

# Glass Recycling in Caño Martín Peña

Authors: Julia Afthim, Tatyana  
Barthold, Eduardo Carrillo, and  
Newton Le

# Table of Contents

Header	Page Number
Title Page	1
Table of Contents	2
The Authors	3
Acknowledgements	4
Intent and Summary	5
Identifying the Problem	6
Interviews	7-11
Survey	12-14
Data	15-21
Uses of Glass Bottles Recycling	22-23
Conclusions	24
Recommendations	25-27

# The Authors

This guidebook is a deliverable provided to the ENLACE Cooperation from a team of students researching at Worcester Polytechnic Institute, located in Worcester, Massachusetts to complete the Interactive Qualifying Project (IQP). The team worked with ENLACE on this project for 7 week in Worcester Massachusetts (January 12-March 4, 2022) as well as 7 week in San Juan, Puerto Rico (March 14-May 3, 2022).



**Julia  
Afthim**

Chemical  
Engineering  
Major at  
Worcester  
Polytechnic  
Institute

Class of 2023

Contact:  
jmafthim@wpi.edu



**Tatyana  
Barthold**

Biomedical  
Engineering  
Major at  
Worcester  
Polytechnic  
Institute

Class of 2023

Contact:  
tabarthold@wpi.edu



**Eduardo  
Carrillo**

Chemical  
Engineering  
Major at  
Worcester  
Polytechnic  
Institute

Class of 2023

Contact:  
eacarrillo@wpi.edu



**Newton  
Le**

Aerospace  
Engineering  
Major at  
Worcester  
Polytechnic  
Institute

Class of 2023

Contact:  
nnle@wpi.edu

# Acknowledgements

Our team would like to acknowledge the contributions of the following individuals for their role in helping us complete our project. First, we would like to give a huge thank you to Francisco De La Cruz for his continual support and guidance. We are grateful to Francisco for connecting us with individuals and organizations that gave us valuable information for our project.

We are thankful for Professors Brigitte Servatius and Alex Sphar, our advisors, for pushing us to work harder. They helped shape our project and set a writing standard that continued until its completion. We would also like to acknowledge Scott Jiusto and John-Michael Davis for their contribution to the initial stages of our project.

ENLACE provided input and assistance along the way including but not limited to: Carlos Muñoz Pérez who worked with Francisco to shape our project; José Bauza for assisting us in our research on the glass circular economy; Estelí Capote, Miguel Naveira, Kimberly Perez, and Estrella Santiago who all provided input to our project proposal; and José Caraballo for assisting us during our surveys around the Caño.

OLIN Labs was very open to sharing their research with our team. We would like to thank Rebecca Popowsky for sharing her work on innovating projects such as soil-less soil with our team.

We would like to thank José Mercado Quintana, a manager of Bloques Caribe, and Rubén González Abreu, an owner of Reciclaje Del Norte, for taking time out of their schedules to share their initiatives for glass recycling.

Finally, we would like to thank the businesses around the Caño that provided us enlightening and detailed survey responses.



# Intent and Summary

This guidebook's intended purpose is to provide information to Caño 3.7 on the feasibility of glass recycling in the Caño Martín Peña area. In this guidebook, we will recount the problem identification, background information, research, and analysis that led our team to the final recommendations and conclusions about implementing glass-waste recycling in the Caño Martín Peña area.



# Identifying the Problem

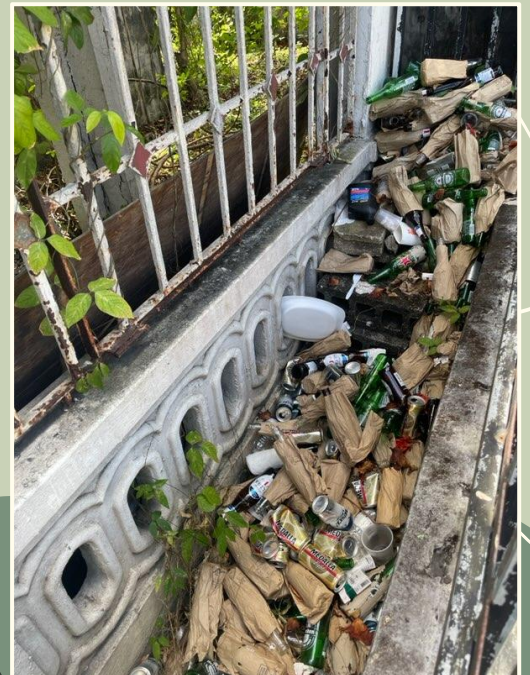


## POLLUTION IN THE CANAL

Since the 1930s, residents in and outside of the Caño Martín Peña area have been dumping their waste into the canal. The pollution in the canal has built up to the point where the canal no longer flows from the two large bodies of water it connects (World Habitat, 2016).

## GLASS WASTE

After walking around the community, our team observed multiple businesses selling glass beer bottles that were then left in trash cans or throughout the streets. These glass materials could be used for several of the current projects at ENLACE, including landfill cover material, construction materials, or even art materials for local micro-businesses.



# Interviews

## Why conduct interviews?

1. To accurately communicate the ideas being presented to ENLACE and the participant.
2. Questions are developed to the interview liking, have the interview go in a certain direction.

## How to conduct an interview properly?

1. Before going in, determine how the interview should be structured (formally, loosely), this depends on the results you are looking for.
2. Understand who you are interviewing and adjust accordingly.

## How to come up with interviews questions?

1. Questions are the foundation to an interview, be sure any question asked are related to your topic of the interview.
2. Ask question in a way that will motivate the interview is answer, stay respectful and polite.

# Interviews

## Interview with Miguel Naveira: Coordinator at Martín Peña Recicla, INC.

Interview conducted on March 25th, 2022 at ENLACE, followed by a tour of MPR's facility.

The purpose for this interview was to gain an understanding what the recycling conditions are in the communities surrounding the Caño Martín Peña.

According to Miguel, the community is engaged with the efforts for recycling, however the challenge lies in educating them on how to recycle since often the trash set aside for recycling can be contaminated with other substances. To address this issue, Martín Peña Recicla has provided the community with detailed instructions on how to set aside trash for recycling, for example plastic containers must be clean and cardboard must be dry. In the future, Martín Peña Recicla seeks to educate children on environmental consciousness, collect and recycle materials that would instead go to landfills, create jobs, and most importantly increase the environmental value for the community surrounding the canal.

Background on Miguel Naveira:  
Graduate student studying Environmental Science.

Before working at Martín Peña Recicla, he worked in Urban and infrastructure at ENLACE as a developer in green infrastructure and housing development.



### Overview on Martín Peña Recicla INC.:

Martín Peña Recicla, INC. was established in 2011.

Recycle plastic types 1 and 2, paper, cardboard, and aluminum.

Martín Peña Recicla, INC. has only two employees, which receive \$4,000 a month in funding from the San Juan municipality.

From 2011 to 2020, MPR has collected and recycled **90,000 pounds** of the above materials!



# Interviews

## Interview with Jose Mercado Quintana from Bloques Caribe Inc.

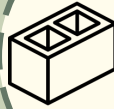
Interview conducted on April 22th, 2022 at Bloques Caribe Guaynabo, followed by a tour of the facilities.

The purpose for this interview was to learn about the cement blocks manufacturing process using glass aggregate. The glass used in this process is provided by environmental groups that have verbal agreements with Bloques Caribe Inc.

Each glass bottle collected is shredded by a glass pulverizer, the shredded glass is added with limestone grains to produce a concrete mixture. After this mixture is created, it is then formed into block-like shapes and dried for 24 hours.



Background on Jose Mercado Quintana: Jose is the administrator for Bloques Caribe Inc. In our interview, Jose informed our group that his dad was in the same business and that's why he currently in the construction business. Now he takes a more environmental approach; since 2000, Jose has been working on incorporating glass with cement block and construction.



