Correo electrónico: [gema.morales@itstepexi.edu.mx](mailto:gema.morales@itstepexi.edu.mx)

<sup>2</sup>Doctor en Ciencias con Especialidad en Óptica. Docente e investigador de la Academia de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez, Puebla, México.

<sup>3</sup>Estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez.

<sup>4</sup>Ingeniero Industrial. Docente e investigador de la Academia de Ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez, Puebla, México.

<sup>5</sup>Magíster en Administración de Instituciones Educativas. Docente e investigador de la Academia de Ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez, Puebla, México.

---

Fecha de recibido: 10 de septiembre del 2016 Fecha de aprobado: 15 de febrero del 2017

Cómo citar este artículo: G. Morales-Olán, P. Moreno-Zarate, C. R. Rodríguez-Bautista, M. L. Limón-Galindo, A. Pachón-Marín, "Proyectos sustentables desarrollados para la región Mixteca del estado de Puebla, México", *Ingeniería Solidaria*, vol. 13, n.º 22, mayo 2017, pp. 9-26. doi: <http://dx.doi.org/10.16925/in.v13i22.1749>

---

**Resumen.** *Introducción:* se presentan los resultados de tres proyectos elaborados en el Instituto Tecnológico Superior de Tepexi durante el periodo 2014-2015, los cuales buscan el desarrollo de una de las regiones más pobres de México. *Metodología:* el primer proyecto consistió en la preparación de un producto de higiene bucal a partir de la planta shoquillo (*Rhus chondroloma*), para lo cual se valoraron infusiones de la planta con otras especies, determinando su aceptación mediante una evaluación sensorial. En el segundo proyecto se elaboró un bloque de construcción a partir del desecho de corte de mármol. Esto al combinarlo con otros productos para la construcción, así como al determinar sus propiedades físico-químicas con base en las normas aplicables a estos productos. El último proyecto consistió en la fabricación de un fleje a partir de botellas PET, comprobando así su resistencia y elongación. *Resultados:* es posible desarrollar un producto natural de higiene bucal sensorialmente agradable al combinar el extracto de la planta con yerbabuena y menta. Con el polvo de mármol se obtuvo un bloque no estructural, dándole así un uso a este desecho y evitando la contaminación. El fleje elaborado a partir de PET cumple con los requerimientos para ser utilizado por las industrias de la región. *Conclusión:* los proyectos han permitido a la comunidad académica del instituto interactuar con las comunidades donde se elaboraron los mismos, ya que el objetivo principal es impactar en el desarrollo sustentable de la región.

**Palabras clave:** contaminación, desecho, ingeniería aplicada, proyecto sustentable, reciclaje.



## SUSTAINABLE PROJECTS RUN FOR THE LOW MIXTECA REGION IN THE STATE OF PUEBLA, MEXICO

**Abstract.** *Introduction:* The results of three projects carried out at the Instituto Tecnológico Superior de Tepexi during 2014-2015 are presented, which were aimed at the development of one of the poorest regions in Mexico. *Method:* The first project consisted in the preparation of an oral hygiene product from the shoquillo plant (*Rhus chondroloma*), for which infusions of the plant with other species were evaluated, determining their acceptance through a sensory analysis. In the second project, a building block was made of marble cutting waste, which was combined with other construction products, and their physicochemical properties were determined based on the standards applicable to these products. The last project consisted in the manufacture of a strap from PET bottles, checking its resistance and elongation. *Results:* It is possible to develop a natural oral hygiene product that is pleasant to the senses when combining the plant extract with mint and peppermint. Using marble powder, a non-structural block was obtained, thus making use of this waste and avoiding pollution. The strap made from PET meets the requirements to be used by industries in the region. *Conclusion:* The projects have enabled the institute's academic community to interact with the communities where they were carried out, since the main objective is to make an impact on the sustainable development of the region.

**Keywords:** pollution, waste, applied engineering, sustainable project, recycling.

## PROJETOS SUSTENTÁVEIS DESENVOLVIDOS PARA A REGIÃO MIXTECA BAIXA DO ESTADO DE PUEBLA, MÉXICO

**Resumo.** *Introdução:* apresentam-se os resultados de três projetos elaborados no Instituto Tecnológico Superior de Tepexi, durante o período 2014-2015, os quais buscam o desenvolvimento de uma das regiões mais pobres do México. *Metodologia:* o primeiro projeto consistiu na preparação de um produto de higiene bucal a partir da planta zumaque (*Rhus chondroloma*), para isso se avaliaram infusões da planta com outras espécies, determinando sua aceitação mediante uma análise sensorial. No segundo projeto, elaborou-se um tijolo de construção a partir do resíduo de corte de mármore combinado com outros produtos para a construção, sendo consideradas suas propriedades físico-químicas com base nas normas aplicáveis a esses produtos. O último projeto consistiu na fabricação de uma cinta a partir de garrafas PET, comprovando assim sua resistência e alongação. *Resultados:* é possível desenvolver um produto natural de higiene bucal sensorialmente agradável ao combinar o extrato da planta zumaque com erva-doce e menta. Com o pó do mármore, obteve-se um tijolo não estrutural, dando assim um uso a esse resíduo e evitando a poluição. A cinta elaborada a partir da garrafa PET cumpre com os requisitos para ser utilizada pelas indústrias da região. *Conclusão:* os projetos permitem à comunidade acadêmica do instituto interagir com as comunidades onde foram elaborados, já que o objetivo principal é impactar no desenvolvimento sustentável da região.

**Palavras-chave:** engenharia aplicada, poluição, projeto sustentável, reciclagem, resíduos.

## 1. Introducción

La Mixteca es una zona cultural, económica y política que comparten los estados de Puebla, Guerrero y Oaxaca. Está localizada al sur de México y abarca una superficie aproximada de mil kilómetros cuadrados. Los habitantes de esta región se denominan a sí mismos *Nuu Savii* (“Pueblo de lluvia”), pero comúnmente son conocidos como mixtecos [1]. La Mixteca se subdivide en tres áreas: Mixteca Baja (zona noroeste del estado de Oaxaca y el suroeste de Puebla), Mixteca Alta (noreste de

Guerrero y el oeste de Oaxaca), y la Mixteca de la Costa (compartida por los estados de Guerrero y Oaxaca) (figura 1) [2]. A pesar de las riquezas con las que cuenta la región, de acuerdo con el último censo realizado por el INEGI en el 2010, la Mixteca Baja es una de las más pobres de México [3]. Por esta razón, es necesario impulsar el desarrollo de estas zonas vulnerables, implementando proyectos basados en el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, de modo que permitan generar riquezas, competitividad y empleo.



**Figura 1.** Estados que integran la región Mixteca

Fuente: [2]

## 2. Descripción socioambiental de la zona y justificación del estudio

La Mixteca Poblana Baja está constituida por diversos municipios, entre los que se destaca Tepexi de Rodríguez. Este municipio se encuentra ubicado en la parte sur del estado, su territorio es de 412,05 km<sup>2</sup> de extensión, con una población de 20 478 habitantes, aproximadamente [4]. Exhibe gran diversidad de vegetación: zonas de matorral crasicuale (asociado a cardonal), selva baja caducifolia, zona de chaparrales y palmeras, pequeños bosques de encino y pastizales.

Además, presenta canteras de mármol, travertino, laja y ónix, así como minas de carbón y de plomo [5].

Socialmente, el municipio registra un índice de marginación de 0,5343 (catalogado como alto), por lo que ocupa el lugar 82 con respecto al resto de los municipios del estado, y el 730 con respecto al contexto nacional [3, 6].