### Overview on Bloques Caribe Inc.:

- Bloques Caribe Inc., is a construction company that produces concrete blocks, specifically made from limestone and shredded glass.
- In the past year, they sold approximately **9.7 million cement blocks** across the island of Puerto Rico.

# Interviews

## Interview with Rubén González Abreu from Reciclaje del Norte.

Interview conducted on April 22th, 2022 at Reciclaje del Norte, followed by a tour of their facility.

The purpose for this interview was to learn about the the recycling process in the Caño Martín Peña area. Our team also want to understand why RDN stopped recycling glass and if they would considering starting it again.

According to Rubén, there is no market for glass. To reduce losses, RDN charges \$0.25 per pound of glass to people who recycle glass to their distribution centers. RDN also charges a custom fee to private companies that hired RDN to collect recycling from the businesses.

Background on Rubén González Abreu from Reciclaje del Norte: Rubén is a manager for RDN. He is also one of the 32 owners of RDN.



### Overview on Reciclaje del Norte:

- RDN recycling centers has been operating since 1996 in Puerto Rico.
- RDN collects recyclable material from businesses and homes.
- They then prepare these materials to either be exported to them off the island or sell them domestically to clients.



# Interviews

## Interview with Rebecca Popowsky from OLIN Labs.

Interview was conducted on April 26th, 2022 over Google Meetings

The purpose for this interview was to learn about OLIN Lab to gain more information about their current research on the soil-less soil project. Our team also inquired about other OLIN projects that could utilize pulverized glass.

They work with glass sizes similar to the composition of ASTM C33 concrete sand.

Background on Rebecca: She is the OLIN Labs external research coordinator. Her main focus currently to provide project management for the soil-less soil project



# OLIN

Background on OLIN Labs:

- Conducting research on the soil-less soil for four years.
- Beginning research on using pulverized glass for dredge material in Baltimore, Maryland.

# Survey



## Why conduct Surveys?

1. Collect a variety of information (behavior, opinions, statistics, etc.)
2. Measure the ideas of a community issue and how that relates to the topic you're interested in

## When should surveys be conducted?

1. When you need to collect information quickly
2. Collecting larger samples of data

## Advantages to a Survey:

1. Cost efficient
2. Wide range of participants
3. Recorded data
4. Can reach a larger audience

# Survey

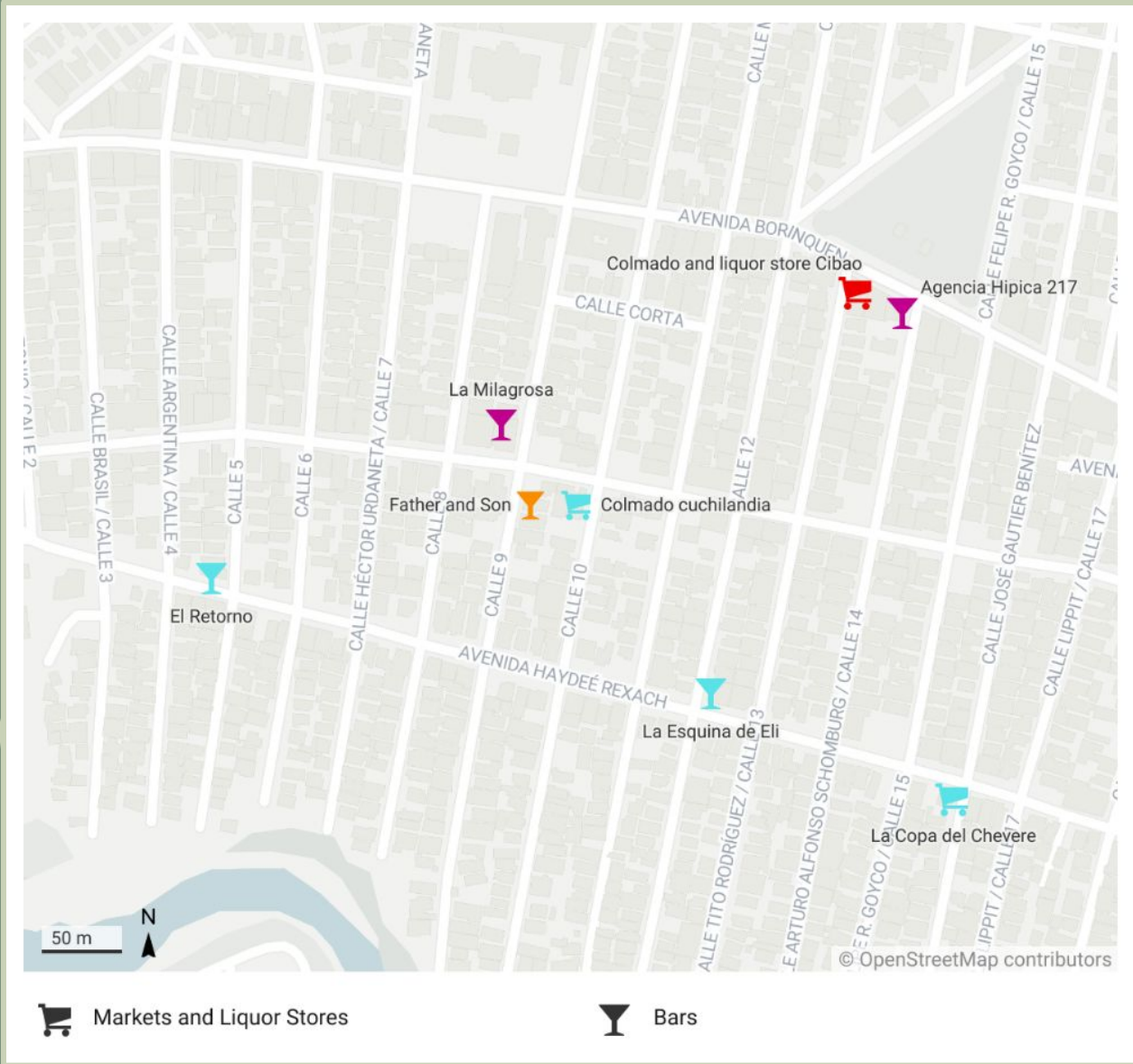


## Survey Questions:

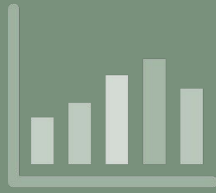
### Questions on survey:

- Name of Participant
- Name of Establishment
- Job Title
- On average, how many bottles do you sell in your establishment per week?
  - 0-25
  - 25-50
  - 75-100
  - 125-150
  - 150-175
  - 175-200
  - 200+
- Do you participate in recycling?
  - Yes
  - No
- Would you be willing to participate (in recycling) if there was some incentive (ex. business promotion, money, other)?
  - Yes
  - No
- Which incentive would best appeal to you?
  - Promotion
  - Money
  - Other
- Where do you get your beers and soda (glass) bottles from?
- Would you be willing to put a poster in your establishment about recycling?

# Map of Surveyed Businesses

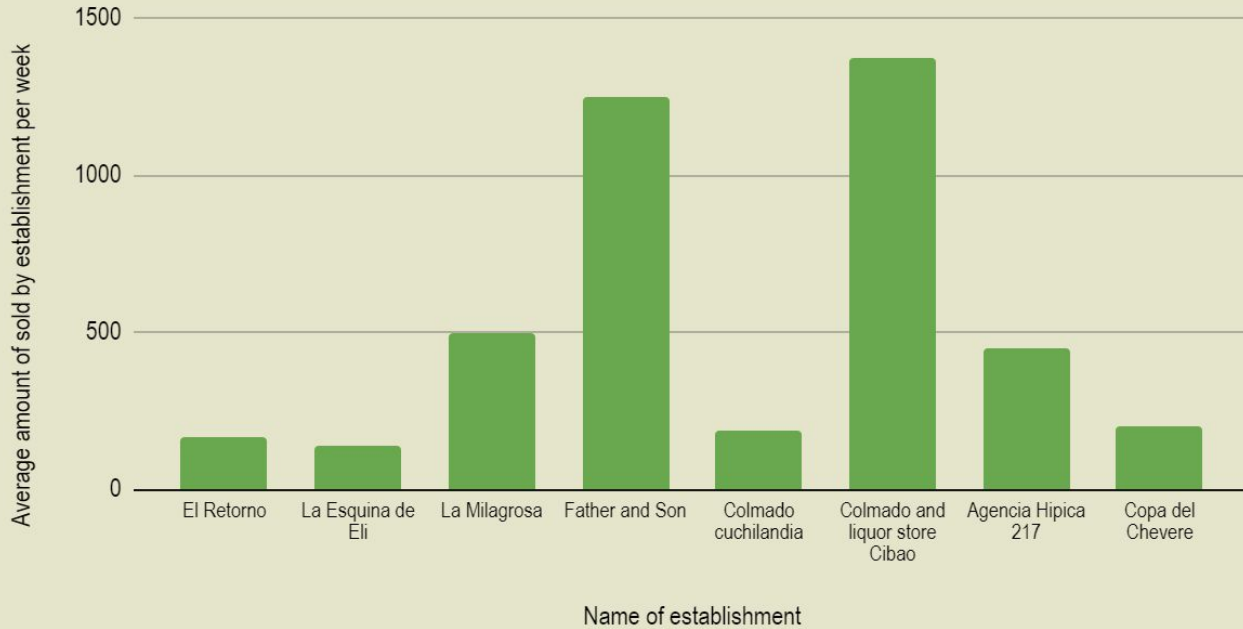


# Data



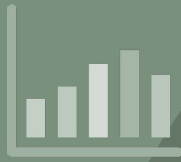
Through our efforts, we were able to conduct 8 surveys.

## Average number of bottles sold by establishment per week in the north side of the Caño Martín Peña



Name of establishment	Average number of bottles sold by establishment per week
El Retorno	163
La Esquina de Eli	138
La Milagrosa	500
Father and Son	1,250
Colmado cuchilandia	188
Colmado and liquor store Cibao	1,375
Agencia Hipica 217	450
Copa del Chevere	200

# Data

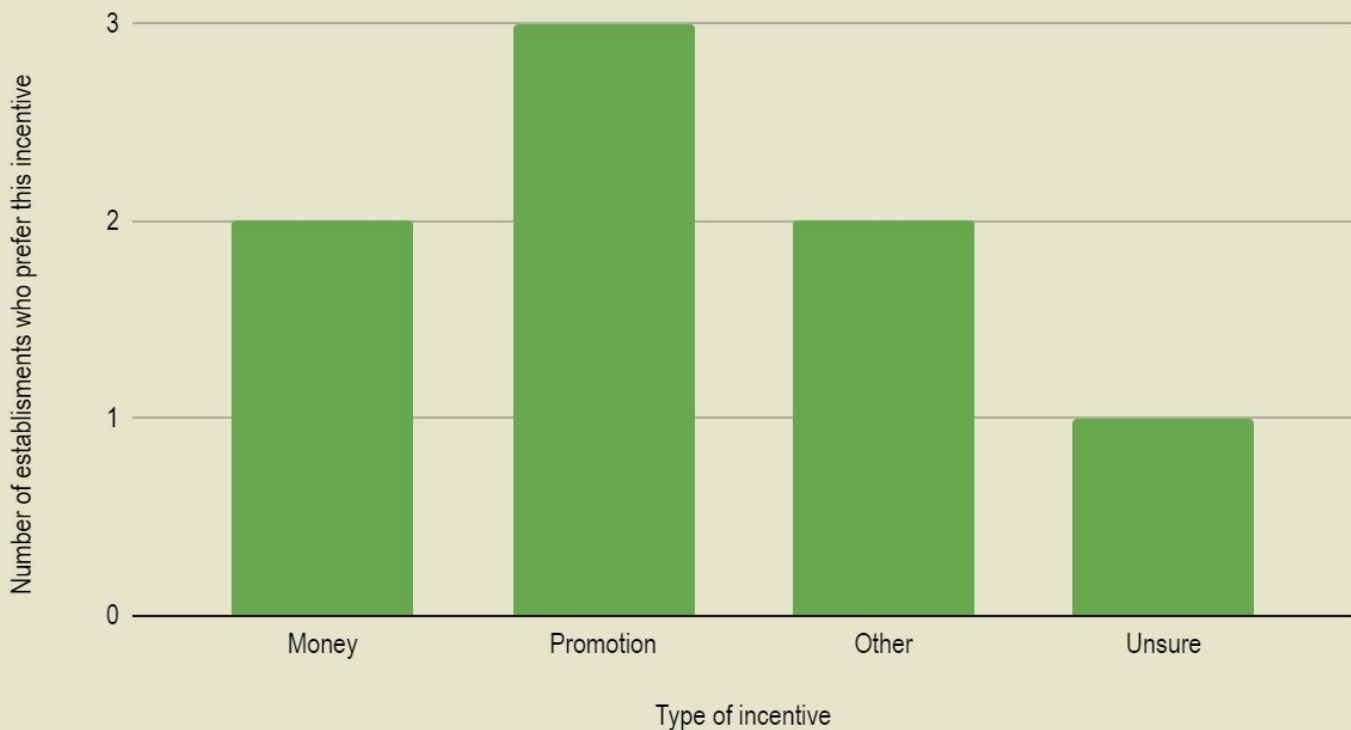


We asked the surveyed businesses what incentives they would prefer. Here are the results from that survey question:

Image of team walking through Caño Martín Peña with community leader Jose Caraballo



## Preferred Incentives for Glass Recycling





# Data



**100%** of establishments who participated in this survey said they do not currently participate in any form of recycling.

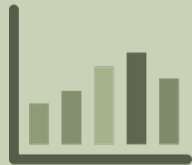
**100%** of establishments who participated in this survey said they would participate in recycling if there was an incentive involved.

**6 out of 8 (75%)** of establishment who participated in this survey were open to the idea of hanging an informational poster about recycling in their business.



Images taken outside a bar on April 13th, 2022 by our team while surveying.

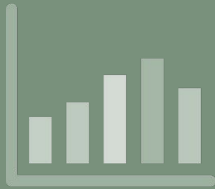
# Data



From our survey, the team analyzed the weekly bottle sales to calculate the annual number of bottles sold.

Name of establishment	Bottles sold per year
El Retorno	8,476
La Esquina de Eli	7,176
La Milagrosa	26,000
Father and Son	65,000
Colmado cuchilandia	9,776
Colmado and liquor store Cibao	71,500
Agencia Hipica 217	23,400
Copa del Chevere	10,400
<b>Total</b>	<b>221,728</b>

# Data

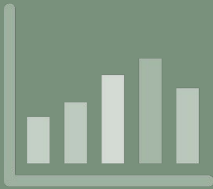


We estimated the weight of each glass bottle to be 200 grams and multiplied it by the yearly number of bottles sold. The resulting value was then converted to metric tons using the conversion: 1000000 grams is equal to 1 metric ton.

Sample calculations for El Retorno  
 $(8476 * 200) / 1000000$   
 $= 1.70$  metric tons

Name of establishment	Metric tons of glass sold per year
El Retorno	1.70
La Esquina de Eli	1.44
La Milagrosa	5.20
Father and Son	13.00
Colmado cuchilandia	1.96
Colmado and liquor store Cibao	14.30
Agencia Hipica 217	4.68
Copa del Chevere	2.08
<b>Total</b>	<b>44.35</b>

# Data



Bloques Caribe manufactures 8"x8"x16" cement blocks. We calculated how much money Bloques Caribe saves from substituting limestone grains with glass aggregate.