Las principales actividades económicas del lugar son la agricultura, la extracción y la transformación del mármol. La agricultura presenta dificultades, ya que los campesinos dependen de las condiciones del clima para el logro de sus cosechas. La escasez de

lluvia, las nevadas o sequías ocasionan pérdidas, por lo cual para la población depender de un solo cultivo o actividad no asegura su solvencia económica. Además, la extracción y transformación del mármol se ve limitada, pues se requiere de la inversión económica y la adquisición de maquinaria no costeable para toda la población. La mayoría de las personas laboran con salarios mínimos y pocas condiciones de seguridad e higiene. Por otro lado, la industria genera gran cantidad de desperdicios, que al no ser controlados, producen daños en la salud y el medio ambiente [7]. Anualmente en la zona de Tepexi de Rodríguez se generan aproximadamente 145 560 m<sup>3</sup> de desechos [8]. Los vertederos son al aire libre, lo que causa erosión de la tierra e infertilidad en los campos (figura 2), y a través de décadas de explotación, estos tiraderos han afectado el entorno visual del municipio.



**Figura 2.** Daño al medio ambiente producido por el desecho del polvo de mármol

Fuente: elaboración propia

Las instituciones de educación superior (IES) cuentan con la capacidad técnica y científica, así como con la conciencia ecológica para generar proyectos sustentables que impulsen el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores. Por esto, es de vital importancia que las mismas, pero sobre todo los estudiantes, se involucren en la solución de los problemas que aquejan a las localidades donde viven.

## 2.1 Importancia de los proyectos sustentables para mejorar las condiciones de vida de la población

La marginación se asocia a la carencia de oportunidades sociales y a la ausencia de capacidades para adquirirlas, en consecuencia, las comunidades marginadas enfrentan escenarios de elevada vulnerabilidad social y económica [6]. La calidad de vida está íntimamente ligada a la calidad ambiental, y las personas menos favorecidas económicamente son las más vulnerables a la degradación del medio ambiente, pues no cuentan con los recursos para adaptarse a su medio, y mucho menos conservarlo [9]. La importancia de aplicar proyectos con un enfoque sustentable dentro de las regiones pobres, radica en que sus tres ejes fomentan el desarrollo económico de las comunidades, preservando el medio ambiente y buscando la equidad social, mejorando así las condiciones de vida de la población [9].

## 3. Estado del arte

Existen algunos estudios reportados en la literatura que han sentado las bases de proyectos de desarrollo sustentable en diferentes zonas de la región de la Mixteca Poblana. Estos trabajos están basados en la conservación de las especies vegetales silvestres útiles, cuyo estado puede ser evaluado inicialmente a través del conocimiento empírico de los habitantes de estas zonas de estudio. Dichos trabajos buscaron contribuir al desarrollo sustentable de la región, al elaborar inventarios de plantas útiles con el fin de generar alternativas de negocio. En este caso, se realizó una valoración socioeconómica y ecológica para determinar prioridades de conservación en la Mixteca Poblana. En el caso de los catálogos, se reportaron especies endémicas útiles en la reforestación de zonas donde haga falta (como lo es este caso de estudio). Otras especies de plantas fueron catalogadas como alternativa de negocio por su potencial económico, por ejemplo, la pitaya, el cuatomate y algunas especies de agave. Este último en la fabricación de mezcal, debido a que se comparte la denominación de origen con los estados mexicanos de Guerrero y Oaxaca. Cabe remarcar que, salvo el mezcal —cuyo proceso de destilación data del siglo XVI— y algunos licores y mermeladas de pitaya, con la llegada de los

españoles a México no se reportan esfuerzos por desarrollar algún otro producto procesado. Algunas otras variedades de plantas son reconocidas por sus cualidades curativas o analgésicas, entre otras [10-11].

Otros ejemplos de proyectos de investigación desarrollados han sido direccionados hacia el estudio y cuidado del hábitat de animales silvestres, como el venado cola blanca (*Odocoileus Virginianus*), oriundo de esta zona [12-13]. De igual forma, está el estudio de pastoreo caprino en épocas de sequías, para así explorar posibles tipos de manejo que minimicen los efectos negativos que estos herbívoros pudieran tener sobre la vegetación, al mismo tiempo que se consideren las necesidades económicas y sociales de los ganaderos de esta región [14].

En el panorama internacional, en América Latina existen diferentes ejemplos de proyectos de desarrollo sustentable que han contribuido al progreso de regiones con diferentes problemáticas. Un ejemplo exitoso es el desarrollo sostenible de la acuicultura [15]. La intención de estos proyectos es resarcir la marginación de los pueblos indígenas, puesto que esto no es un fenómeno actual, es una historia que se viene arrastrando desde hace cientos de años con la intención de frenar los fenómenos de migración debidos a la pobreza extrema que se enfrenta en estas comunidades [16-17]; sobre todo en países con mayor desigualdad, este tipo de proyectos tienen mayor relevancia [18]. La realidad en América Latina exige —así como la de México, en donde se localizan zonas de alta marginación y pobreza— la participación de las instituciones de educación superior (IES) como gestoras del desarrollo local, ya que estas, además de ser generadoras del conocimiento, generan gran capital humano [19].

## 4. Metodología

Esta investigación está fundamentada en un estudio de campo que permitió analizar el estado social, económico y ambiental de la zona de Tepexi de Rodríguez. A partir de este estudio se realizaron tres proyectos:

- Desarrollo de un producto natural de higiene bucal a partir de la planta shoquillo (*Rhus chondroloma*).
- Obtención de un bloque de construcción con base en el desecho de corte generado por la industria marmolera.
- Diseño de un fleje a partir del reciclado de botellas PET.

A continuación, se describe la metodología llevada a cabo en cada uno de ellos.

### 4.1 Desarrollo de un producto natural de higiene bucal a partir de la planta shoquillo (*Rhus chondroloma*)

#### 4.1.1 Recolección de la planta

La planta shoquillo (figura 3a) se recolectó en agosto, en la localidad Lomas de San Francisco, en el municipio de Tepexi de Rodríguez, estado de Puebla, México. A las plantas se les cortaron las ramas con tijeras de podar, y estas fueron colocadas en bolsas de papel para su posterior procesamiento. A las ramas se les extrajeron de forma manual las hojas en el laboratorio de la institución (figura 3b). Estas hojas se lavaron con abundante



(a)



(b)

**Figura 3.** (a) Planta silvestre shoquillo (*Rhus chondroloma*); (b) extracción manual de las hojas de la planta shoquillo

Fuente: elaboración propia

agua corriente, sin utilizar detergente, ya que la finalidad era eliminar el polvo. Luego, se colocaron en un horno (FE-291, marca FELISA) a 25°C durante 24h, manteniéndolas ahí hasta su utilización.

#### 4.1.2 Determinación de la fórmula y proceso de elaboración del enjuague

Para la elaboración del enjuague bucal se combinó la planta shoquillo con otras especies como menta (*Mentha piperita*), yerbabuena (*Mentha spicata*), canela (*Cinnamomum zeylanicum*), y anís estrella (*Illicium verum*), en diferentes proporciones (tabla 1). Las especies utilizadas fueron elegidas con base en las propiedades farmacológicas reportadas en la literatura (esta información se detallará en la sección de discusión). Las especias se adquirieron en el mercado local de forma deshidratada.

El proceso de elaboración del enjuague consistió en mezclar las especies de cada una de las fórmulas con 240 mL de agua, sometiéndolos a infusión durante 5 minutos. De las cinco formulaciones se eligió una, con base en sus características organolépticas. En la figura 4 se presentan las formulaciones evaluadas.

**Tabla 1.** Formulaciones evaluadas para la elaboración del enjuague bucal con base en la planta shoquillo

Fórmula	Contenido (g)	Especie vegetal
F1	10	Hojas de shoquillo
	2	Pétalos de rosa
	1	Yerbabuena
F2	10	Hojas de shoquillo
	2	Pétalos de rosa
	1	Yerbabuena
	1	Menta
F3	10	Hojas de shoquillo
	2	Pétalos de rosa
	1	Canela
	1	Menta
F4	10	Hojas de shoquillo
	1	Yerbabuena
	1	Menta
F5	10	Hojas de shoquillo
	1	Yerbabuena
	1	Anís estrella

Fuente: elaboración propia



**Figura 4.** Formulaciones evaluadas en la elaboración del enjuague bucal

Fuente: elaboración propia

#### 4.1.3 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial del enjuague se realizó mediante una escala hedónica de nueve puntos. En esta escala se incluyeron extremos de “Me gusta extremadamente” a “Me disgusta extremadamente” (figura 5). La prueba se aplicó en Tepexi

de Rodríguez, Puebla. El número total de panelistas fue de 100 personas, con un rango de edad de 15 a 60 años. Las muestras fueron codificadas de manera aleatoria y presentadas a los panelistas en su presentación final. De los datos reportados, se obtuvo la calificación promedio.