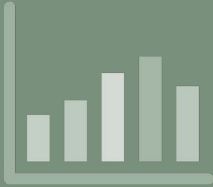
8"x8"x16" Cement block weighs 13600 grams. 11% of the weight is made with glass.

Glass weight in grams, per 8"x8"x16" block	1496
Glass weight in tons, per 8"x8"x16" block	0.0015

The cost to purchase 1 ton of limestone is \$35

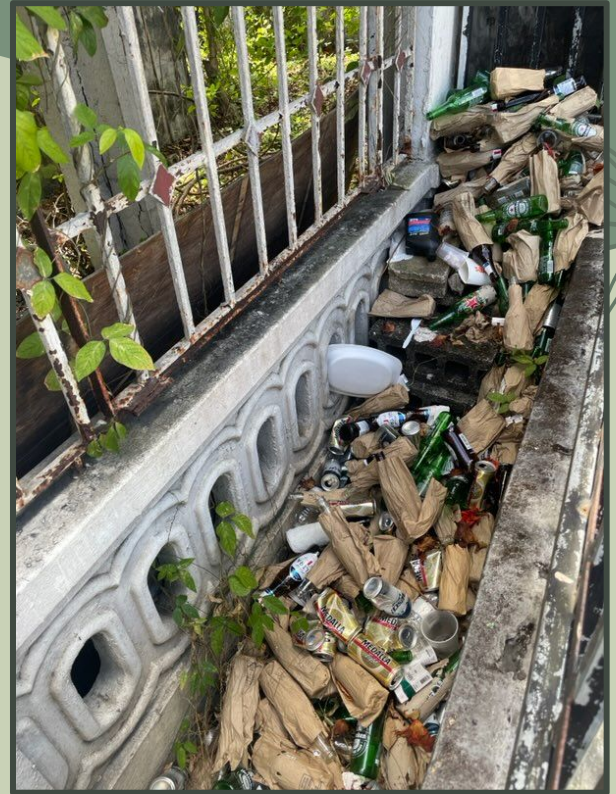
Cost savings of glass in cement blocks per block	0.05
Cost savings from using glass for last year's cement blocks sold	\$507892

# Data



The cost to send a ton of material to the San Juan landfill is \$42

If we were to send the bottles from the survey area to the landfill:



Total cost in USD of glass waste in dumped in landfill per year from surveyed businesses

**\$1863**

# Uses of Glass Bottle Recycling



## Cement Blocks

Following Bloques Caribe Inc Manufacturing Process

**Glass aggregate added to cement blocks:**

- Reduces 11% in manufacturing costs per block
- Easy to train workers on Andela GP-Mini



For example:  
Bloques Caribe saves  
**\$507,892**  
In estimated annual  
limestone material savings

# Uses of Glass Bottle Recycling



## Soil-Less Soil

Following OLIN Lab Research

### Advantages:

- Machinery in San Juan already exists to pulverize the glass to the size ASTM C33 concrete sand.
- Applications in farming, stormwater infiltration, and construction.



Made out of a 60/20/20 ratio of: 60% sand, 20% compost, 20% natural soil.

Possible to add pulverized glass to the sand mixture. OLIN is testing different ratios of glass-to-sand mixtures.

Photo by You Wu, 2019 for OLIN Lab Soil-Less soil project

# Conclusions



- **Businesses around the Caño Martín Peña are willing to recycle if they understand the purpose behind it and the process is feasible.** If businesses of the Caño Martín Peña area were to understand the reasonings behind recycling and have simple steps to follow, they would be more willing to recycle their waste. Our team sees these same principles applying to businesses in the Caño Martín Peña area, based on our survey results and interviews.
- **Recycling in Puerto Rico relies primarily on non-profit organizations and/or environmental groups because there is a lack of support from the local government.** Without assistance and resources from the government, implementing glass recycling is a difficult task. The government is aware of many of the environmental efforts occurring across the island of Puerto Rico but chooses not to support them.
- **Glass recycling is arduous to implement since, unlike plastics and metals, unrecycled glass has no monetary value.** To make a profit, businesses need to convert the glass into a finished product for sale, such as the concrete blocks from Bloques Caribe Inc.. These products often yield high initial start-up costs that we believe small businesses may be hesitant to invest.



# Recommendations



**ENLACE encourages businesses in the Caño Martín Peña area to recycle their glass bottles through an incentive program.**

## Business Promotion Incentive

- José Bauza informed our team of a community website, created by ENLACE, that displays local businesses and surveys in the Caño Martín Peña area
- Our suggestion to ENLACE to help promote businesses is to create online flyers for them on the website Hecho en el Caño website (link: <http://hechoenelcano.org/>) This could potentially bring more customers (inside and outside of the Caño neighborhoods) to their businesses.

## Monetary Incentive

- For a monetary incentive, our team suggests running a program similar to the volunteer program ran by the G-8. T
- his program rewards community members by rewarding their volunteer hours with "coupons."
- These "coupons" can be used to shop for clothes, cleaning supplies, and other necessities, all of which are donated by community members and local businesses. This program could be implemented for the business owners in the Caño Martín Peña area; if they recycle a certain weight of glass bottles, then they could get a "coupon" to use for restaurant/market supplies.

# Recommendations



Collecting the glass and sending them to places, like Bloques Caribe, to be recycled.

The Caño Martín Peña would benefit if the glass waste being produced in the area was brought somewhere out to be recycled

This would primarily benefit the community

- Keep the canal clean
- keep the street clean
- Reduce the amount of glass in trash and landfill

For ENLACE

- Potentially create a an agreement with Bloques Caribe

Once the canal is clean up from the dredge, it should stay clean. For the animals and community that live in the Caño Martín Peña area.



There are two options that our group discovered when investigating a recycling plan with Bloques Caribe Inc.. The first is to rent a semi truck to transport the glass waste to Bloques Caribe Inc. in Guaynabo. Our team recommends this option because it is the most direct. The first step in investigating this option would be to determine how much renting a semi truck would be for cost, and then determining how the glass waste could be collected from the surveyed businesses. The second option is to transport the glass to Reciclaje del Norte, which charges for glass bottle waste and sends it to cement block companies like Bloques Caribe Inc.. Reciclaje del Norte charges 25 cents per pound (about 550 dollars per ton) for glass to be dropped off at their facility.

# Recommendations



ENLACE collects glass waste from businesses around the canal to start a potential micro-business. This business would involve using a glass pulverizer and exploring the potential uses for glass cullets.

## To begin pulverizing glass:

### Andela GP-Mini

- Compact machinery
- \$38,450 to buy and deliver
- Easy to operate

### Specifications:

- 4.1 kW
- 1 ton/hour



## Why?

1. Eliminate the costs of transporting glass outside of the Caño Martín Peña.
2. Glass, sand, compost, and natural soil are materials to create OLIN's soil-less soil. The soil can be used in the construction for the paseos, and may also be applicable to road construction, given further research.

# Reciclaje de Vidrio en Caño Martín Peña

Autores: Julia Afthim, Tatyana Barthold, Eduardo Carrillo, y Newton Le



WPI

# Tabla de Contenido

Contenido	Número de Pagina
Titulo	1
Tabla de Contenido	2
Autores	3
Reconocimientos	4
Intención y Resumen	5
Identificando el Problema	6
Entrevistas	7-11
Encuestas	12-14
Datos	15-21
Usos para el Reciclaje de Vidrio	22-23
Conclusiones	24
Recomendaciones	25-27

# Los Autores

Esta guía fue proporcionada a la Cooperación ENLACE por un equipo de estudiantes del Instituto Politécnico de Worcester, ubicado en Worcester, Massachusetts, para completar el Proyecto Calificador Interactivo (IQP). El equipo trabajó con ENLACE en este proyecto durante 7 semanas en Worcester Massachusetts (del 12 de enero al 4 de marzo de 2022), así como 7 semanas en San Juan, Puerto Rico (del 14 de marzo al 3 de mayo de 2022).