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE  
TEPEJI DE RODRÍGUEZ.**



**EVALUACIÓN SENSORIAL**

Producto: **ENJUAGUE BUCAL**

Fecha: \_\_\_\_\_

Le agradecemos de antemano su participación en esta evaluación sensorial. Toda la información que nos proporcionen nos será de mucha utilidad.

Por favor, facilítenos la siguiente información marcando con una "X" la casilla correspondiente:

**Género:** Femenino\_\_\_\_ Masculino\_\_\_\_

<b>Rango de edad</b>	<b>Frecuencia de consumo de este producto</b>
( ) De 10 a 20 años	( ) Muy frecuente (diario)
( ) De 21 a 40 años	( ) Frecuente (una vez cada semana)
( ) De 41 a 60 años	( ) Poco frecuente (una vez al mes)
( ) De 60 a 80 años	( ) Casi nunca

A continuación, usted realizará una evaluación sensorial de enjuague bucal, el orden de degustación será de izquierda a derecha. Deberá beber un poco de agua antes y entre cada muestra.

Indique cuanto le gusta o disgusta cada muestra marcando con una "X" de acuerdo a la escala proporcionada.

<b>ESCALA</b>	<b>Muestra:_____</b>	<b>Muestra:_____</b>
Me gusta extremadamente		
Me gusta mucho		
Me gusta moderadamente		
Me gusta ligeramente		
Ni me gusta ni me disgusta		
Me disgusta ligeramente		
Me disgusta moderadamente		
Me disgusta mucho		
Me disgusta extremadamente		

¿Cuál de las muestras le gusto más? ¿Porque?

\_\_\_\_\_

¿Sabía usted que los enjuagues bucales contienen alcohol, y que el uso prolongado podría dañar el esmalte de sus dientes? \_\_\_\_\_

**GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN. QUE TENGA BUEN DÍA.**

**Figura 5.** Formato para la evaluación sensorial del enjuague bucal  
Fuente: elaboración propia

## 4.2 Obtención de un bloque de construcción con base en el desecho de corte generado por la industria marmolera

### 4.2.1 Proceso de elaboración del bloque con base en polvo de mármol

El proceso de fabricación del bloque propuesto consistió en hacer un conglomerado mezclando los siguientes compuestos: tepetzil, cemento portland, residuos de polvo de mármol y agua en diferentes proporciones, evaluándose dos muestras M1 y M2 (tabla 2). Las mezclas se colocaron en moldes con dimensiones 14 cm x 20 cm x 40 cm, y compactada por medio de vibración y prensado, depositándolos en tarimas para el proceso de secado al sol durante 48 horas (figura 6).

**Tabla 2.** Composición de los bloques con base en polvo de mármol

Material	Composición (%)	
	M1	M2
Residuo mármol	55	35
Tepetzil	31	51
Cemento	6	6
Agua	8	8

Fuente: elaboración propia

### 4.2.2 Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del bloque

A los bloques elaborados M1 y M2 se les realizaron pruebas con el fin de determinar su dimensión, su resistencia a la compresión y la absorción de agua conforme a las normas mexicanas NMX-C-441-ON-NCCE [20-23], que rigen la elaboración de bloques, tabiques, ladrillos y tabicones. Dichas pruebas se realizaron en el Laboratorio Integral de la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

## 4.3 Diseño de un fleje a partir del reciclado de botellas PET

### 4.3.1 Proceso para la obtención de las tiras de PET y pegado

El proceso para la obtención del fleje a partir de botellas de PET, consistió en la adquisición de la botella en centros de acopio de material reciclado con las siguientes especificaciones: cuerpo liso y capacidad de 2,5-3 L. Se eliminó la parte superior e inferior de la botella (pico y base), y se cortó el cuerpo en tiras con dimensiones específicas, según la aplicación del fleje. Una vez obtenidas las tiras, se realizó el pegado de las mismas. Se sujetaron las puntas de las tiras en placas de aluminio con igual dimensión que la tira, se aplicó una temperatura de 115 °C durante 8 s (método 1), y (método 2). Luego se empleó un prensado en frío mediante placas



(a)

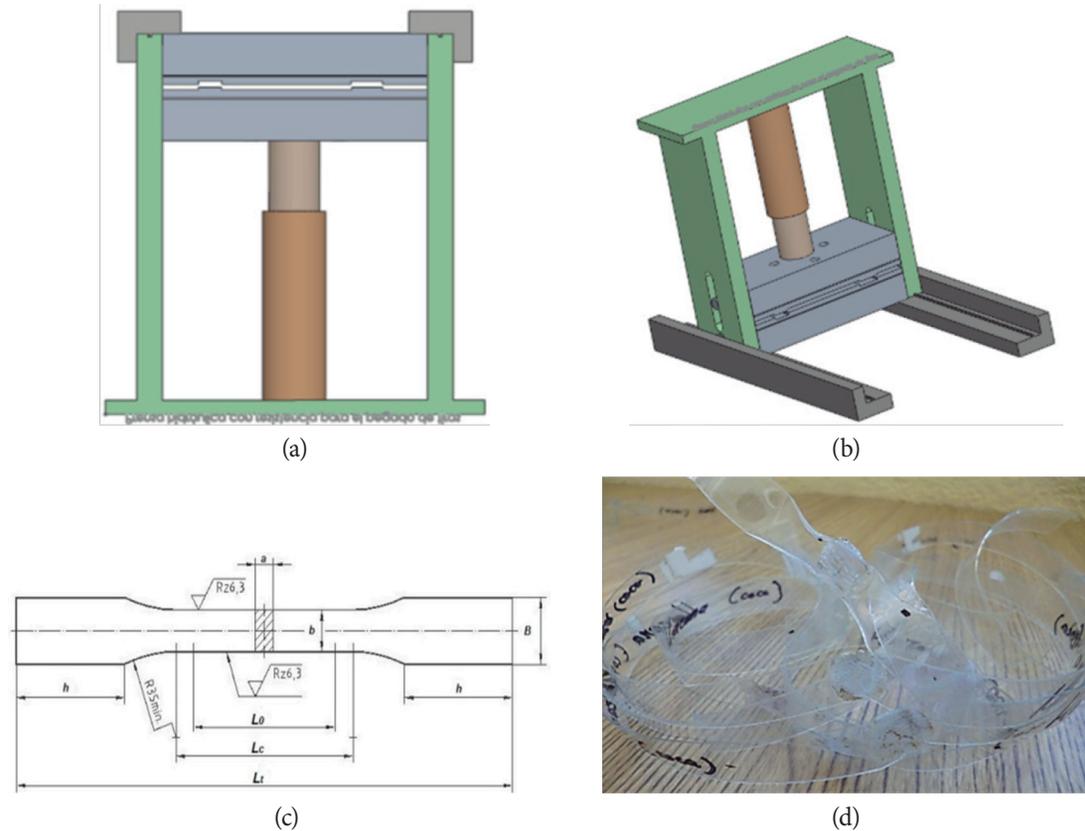


(b)

**Figura 6.** (a) Preparación; (b) mezclado mecánico de las muestras  
Fuente: elaboración propia

de acero con un revestimiento de caucho duro. En las figuras 7a y 7b, se muestra el prototipo de la máquina de pegado; su función es aplicar calor en las placas, y al

mismo tiempo generar una presión mediante un pistón, logrando así que el material selle por completo.



**Figura 7.** (a) y (b) Simulación del prototipo de la máquina de pegado de las tiras de PET por termo fusión; (c) diagrama de la probeta para prueba  $a =$  Espesor  $b =$  Ancho probeta,  $B =$  La anchura de los fines que se agarra (aprox.  $1.2 b + 3 \text{ mm}$ ),  $h =$  Longitud en los extremos que se agarra (aprox.  $2 b + 10 \text{ mm}$ ),  $L_0 =$  Longitud calibrada inicial,  $L_c =$  Longitud paralela ( $L_c \geq L_0 + 1.5$ ),  $L_t =$  Longitud total de probeta, Probetas obtenidas para evaluar las propiedades mecánicas

Fuente: (a), (b) y (d) elaboración propia; (c) [24]

### 4.3.2 Evaluación de las propiedades de elongación y resistencia del fleje

Una vez pegadas las tiras y elaborado el fleje, se realizó la evaluación de las propiedades mecánicas: elongación (alargamiento máximo al esfuerzo antes de su rotura, %); y resistencia (máxima fuerza soportada,  $N$ ). De acuerdo con la norma DIN-50-125 [24] (figura 7c), se elaboraron seis probetas con las especificaciones señaladas en la tabla 3. La figura 7d muestra las tiras de PET obtenidas para las pruebas mecánicas. Las muestras 1 y 2 corresponden a las tiras de PET, la 3 y 4 son los flejes elaborados con el método de pegado 1, y las muestras 5 y 6 son los flejes obtenidos con el método de pegado 2.

**Tabla 3.** Dimensiones de las muestras de PET evaluadas

Dimensiones	Muestra 1, 3, 5	Muestra 2, 4, 6
$a$	3 mm	4 mm
$b$	8 mm	10 mm
$B$	12 mm	15 mm
$h$	26 mm	30 mm
$L_0$	30 mm	35 mm
$L_c$	38 mm	45 mm
$L_t$	115 mm	135 mm

Fuente: elaboración propia

Las pruebas de resistencia y elongación se realizaron en la máquina universal para prueba de materiales AG-IC 100 KN Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan (figura 8), en el Laboratorio de Metrología Básica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).



**Figura 8.** Máquina universal de prueba para materiales utilizada en la evaluación de la resistencia y elongación del fleje  
Fuente: elaboración propia

## 5. Resultados

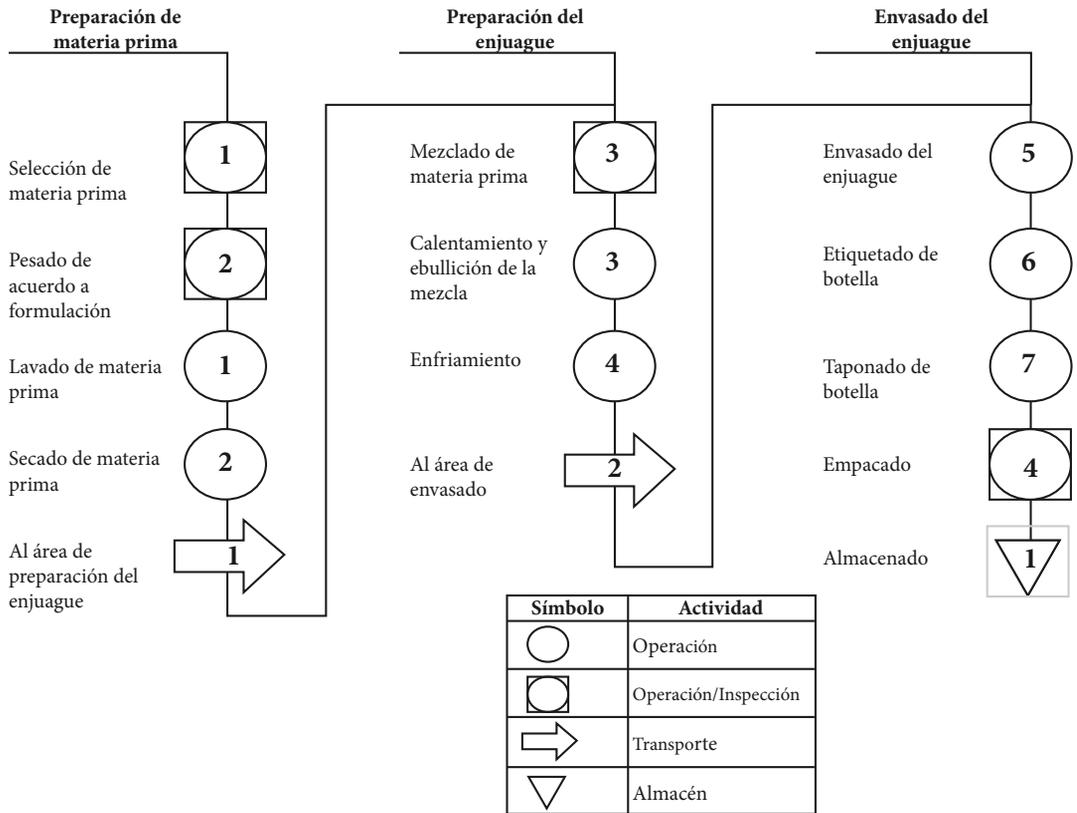
### 5.1 Desarrollo de un producto natural de higiene bucal a partir de la planta shoquillo (*Rhus chondroloma*)

Las especies utilizadas en las diferentes formulaciones se eligieron con base en sus propiedades farmacológicas, con la finalidad de potencializar la acción bactericida y mejorar las características organolépticas. La menta (*Mentha piperita*) posee propiedades antisépticas, y es muy utilizada en la industria de los alimentos y cosmética [25]. Esta misma propiedad bactericida la presenta la yerba buena (*Mentha spicata*), al inhibir el crecimiento de microorganismos Gram positivos, negativos y levaduras, tal y como lo describen en su estudio Montes et. al. [26]. Por otro lado, se ha reportado que la canela (*Cinnamomum zeylanicum*) exhibe propiedades antiinflamatorias, y la especie bacteriana *Streptococcus mutans*, responsable de la formación de placas en los dientes, es sensible al extracto acuoso de esta especie [27]. El anís estrella (*Illicium*

*verum*) también presenta potentes características bactericidas [28]. Además, estas especies vegetales son comúnmente utilizadas en la industria de los alimentos por que presentan un sabor y olor agradable. Al evaluar las características organolépticas de las cinco fórmulas propuestas mediante la evaluación sensorial, el 71% de los panelistas ubicaron la fórmula F3 dentro de la escala “me gusta mucho y me gusta moderadamente”, siendo esta la más aceptada sensorialmente. No así las fórmulas F1, F2, F4 y F5, en las cuales los panelistas mencionaron que presentaban un sabor fuerte y amargo, por lo que fueron rechazadas. A fin de mejorar la apariencia (color) del enjuague, se decidió utilizar en algunas formulaciones pétalos de rosa (*Rosa sp.*) como un colorante de origen natural, debido a que el extracto acuoso directo de la planta shoquillo presenta un color café poco llamativo para fines de mercadotecnia, tal como lo demuestran diversos estudios [29-32]. Como se ha definido en la tabla 1, la fórmula F3 contiene, además de la planta shoquillo, menta y canela; estas últimas especies posiblemente mejoraron las características de sabor y olor del enjuague, haciéndolo sensorialmente más agradable y, farmacológicamente, la menta y la canela podrían potencializar la acción del enjuague. Otra de las ventajas es que se presenta un producto libre de conservantes y colorantes artificiales. Muchos fabricantes de productos químicos, de cuidado personal, alimenticios, farmacéuticos y biotecnológicos han reconocido la tendencia del consumidor hacia productos verdes, naturales u orgánicos. El proceso propuesto para la industrialización del enjuague bucal es muy sencillo (figura 9).