**Julia  
Afthim**

Ingeniería  
Química en  
Worcester  
Polytechnic  
Institute

Clase del 2023

Contacto:  
jmafthim@wpi.edu



**Tatyana  
Barthold**

Ingeniería  
Biomédica en  
Worcester  
Polytechnic  
Institute

Clase del 2023

Contacto:  
tabarthold@wpi.edu



**Eduardo  
Carrillo**

Ingeniería  
Química en  
Worcester  
Polytechnic  
Institute

Clase del 2023

Contacto:  
eacarrillo@wpi.edu



**Newton  
Le**

Ingeniería  
Aeroespacial en  
Worcester  
Polytechnic  
Institute

Clase del 2023

Contacto:  
nle@wpi.edu

# Reconocimientos

Nuestro equipo desea reconocer las contribuciones de los siguientes individuos por su papel en ayudarnos a completar nuestro proyecto. En primer lugar, nos gustaría dar un enorme agradecimiento a Francisco De La Cruz por su apoyo y orientación continuos. Estamos agradecidos a Francisco por conectarnos con individuos y organizaciones que nos dieron información valiosa para nuestro proyecto.

Estamos agradecidos por los profesores Brigitte Servatius y Alex Sphar, nuestros asesores, por empujarnos a trabajar más duro. Ellos ayudaron a dar forma a nuestro proyecto y establecer un estándar de escritura que continuó hasta su finalización. También nos gustaría reconocer a Scott Jiusto y John-Michael Davis por su contribución a las etapas iniciales de nuestro proyecto.

ENLACE proporcionó asistencia en el camino incluyendo pero no limitado a: Carlos Muñiz Pérez quien trabajó con Francisco para dar forma a nuestro proyecto; José Bauza para ayudarnos en nuestra investigación sobre la economía circular del vidrio; Estelí Capote, Miguel Naveira, Kimberly Pérez y Estrella Santiago, quienes nos dieron información sobre nuestra propuesta de proyecto; y José Caraballo por ayudarnos durante nuestras encuestas alrededor del Caño.

OLIN Labs estuvo muy abierto a compartir su investigación con nuestro equipo. Nos gustaría agradecer a Rebecca Popowsky por compartir su trabajo en proyectos innovadores como el soil-less soil con nuestro equipo.

Queremos agradecer a José Mercado Quintana, gerente de Bloques Caribe Inc., y a Rubén González Abreu, uno de los dueño de Reciclaje Del Norte, por haber tomado tiempo de sus horarios para compartir sus iniciativas para el reciclaje de vidrio.

Finalmente, nos gustaría agradecer a las empresas alrededor del Caño que nos proporcionaron respuestas detalladas en la encuesta.



# Intención y Resumen

El objetivo de esta guía es proporcionar información a Caño 3.7 sobre la viabilidad del reciclaje de vidrio en el área de Caño Martín Peña. En esta guía, vamos a relatar la identificación de problemas, la información del problema, la investigación y el análisis que llevaron a nuestro equipo a las recomendaciones y conclusiones finales sobre la implementación del reciclaje de residuos de vidrio en el área de Caño Martín Peña.





# Identificando el Problema



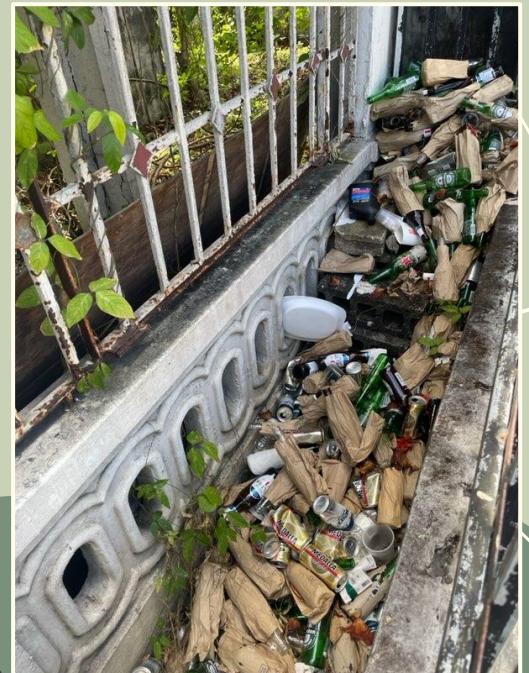
## Contaminación : en el Canal :

Desde los 1930s, los residentes dentro y fuera del área del Caño Martín Peña han estado arrojando sus desechos al canal. La contaminación en el canal se ha acumulado hasta el punto en el que el canal ya no fluye de los dos grandes cuerpos de agua que conecta (World Habitat, 2016).

Después de caminar por la comunidad, nuestro equipo observó varios negocios que vendían botellas de cerveza en envases de vidrio que luego se dejaban en botes de basura o por las calles.

## Desechos de : Vidrio :

Estos materiales de vidrio podrían ser utilizados para varios de los proyectos en ENLACE, incluyendo materiales de cubierta de vertedero, materiales de construcción, o incluso materiales de arte para micro-negocios locales.



# Entrevistas

## ¿Por qué realizar entrevistas?

1. Para comunicar con precisión las ideas que se presentan a ENLACE y a el participante.
2. Las preguntas se desarrollan a gusto de la entrevista, que la entrevista vaya en una dirección determinada.

## ¿Cómo realizar una entrevista correctamente?

1. Antes de entrevistar, determinar cómo debe estructurarse la entrevista (formalmente, vagamente), esto depende de los resultados que esté buscando.
2. Entienda a quién está entrevistando y ajuste en consecuencia.

## ¿Cómo determinar las preguntas de las entrevistas?

1. Las preguntas son la base de una entrevista, asegúrese de que cualquier pregunta que se haga esté relacionada con su tema de la entrevista.
2. Haga la pregunta de una manera que motive una respuesta, manténgase respetuoso y educado.

# Entrevistas

## Entrevista a Miguel Naveira: Coordinador en Martín Peña Recicla, INC.

Entrevista realizada el 25 de marzo de 2022 en ENLACE, seguida de un recorrido por las instalaciones de MPR.

El propósito de esta entrevista fue comprender cuáles son las condiciones de reciclaje en las comunidades aledañas al Caño Martín Peña.

Según Miguel, la comunidad está comprometida con los esfuerzos de reciclaje. Sin embargo, el reto reside en saber cómo reciclar, ya que a menudo la basura que se aparta para reciclar puede estar contaminada con otras sustancias. Para abordar este problema, Martín Peña Recicla ha proporcionado a la comunidad instrucciones detalladas sobre cómo dejar a un lado la basura para su reciclaje. Por ejemplo, los contenedores de plástico deben estar limpios y el cartón debe estar seco. En el futuro, Martín Peña Recicla busca educar a los niños sobre la conciencia ambiental, recolectar y reciclar materiales que en su lugar irían a vertederos, crear empleos y, lo más importante, aumentar el valor ambiental para la comunidad que rodea el canal.



Información sobre Miguel Naveira: Estudiante de posgrado en Ciencias Ambientales. Antes de trabajar en Martín Peña Recicla, Miguel trabajó en Urbanismo e Infraestructura en ENLACE como desarrollador en infraestructura verde y desarrollo de viviendas.



### Visión general de Martín Peña Recicla INC.:

- Martín Peña Recicla, INC. Fue fundada en 2011. Recicla los tipos de plástico 1 y 2, papel, cartón y aluminio.
- Martín Peña Recicla, INC. tiene dos empleados, que reciben \$4.000 al mes en financiamiento del municipio de San Juan para seguir operando.
- De 2011 a 2020, MPR ha recogido y reciclado 90.000 libras de los materiales anteriormente mencionados.