El proceso de elaboración del enjuague bucal se encuentra dividido en las siguientes etapas:

- *La preparación de las hojas o preparación de la planta.* Consiste en seleccionar solo las hojas maduras, ya que según las encuestas realizadas a los pobladores de la zona, son las que presentan la acción de fortalecer los dientes.
- *Etapas de infusión.* Se mezclan las especies vegetales con 240 mL de agua y se somete a ebullición en un periodo corto de tiempo.
- *Envasado y etiquetado del producto.* En esta se utilizarán los envases del producto, con la información e instrucciones de uso.

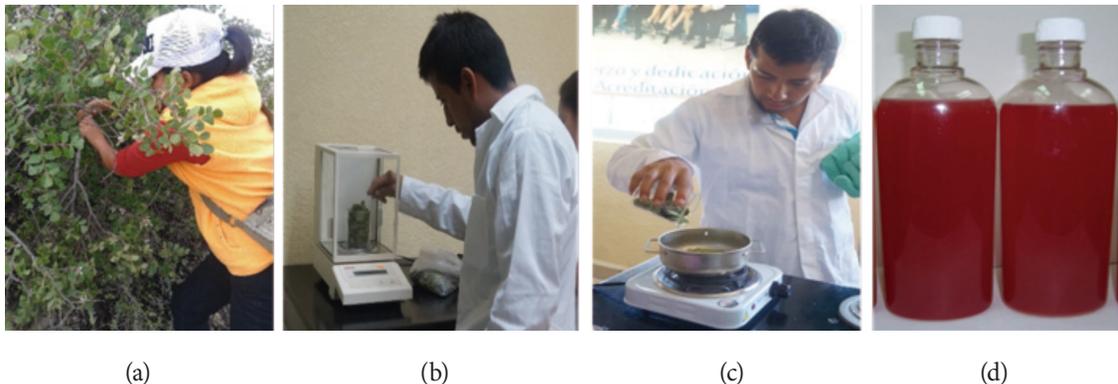


**Figura 9.** Diagrama de flujo de proceso del enjuague a base de la planta shoquillo  
Fuente: elaboración propia

En la figura 10 se pueden observar a algunos estudiantes realizando los pasos anteriormente descritos.

Con los resultados obtenidos en este proyecto, se pretende dar a conocer a los pobladores la metodología

para elaborar el enjuague bucal, con la finalidad de que puedan comercializarlo y sea una fuente de empleo, y así contribuir a la economía de los pobladores.



**Figura 10.** Proceso para la elaboración del enjuague bucal: (a) recolección; (b) preparación de las hojas; (c) infusión; (d) envasado  
Fuente: elaboración propia

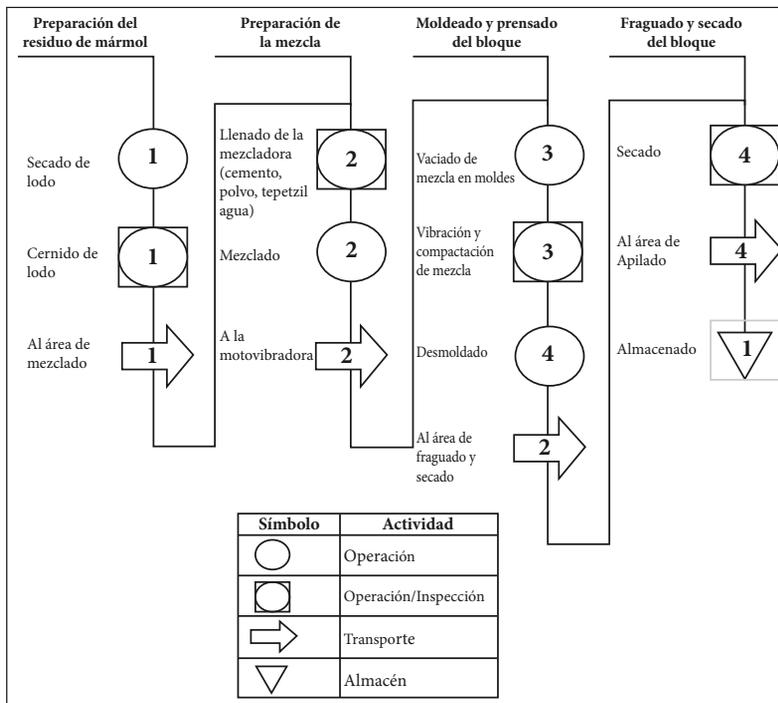
### 5.2 Obtención de un bloque de construcción con base en el desecho de corte generado por la industria marmolera

La industria marmolera en la región genera anualmente grandes cantidades de desperdicios, sobre todo polvo producido por el corte de la piedra. Los componentes del residuo son el carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) y óxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), sustancias que, libres en el medio ambiente y a elevadas concentraciones, provocan daños en las vías respiratorias [33]. En este proyecto se plantea que la población utilice el polvo de mármol para elaborar un bloque de construcción, con el objetivo de darle una aplicación y valor agregado, evitando que sea tratado como desperdicio y depositado irracionalmente en barrancas, y así brindarle una opción más de empleo. El procedimiento para la elaboración del bloque de residuo de mármol es el mismo que se realiza para un bloque convencional, tal

como se puede observar en la figura 11a. El producto ya terminado se muestra en la figura 11b.

Una de las vertientes de la sustentabilidad busca impactar benéficamente en el aspecto económico de la población. Así, en el propósito de que el bloque propuesto en esta investigación sea aceptado en el mercado de la construcción y puede ser adoptado como una fuente de empleo, es necesario que cumpla con las normas mexicanas NMX-C-441-ONNCCE [20-23], que rigen la elaboración de bloques, tabiques, ladrillos y tabicones. En este sentido, a las muestras (M1 y M2) se les realizaron pruebas con el fin de determinar su dimensión, su resistencia a la compresión y la absorción de agua. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 4.

Los resultados obtenidos en las pruebas de dimensión muestran que la composición de las mezclas no alteran las dimensiones del producto. Por otro lado, en la absorción de agua, se observó que M1 absorbe menos agua (19,43 ± 5,55 %) que M2. Sin embargo, ambas muestras cumplen con el parámetro



(a)

(b)

**Figura 11.** (a) Proceso general de fabricación del bloque a base a polvo de mármol; (b) bloque de construcción con base en el residuo de polvo de mármol

Fuente: elaboración propia

**Tabla 4.** Dimensiones, porcentaje de absorción de agua y resistencia a la compresión de los bloques evaluados. Se presenta el promedio de tres ensayos  $\pm$  SD

Mezcla	Dimensiones		Absorción agua (%)	Resistencia a la Compresión
	Ancho	Largo		
M1	Ancho	140,4 $\pm$ 0,5	19,43 $\pm$ 5,55	376,58 $\pm$ 18,04
	Alto	198,4 $\pm$ 0,5		
	Largo	400,6 $\pm$ 0,9		
M2	Ancho	140,6 $\pm$ 0,5	23,91 $\pm$ 0,25	210,45 $\pm$ 31,87
	Alto	198,8 $\pm$ 0,8		
	Largo	401,2 $\pm$ 1,1		

\*Desviación estándar

Fuente: elaboración propia

establecido por la norma, el cual especifica un máximo de absorción. Con respecto a la prueba de resistencia a la compresión, la mezcla M2 no cumple con el valor mínimo propuesto por la norma (294,2 Pa), y la mezcla M1 supera dicho valor (376,58 $\pm$ 18,04 Pa).

De acuerdo con los resultados obtenidos, la mezcla M1 cumple con todas las características (dimensiones, resistencia a la compresión y absorción de agua) requeridas por las normas, para actuar como un material de construcción de uso no estructural. Dentro de las aplicaciones de este tipo de material se encuentra el uso en fachadas, muros divisorios y medianeros [34]. Los pobladores de la región podrían darle un valor agregado a este desecho y, al mismo tiempo, disminuir la contaminación ambiental que genera.

### 5.3 Diseño de un fleje a partir del reciclado de botellas PET

México es el segundo consumidor a nivel internacional de la resina PET para la producción de botellas. El 52% de los envases elaborados de PET se utilizan en la distribución de refrescos, y nuestro país es el tercer consumidor mundial de estas bebidas. Anualmente, se producen alrededor de millones de toneladas de residuos sólidos, e incrementa la producción en un 2,2% cada año [35]. La botella PET se degrada en aproximadamente de 100 a 1000 años, y al ser desechada al medio ambiente, genera un problema de contaminación [36].

Este proyecto presenta un método innovador para la reutilización de la botella de PET en la obtención de un fleje (figura 7), sin utilizar el proceso

de extrusión, ya que este proceso, aunque es el más utilizado para el reciclaje, genera gran contaminación por la quema de combustibles fósiles. El fleje es una cinta utilizada a fin de asegurar o fijar el embalaje de diversos productos mayoritariamente pesados como loseta de mármol, cajas de cartón, bloques de madera, pacas de ropa, algodón y paquetes de folletos, entre otros.

El fleje diseñado en esta investigación se realizó utilizando medidas comerciales y enfocándolo a los requerimientos solicitados por la industria marmolera, debido a que es una de las empresas más importantes de la región. Esta industria necesita un fleje con una resistencia mínima de 248,11 N para embalar un metro cuadrado de loseta de mármol.

En la tabla 5 se presentan los resultados obtenidos de la resistencia y elongación de las muestras evaluadas.

**Tabla 5.** Resistencia y elongación de las muestras. Se presenta el promedio de tres ensayos  $\pm$  SD

Muestra	Resistencia	Elongación
	Máxima fuerza N	Máxima deformación
1	365,59 $\pm$ 26,67	4,36 $\pm$ 1,03
2	539,56 $\pm$ 75,41	3,50 $\pm$ 1,51
3	369,81 $\pm$ 18,83	5,56 $\pm$ 1,66
4	371,48 $\pm$ 61,00	2,02 $\pm$ 0,20
5	271,84 $\pm$ 78,85	3,15 $\pm$ 0,97
6	397,86 $\pm$ 67,37	6,20 $\pm$ 3,58

Fuente: elaboración propia

Los resultados en la prueba de resistencia reflejan que todas las muestras en promedio soportan más de 248,11 N, por lo que pueden ser utilizadas para el embalaje de mármol. Las muestras 2 y 6 son las que, en promedio, tienen una mayor resistencia.

Con respecto a la elongación, se observa que las muestras 1, 3 y 6 presentan un mayor porcentaje de elongación. La elongación es el cambio en la forma que experimenta un material bajo tensión, y representa cuánto puede ser estirada una muestra antes de que se rompa. El fleje obtenido con el método de pegado presenta la resistencia y elongación adecuada para el embalaje de mármol.

Con base en los resultados sobre la funcionalidad de este fleje y con la finalidad de que sea comercializado, se definió el diagrama de flujo para la obtención del producto (figura 12).

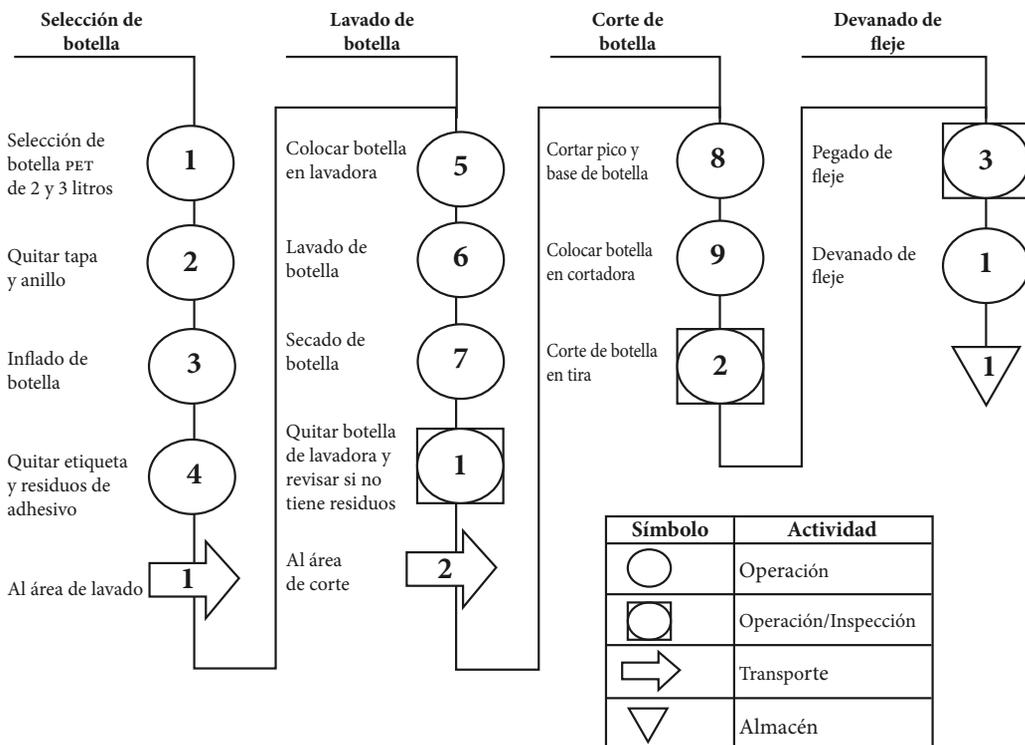
El fleje obtenido con base en botella PET es una alternativa ecológica e innovadora para el embalaje de productos de la industria marmolera. Al cubrir las necesidades de esta industria, se indica que su uso también puede ser adoptado por otras empresas,

como por ejemplo, zapateras, colchoneras, empaquetadoras de desperdicios de cartón, imprentas, etc.

### 6. Discusión

En la actualidad es necesario generar proyectos con un concepto de sustentabilidad, y que puedan transferir rápida y eficazmente los resultados de investigación a habitantes de las zonas de estudio. Esta necesidad es más urgente en el caso de los países en vías de desarrollo [37]. Como todos los trabajos de desarrollo sostenible, es necesario que se centren en las grandes áreas del mismo:

- *Ecológica.* El desarrollo de las actividades propuestas están a favor de la conservación de los ecosistemas, haciendo que el impacto a los mismos se reduzca al mínimo [38].
- *Social.* En esta se busca que los habitantes de las zonas donde se efectúan estos proyectos, logren una



**Figura 12.** Diagrama de flujo de proceso de elaboración de fleje  
Fuente: elaboración propia

mejor calidad de vida y bienestar para cada uno de los individuos que componen una sociedad [38].

- *Económica*. Capacidad para contribuir al desarrollo económico en el ámbito de creación de nuevas alternativas que permitan un crecimiento económico [38].

A fin de estar en capacidad de generar proyectos de esta envergadura en zonas marginadas como lo es la de este estudio, se presentan grandes retos, ya que muchos de los proyectos y estudios realizados son generados por personas o instituciones externas a la zona en cuestión. Esta situación genera a los habitantes de estos lugares desconfianza y poco sentido de pertenencia, pues esta sociedad ve a los foráneos como intrusos que solo llegan a criticar el trabajo que llevan realizando por años de la misma forma (sea errónea o no). Existen pocos estudios en desarrollo sostenible en zonas en las que hay mucha gente produciendo poco, es decir, donde existe una baja productividad del trabajo, menores ingresos y, en consecuencia, mayor índice de pobreza (como es este caso) [39-42]. Por otro lado, se ha observado que la gran mayoría de esfuerzos se centran en detonar zonas rurales con alto atractivo turístico, o que sus zonas son propicias para la agricultura a gran escala [43-44].

Por lo tanto, es necesario generar iniciativas que, a través de las academias, generen un verdadero factor de cambio, y que sean las instituciones de educación superior (IES) de las zonas de estudio las encargadas de detonar este tipo de proyectos, tanto por la identidad de las mismas en dichas zonas, como por la cercanía de la población estudiantil a los problemas que tienen los habitantes de sus comunidades.

Además, se da un valor agregado al conocimiento de las sociedades en las cuales se trabaja, esto debido a que se aterriza el conocimiento empírico, y a su vez este tipo de proyectos, al ser rentables económicamente, generara alternativas de negocio.