# Entrevistas

## Entrevista a José Mercado Quintana de Bloques Caribe Inc.

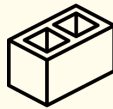
Entrevista realizada el 22 de abril de 2022 en Bloques Caribe Guaynabo, seguida de un recorrido por las instalaciones.

El propósito de esta entrevista fue aprender sobre el proceso de fabricación de bloques de cemento usando agregado de vidrio. El vidrio usado en este proceso es provisto por grupos ambientales que tienen acuerdos verbales con bloques Caribe Inc.

Cada botella de vidrio recogida es triturada por un pulverizador de vidrio, el vidrio triturado se añade con granos de piedra caliza para producir una mezcla de concreto. Después de que esta mezcla se crea, se forma un bloque y se seca por 24 horas.



Información sobre José Mercado Quintana: José es el administrador de Bloques Caribe Inc. En nuestra entrevista José informó a nuestro grupo que su padre estaba en el mismo negocio y por eso es que el actualmente está en el negocio de la construcción. Ahora, él toma un acercamiento más ambiental. Desde el año 2000, José ha estado trabajando en incorporar el vidrio con el bloque de cemento y la construcción.



### Descripción general de Bloques Caribe Inc.:

- Bloques Caribe Inc., es una empresa de construcción que produce bloques de cemento, específicamente hechos de piedra caliza y vidrio triturado.
- El año pasado, vendieron aproximadamente 9.7 millones de bloques de cemento en toda la isla de Puerto Rico.

# Entrevistas

## Entrevista a Rubén González Abreu de Reciclaje del Norte.

Entrevista realizada el 22 de abril de 2022 en Reciclaje del Norte, seguida de un recorrido por sus instalaciones.

El propósito de esta entrevista fue conocer el proceso de reciclaje en el área de Caño Martín Peña. Nuestro equipo también quiere entender por qué RDN dejó de reciclar el vidrio y si consideran iniciarlo de nuevo.

Según Rubén, no hay mercado para el vidrio. Para reducir las pérdidas, RDN cobra \$0.25 por libra de vidrio a las personas que reciclan vidrio a sus centros de distribución. RDN también cobra una cuota personalizada a las empresas privadas que contrataron RDN para recoger el reciclaje de los negocios.

Información sobre Rubén González Abreu de Reciclaje del Norte: Rubén es uno de los 32 propietarios de RDN.



### Descripción general sobre reciclaje del Norte:

- Los centros de reciclaje RDN han estado operando desde 1996 en Puerto Rico. RDN recoge material reciclable de empresas y hogares.
- A continuación, preparan estos materiales para exportarlos fuera de la isla o venderlos internamente a los clientes.



# Entrevistas

## Entrevista con Rebecca Popowsky de OLIN Labs

La entrevista se realizó el 26 de abril de 2022 a través de Google Meetings

El propósito de esta entrevista fue aprender acerca de OLIN Labs para obtener más información sobre su investigación actual sobre el proyecto de soil-less soil. Nuestro equipo también preguntó acerca de otros proyectos de OLIN que podrían utilizar vidrio pulverizado.

Trabajan con tamaños de vidrio similares a la composición de la arena de hormigón ASTM C33.

Información sobre Rebecca: Es la coordinadora de investigación externa de OLIN Labs. Su enfoque principal actualmente es proporcionar gestión de proyectos para el proyecto de suelo sin suelo.



# OLIN

Información sobre OLIN Labs:

- Han realizado investigaciones sobre soil-less soil durante cuatro años.
- Investigación sobre el uso de vidrio pulverizado para material de dragado en Baltimore

# La Encuesta



## ¿Por qué realizar encuestas?

1. Recopilar una variedad de información (comportamiento, opiniones, estadísticas, etc.)
2. Mide las ideas alrededor de un problema de la comunidad y cómo se relaciona con el tema de interes.