En las zonas con alto grado de marginación — como en el caso de estudio [37] —, las IES son las únicas que cuentan con la capacidad técnica, científica y con conciencia ecológica para generar dichos proyectos. Si a esto se le suma que los trabajos aquí presentados los genera una institución de la región, la cual involucra estudiantes de la zona, propicia el respeto a la cultura, a la forma de pensar de los pobladores y el sentido de pertenencia de los mismos, dichos

proyectos tienen mayor aceptación por la gente, ya que quienes los realizan son sus hijos y/o los vecinos de sus propias comunidades [44]. Como se ha mencionado, Tepexi de Rodríguez es una zona con carencias económicas, sociales y con un grado de contaminación debido a la transformación de mármol, sin embargo, no existen en la literatura proyectos sustentables enfocados en esta zona.

Los trabajos aquí expuestos están diseñados con el objetivo primordial de desarrollarse mediante la orientación de académicos y estudiantes, así como con la población de las zonas donde se implementen, sin la necesidad de equipos especializados y con conocimientos de ingeniería básica. Por ejemplo, el proceso de fabricación del enjuague consiste básicamente en la infusión de las especies vegetales. Las plantas propuestas son de fácil adquisición, e incluso cultivadas en los hogares; los equipos tales como báscula, ollas de acero inoxidable, parrilla eléctrica o estufa, utensilios de cocina y material para el envasado, también están al alcance de la población. Por lo tanto, la factibilidad técnica y económica del proyecto para la transferencia a la comunidad no representa una gran inversión para su elaboración y la recuperación de la misma a corto plazo.

Por otro lado, la factibilidad técnica para la transferencia de la tecnología en la elaboración del bloque de polvo de mármol, no representa mayor complejidad en el proceso. Los equipos utilizados son los mismos para la fabricación de un bloque o adoquín, productos que actualmente se elaboran y comercializan en la región. La ventaja económica se ve reflejada en que el polvo del mármol, componente principal del bloque, es depositado y abandonado en las barrancas del municipio disminuyendo el costo de fabricación del mismo. Ahora bien, el prototipo diseñado para la elaboración del fleje representa factibilidad técnica en cada uno de los procesos, como son en el lavado e inflado de la botella, el corte y el devanado del mismo, así como su proceso de unión por medio de termofusión. Respecto a los materiales utilizados en la elaboración de este fleje, al ser de botella reciclable, los centros de acopio serían los proveedores principales de la misma. La ventaja económica también se ve reflejada en el proceso, ya que es un simple corte de material y no un proceso de extrusión, como lo son los procesos actuales de fabricación de flejes.

## 7. Conclusiones

Las investigaciones presentadas permiten visualizar con claridad la importancia de generar proyectos sustentables para la región de la Mixteca Poblana, que vinculen a la Academia de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez con la comunidad, fomentando así la cooperación entre los dos actores en el propósito de contribuir al progreso y desarrollo, tanto económico, como social, además de impulsar la cultura de respeto y conservación del medio ambiente.

Aprovechar recursos tales como el shoquillo, desperdicios de la manufactura del mármol y reutilizar las botellas PET, implica beneficios directos a la población, al generar nuevas fuentes de empleo, subsanar daños a los habitantes y al medio ambiente. Se recomienda ahora aplicar estos proyectos para evaluar su impacto real en el desarrollo de la población y se exhorta a otras instituciones educativas de la zona a que contribuyan en la generación de ideas que permitan aprovechar, de manera sustentable, los recursos naturales, con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de la población.

## Referencias

- [1] D. Mindek, "Mixtecos", en *Pueblos Indígenas del México Contemporáneo*, México, CONACULTA-ENAH, pp. 5-12, 2003. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/11727/mixtecos.pdf>
- [2] R. Guerrero-Arenas, E. Jiménez-Hidalgo & H. Santiago Romero, "La transformación de los ecosistemas de la Mixteca Alta oaxaqueña desde el Pleistoceno Tardío hasta el Holoceno", *Ciencia y Mar*, vol. XIV, n.º 40, pp. 61-68. 2010. Disponible en: [http://www.umar.mx/revistas/40/Mixteca\\_Pleistoceno-CyM-40.pdf](http://www.umar.mx/revistas/40/Mixteca_Pleistoceno-CyM-40.pdf)
- [3] Consejo Nacional de la Población-CONAPO, "Estimaciones del CONAPO con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010. Población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio Cuadro B.0.", 2010.
- [4] Instituto Nacional de Estadística y Geografía-INEGI, "Banco de indicadores" [Página de Internet], 2010.
- [5] Secretaría de Economía-SE, "Cadena productiva del mármol", 2012. Disponible en: [http://economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/cadena\\_productiva\\_marmol.pdf](http://economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/cadena_productiva_marmol.pdf)
- [6] Consejo Nacional de la Población-CONAPO, "Cuadro B.21. Puebla: Población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación, lugar que ocupa en el contexto nacional y estatal por municipio", 2010. Disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices\\_de\\_Marginacion\\_Publicaciones](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_Publicaciones)
- [7] Secretaría de Desarrollo Social, "Catálogo de localidades", 2013. Disponible en: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?ent=21&mun=169>.
- [8] A. Cortes. *Elaboración de un recubrimiento a base de desechos del corte de piedra de mármol*, Informe Técnico de Residencia Profesional, Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez, Tepexi de Rodríguez, Puebla, p. 5, 2015.
- [9] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, "Medio ambiente y pobreza, en detalle", 2015. Disponible en: [http://www.teamstoendpoverty.org/wq\\_pages/es/visages/environnement\\_detail.php](http://www.teamstoendpoverty.org/wq_pages/es/visages/environnement_detail.php)
- [10] A. Martínez-Pérez, P. A. López, A. Gil-Muñoz & J. A. Cuevas-Sánchez, "Plantas silvestres útiles y prioritarias identificadas en la Mixteca Poblana, México", *Acta botánica mexicana*, vol. 98, pp. 73-98, 2012. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-71512012000100005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512012000100005)
- [11] N. Gutiérrez-Rangel, A. Medina-Galicia, I. Ocampo-Fletes, P. Antonio-López & M. E. Pedraza-Santos, "Conocimiento tradicional del 'cuatomate' (*Solanum glaucescens* Zucc) en la Mixteca Baja Poblana, México", *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, vol. 8, n.º 3, pp. 406-420, 2011. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-54722011000300006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722011000300006&lng=es&tlng=es)
- [12] O. A. Villarreal, R. Espino-Barros, F. Guevara-Viera, J. Franco-Guerra, J. E. Hernández-Hernández, S. Romero-Castañón & T. Barrera-Hernández, "Evaluación de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre del venado cola blanca en la región Mixteca, México", *Zootecnia Tropical*, vol. 26, n.º 3, pp. 395-398. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692008000300053&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692008000300053&lng=es&tlng=es)
- [13] C. de J. Ocaña Parada, D. Jiménez García, J. A. Galicia Domínguez, O. Romero Arenas, F. X. Plata Pérez & O. A. Villarreal Espino-Barros, "Evaluation of the Habitat of the White Tail Deer (*Odocoileus virginianus*) in the Protected Natural Area, State Park 'Flor Del Bosque', Puebla, Mexico", *Int. J. PLAn and Env. Sci*, vol. 6, n.º 1, 2016. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/304581828\\_EVALUATION\\_OF\\_THE\\_HABITAT\\_OF\\_THE\\_WHITE\\_TAIL\\_DEER\\_ODOCOILEUS\\_VIRGINIANUS\\_IN\\_THE\\_PROTECTED\\_NATURAL\\_AREA\\_STATE\\_PARK\\_FLOR\\_DEL\\_BOSQUE\\_PUEBLA\\_MEXICO](https://www.researchgate.net/publication/304581828_EVALUATION_OF_THE_HABITAT_OF_THE_WHITE_TAIL_DEER_ODOCOILEUS_VIRGINIANUS_IN_THE_PROTECTED_NATURAL_AREA_STATE_PARK_FLOR_DEL_BOSQUE_PUEBLA_MEXICO)