## ¿Cuándo se deben realizar las encuestas?

1. Cuando se necesita recopilar información rápidamente
2. Recopilación de muestras de datos más grandes

## Ventajas de una encuesta:

1. Costo efectivo
2. Amplio rango de participantes
3. Datos grabados
4. Puede llegar a un público más amplio

# La Encuesta

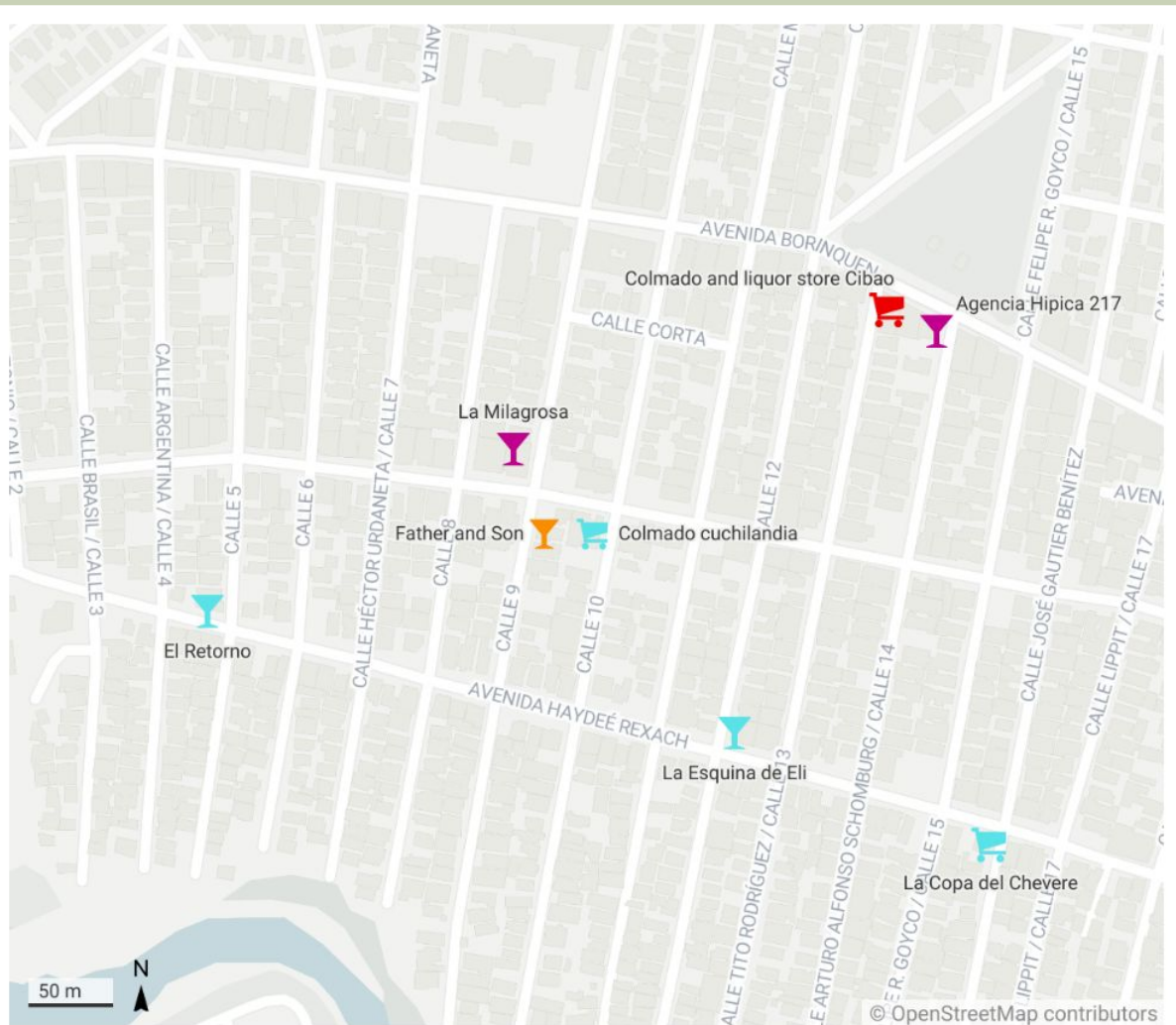



## Preguntas en la Encuesta:

- Nombre del Participante
- Nombre del Establecimiento
- Posición en el trabajo
- En promedio, ¿cuántas botellas venden en su establecimiento por semana?
  - 0-25
  - 25-50
  - 75-100
  - 125-150
  - 150-175
  - 175-200
  - 200+
- ¿Participas en el reciclaje?
  - Sí
  - No
- ¿Estarías dispuesto a participar (en el reciclaje) si hubiera algún incentivo (por ejemplo, promoción comercial, dinero, otros)?
  - Si
  - No
- ¿Qué incentivo le atraería mejor?
  - Promoción
  - Dinero
  - Otro
- ¿De dónde sacas tus cervezas y botellas de refrescos (vidrio)?
- ¿Estarías dispuesto a poner un cartel en tu establecimiento sobre el reciclaje?



# Mapa de Empresas encuestadas



 Markets and Liquor Stores

 Bars

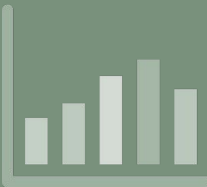
Mercados y licorerías

## Simbología del mapa

Número de botellas de vidrio vendidas por semana

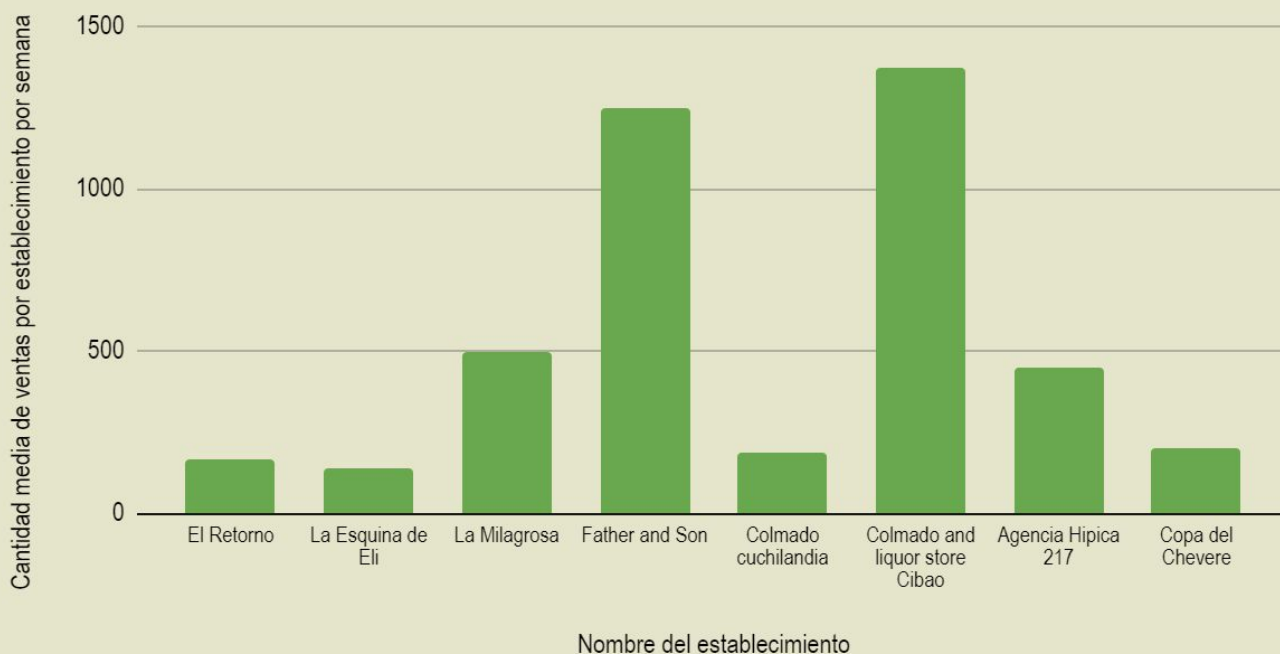


# Datos



A través de nuestros esfuerzos pudimos realizar 8 encuestas.

## Promedio de botellas vendidas por establecimiento por semana en el lado norte del Caño Martín Peña



Nombre del Establecimiento	Promedio de botellas vendidas por establecimiento por semana
El Retorno	163
La Esquina de Eli	138
La Milagrosa	500
Father and Son	1,250
Colmado cuchilandia	188
Colmado and liquor store Cibao	1,375
Agencia Hipica 217	450
Copa del Chevere	200

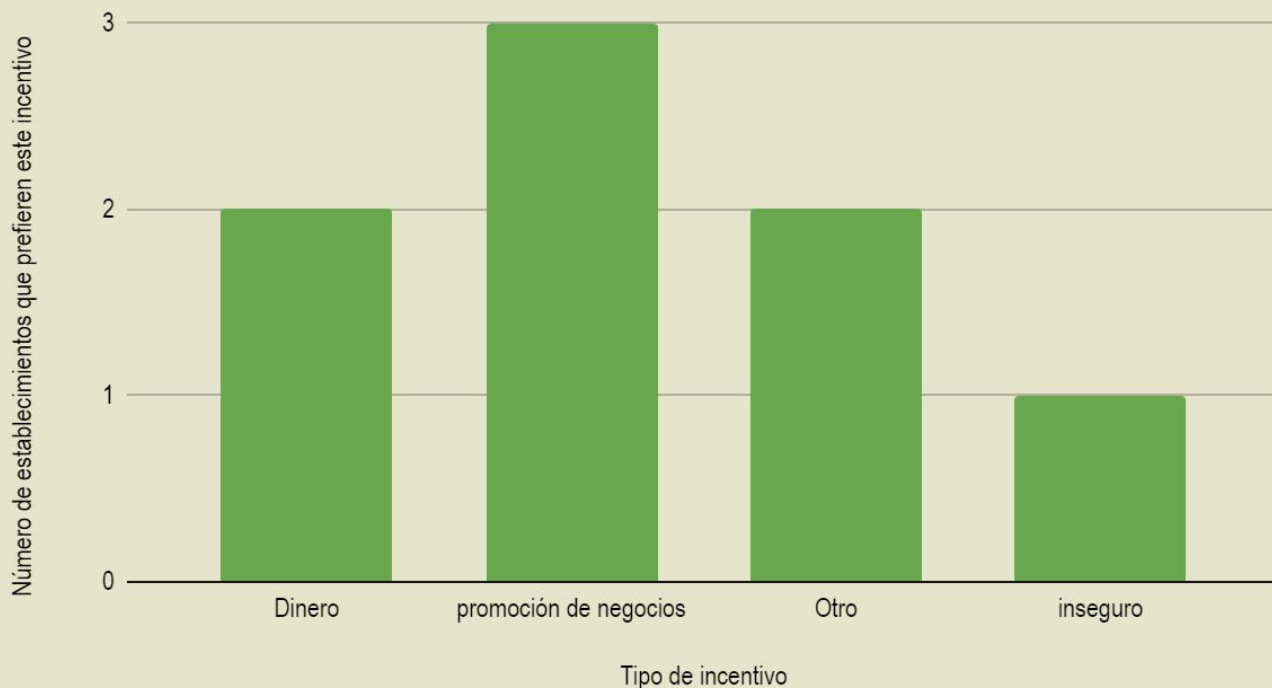
# Datos

Le preguntamos a las empresas qué incentivos preferirían. Aquí están los resultados de esa pregunta:

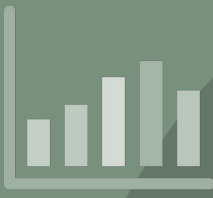
Imagen del equipo caminando por Caño Martín Peña con el líder comunitario José Caraballo



## Incentivos preferidos para el reciclaje de vidrio



# Datos

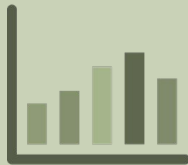


**El 100% de los establecimientos que participaron en esta encuesta dijeron que actualmente no participan en ninguna forma de reciclaje.**

**El 100% de los establecimientos que participaron en esta encuesta dijeron que podrían participar en el reciclaje si hubiera un incentivo involucrado.**

**6 de cada 8 (75%) de los establecimientos que participaron en esta encuesta estaban abiertos a la idea de colgar un cartel informativo sobre reciclaje en su negocio.**

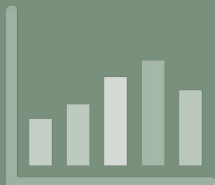
# Datos



El equipo analizó las ventas semanales de botellas para calcular el número anual de botellas vendidas.