- [14] E. Baraza Ruiz & J. P. Estrella-Ruiz, "Manejo sustentable de los recursos naturales guiado por proyectos científicos en la Mixteca Poblana Mexicana", *Ecosistemas* vol. 17, n.o 2, pp. 3-9. mayo 2008, Disponible en: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/98>
- [15] J. T. Ponce-Palafox, O. Romero-Cruz, S. Castillo-Vargasmachuca, P. Arteaga-Nochebuena, M. Ulloa-García, R. González-Sala, et al., "El desarrollo sostenible de la acuicultura en América Latina", *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, vol. VII, n.o 7, julio del 2006. Disponible en <http://w.redalyc.org/articulo.oa?id=63612753004>
- [16] R. Rosas-Vargas, "Exclusión, marginación y desarrollo de los pueblos indígenas", *Ra Ximhai*, vol. 3, pp. 693-705, 2007. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46130304>
- [17] S. M. Godoy, O. Rebecchi, A. Las Heras & R. C. Argentina, "El sistema de asentamientos rurales de la provincia de corrientes. Sus perspectivas de desarrollo endógeno para la permanencia del hombre rural en su hábitat", *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*, Resumen s-034, pp. 1-4. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2004/1-Sociales/S-034.pdf>
- [18] S. Torres-Barraza, A. Pedroza-Sandoval, J. Ruiz-Torres, R. Trejo-Calzada, J. A. Chávez-Rivero & S. A. Carmona Veyna, "Desarrollo Integral en Comunidades Marginadas en Zonas Áridas del Norte de Durango, Mexico", *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, vol. IX, pp. 45-52. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455545062008>
- [19] A. González-Hernández, "La universidad como factor de desarrollo local sustentable", *Ra Ximhai*, vol. 9, pp. 65-78, 2013. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46127074007>
- [20] Norma Mexicana NMX-C-441-ONNCE-2013, Industria de la construcción- bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso no estructural-especificaciones, 2013.
- [21] Norma Mexicana NMX-C-038-ONNCE-2013, Industria de la construcción-determinación de las dimensiones bloques, tabiques o ladrillos y tabicones, 2013.
- [22] Norma Mexicana NMX-C-036-ONNCE-2013, Industria de la construcción-bloques, tabiques o ladrillos y adoquines —Resistencia a la compresión— Método de prueba, 2013. Disponible en: <http://onnce.org.mx/images/normas/normas23.pdf>
- [23] Norma Mexicana NMX-C-037-ONNCE-2013, Industria de la construcción —bloques, tabiques o ladrillos y tabicones— Determinación de la absorción de agua y absorción inicial de agua, 2013.
- [24] Comité de Normas Alemán DIN-50-125, Área normalizada para una figura plana. Disponible en: <http://wenku.baidu.com/view/0d4b4c9851e79b896802263b.html>
- [25] E. Sánchez, D. García, C. Carballo & M. Crespo, "Estudio farmacognóstico de *Mentha x piperita* L. (toronjil de menta)", *Rev. Cubana Plant. Med.*, vol. 1, n.o 3, pp. 40-45, sept.-dic. de 1996.
- [26] M. A. Montes, T. Wilkomirsky, L. Valenzuela, H. Bello & F. Osses, "Essential oils from some labiatac growing in the Bio-Bio, Chile *Rosmarinus officianalis* L., *Mentha ulegium* L. y *Mentha spicata* L.; components and antimicrobial activity", *Anales de la Real Academia de Farmacia*. vol. 57, n.o 3, pp. 425-438, 1991.
- [27] Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana, "Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional" [Página de Internet]. Disponible en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx>.
- [28] R. Mukhopadhyay, M. Miró & A. Anerjee, "Actividad antimicrobiana de *Illicium verum* Hook. f.", *Ars Pharmaceutica*, vol. 42, pp. 209-220, 2001. Disponible en: <http://www.ugr.es/~ars/abstract/42-209-01.pdf>
- [29] V. Packard. *Las formas ocultas de la propaganda*, Buenos Aires, Editorial Sudamericana, 1992, pp. 15-20.
- [30] Marketing Directo, *La psicología del color: cómo las empresas utilizan el color para remarcar sus valores* [Página de Internet], 2013.
- [31] A. Ruiz de Eguinio, "Colorimetría: el color de los negocios". Disponible en: <http://erretres.com/driven-bydesign/colorimetria-el-color-de-los-negocios-2/>
- [32] Reason Why, "10 colores para vender más" [Página de Internet], 2013. Disponible en: <http://www.reasonwhy.es/actualidad/branding/10-colores-para-vender-mas>
- [33] D. Garcés-Carbonell, A. Matsuno-Fushigamo, J. B. Fernández-Ocampo & A. V. García-Caballero, "Prevalencia y factores asociados a neumoconiosis en trabajadores mineros de una minera aurífera, Perú", *Rev. Soc. Peruana de Neumología*, vol. 2, n.º 49, pp. 95-100, 2005. Disponible en: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/enfermedades\\_torax/v49\\_n2/pdf/a02.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/enfermedades_torax/v49_n2/pdf/a02.pdf)
- [34] Universidad Nacional Abierta y a Distancia, *Lección 9. Mampostería* [Página de Internet].
- [35] Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública-CESOB, "Residuos Sólidos Urbanos de México", en *Reporte CESOB*, n.o 51, pp. 5-10, 2012. Disponible en: <http://www3.diputados.gob.mx/camara/content/download/274147/851591/file/Reporte-51-Residuo-solidos-urbanos-Mexico.pdf>.
- [36] A. Vázquez-Morillas, R. Espinosa-Valdemar, M. Beltrán Villavicencio & M. Velasco-Pérez, *El reciclaje de los plásticos*.

- [37] A. Guillen, M. H. Badii, M. Blanco M. & K. Sáenz, "La participación ciudadana en el contexto de desarrollo", *Innovaciones de Negocios*, vol. 5, n.o 1, pp. 131-146, 2008. Disponible en: [http://www.web.facpya.uanl.mx/rev\\_in/Revistas/5.1/A10.pdf](http://www.web.facpya.uanl.mx/rev_in/Revistas/5.1/A10.pdf)
- [38] Gobierno de la Republica Federal Mexicana, "Plan nacional de desarrollo 2013-2018", Gobierno de la Republica, 2013. Disponible en: <http://pnd.gob.mx/wp-content/uploads/2013/05/PND.pdf>
- [39] Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, "La pobreza en la población indígena de México, 2012", Primera edición, julio del 2014.
- [40] Consejo Nacional de la Población-CONAPO, "Estimaciones del CONAPO con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010. Población total, indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación y lugar que ocupa en el contexto nacional por municipio Cuadro B.0.", 2010.
- [41] M. A. Ramírez Mocarro, "Desarrollo sustentable en áreas rurales marginadas: entre la sobrevivencia y la conservación", *Papeles de Población*, vol. 4, pp. 123-141. 1998. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11201806>
- [42] E. González-González, "Turismo Rural Sustentable, propuesta en la Comunidad Rural de San Javier, Municipio de Cucurpe Sonora, México", *Palermo Business Review*, Special Issue, pp. 53-72. Disponible en: <http://www.repotur.gov.ar/bitstream/handle/123456789/178/PBR-edicion-especial-04.pdf?sequence=1>
- [43] B. Martínez-Corona, "Género, Sustentabilidad y Empoderamiento en Proyectos Ecoturísticos de Mujeres Indígenas", *La Ventana*, n.o 17, 2003, México, pp. 188-217, Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88401708>
- [44] B. E. Gutiérrez-Barba & M. C. Martínez-Rodríguez, "El plan de acción para el desarrollo sustentable en las instituciones de Educación Superior. Escenarios posibles", *Revista de la Educación Superior*, vol. xxxix(2), n.º 154, abril-junio del 2010, pp. 111-132. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-27602010000200006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602010000200006)