Nombre del Establecimiento	Número anual de botellas vendidas
El Retorno	8,476
La Esquina de Eli	7,176
La Milagrosa	26,000
Father and Son	65,000
Colmado cuchilandia	9,776
Colmado and liquor store Cibao	71,500
Agencia Hipica 217	23,400
Copa del Chevere	10,400
<b>Total</b>	<b>221,728</b>

# Datos

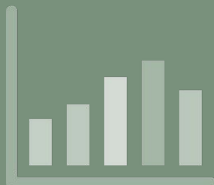


Calculamos que el peso de cada botella de vidrio es de 200 gramos y lo multiplicamos por el número anual de botellas vendidas. El valor resultante se convirtió entonces en toneladas métricas usando la conversión: 1000000 gramos es igual a 1 toneladas métricas.

Cálculos de muestra para El Retorno:  
 $(8476 * 200) / 1000000 = 1.70$   
toneladas métricas

Nombre del Establecimiento	Toneladas métricas de vidrio vendidas anualmente
El Retorno	1.70
La Esquina de Eli	1.44
La Milagrosa	5.20
Father and Son	13.00
Colmado cuchilandia	1.96
Colmado and liquor store Cibao	14.30
Agencia Hipica 217	4.68
Copa del Chevere	2.08
<b>Total</b>	<b>44.35</b>

# Datos



Bloques Caribe fabrica bloques de cemento con las dimensiones de 8"x8"x16". Calculamos cuánto dinero ahorra Bloques Caribe al sustituir granos de piedra caliza con agregado de vidrio.

El bloque de cemento de 8"x8"x16" pesa 13600 gramos. El 11% del peso está compuesto por vidrio.

Peso del vidrio en gramos, por bloque de 8"x8"x16"

1496

Peso del vidrio en toneladas, por bloque de 8"x8"x16"

0.0015

El costo de 1 tonelada de piedra caliza es \$ 35

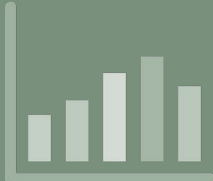
Ahorro de costos al usar vidrio en bloques de cemento por bloque

0.05

Ahorro de costos por el uso de vidrio para los bloques de cemento vendidos el año pasado

\$507892

# Datos



El costo de enviar una tonelada de material al vertedero de San Juan es de \$42

Si fuéramos a enviar las botellas desde el área de estudio al vertedero:



Costo total en USD de los residuos de vidrio vertidos en vertederos por año de las empresas encuestadas

**\$1863**



# Usos del reciclaje de botellas de vidrio



## Bloques de cemento

Siguiendo el proceso de fabricación de Bloques Caribe Inc

### Vidrio agregado a bloques de cemento:

- Reduce un 11% los costos de fabricación
- Andela GP-Mini es facil de usar



Por ejemplo:  
Bloques Caribe ahorra un  
estimado de  
**\$507,892**  
anuales en material de  
piedra caliza

# Usos del reciclaje de botellas de vidrio



## Soil-less Soil

Siguiendo la investigación de OLIN Lab

### Ventajas:

- Ya existe maquinaria en San Juan para pulverizar el vidrio al tamaño de arena de concreto ASTM C33.
- Aplicaciones en agricultura, infiltración de aguas pluviales y construcción

Hecho de una proporción 60/20/20 de:  
60% arena y vidrio, 20% abono, 20% tierra natural.  
OLIN está probando diferentes proporciones de mezclas de vidrio a arena.



Photo by You Wu, 2019 for OLIN Lab Soil-Less soil project

# Conclusiones



- **Los negocios alrededor de la Caño Martín Peña están dispuestos a reciclar si entienden el propósito detrás del reciclaje y si el proceso es factible.** Si los negocios del área de Caño Martín Peña entendieran los razonamientos detrás del reciclaje y tuvieran pasos simples a seguir, estarían más dispuestos a reciclar sus desechos. Nuestro equipo considera que estos mismos principios se aplican a las empresas del área del Caño Martín Peña.
- **El reciclaje en Puerto Rico depende principalmente de organizaciones sin fines de lucro y/o grupos ambientales ya que hay una falta de apoyo del gobierno local.** Sin la ayuda y los recursos del gobierno, implementar el reciclaje de vidrio es una tarea difícil. El gobierno es consciente de muchos de los esfuerzos ambientales que ocurren en toda la isla de Puerto Rico, pero decide no apoyarlos.
- **El reciclaje de vidrio es difícil de implementar ya que, a diferencia de los plásticos y metales, el vidrio no reciclado no tiene valor monetario.** Para obtener ganancias, las empresas necesitan convertir el vidrio en un producto terminado para la venta, como los bloques de hormigón de Bloques Caribe Inc.. Estos productos suelen producir altos costos iniciales que, en nuestra opinión, los micro-negocios pueden dudar a la hora de invertir.

# Recomendaciones



**ENLACE motiva a las empresas de la zona de Caño Martín Peña a reciclar sus botellas de vidrio a través de un programa de incentivos.**

## Incentivo de Promoción Empresarial

- José Bauza informó a nuestro equipo de un sitio web comunitario, creado por ENLACE, que muestra negocios locales y encuestas en el área de Caño Martín Peña.
- Nuestra sugerencia a ENLACE para ayudar a promover negocios es crear volantes en línea para ellos en el sitio web hecho en el caño (enlace: <http://hechoenelcano.org/>). Esto podría atraer a más clientes (dentro y fuera de los barrios de Caño) a sus negocios.

## Incentivo Monetario

- Para un incentivo monetario, nuestro equipo sugiere ejecutar un programa similar al programa de voluntariado dirigido por el G-8.
- Este programa recompensa a los miembros de la comunidad canjeando sus horas de voluntariado con "cupones".
- Estos "cupones" se pueden usar para comprar ropa, artículos de limpieza y otras necesidades, todos los cuales son donados por miembros de la comunidad y empresas locales. Este programa podría ser implementado para los propietarios de negocios en la zona de Caño Martín Peña; si reciclan un cierto peso de botellas de vidrio, entonces podrían obtener un "cupón" para usar para suministros de restaurantes/mercados.

# Recomendaciones

**Recoger el vidrio y enviarlo a lugares, como Bloques Caribe Inc., para ser reciclado.**

El Caño Martín Peña se beneficiaría si los residuos de vidrio que se producen en la zona fueran sacados a algún lugar para ser reciclados.

Esto beneficiaría principalmente a la comunidad al:

- Mantener el canal limpio
- Mantener la calle limpia
- Reducir la cantidad de vidrio en la basura y el vertedero

Para ENLACE

- Potencialmente crear un acuerdo con Bloques Caribe

Una vez que el canal se limpia de la draga, debe permanecer limpio. Para los animales y la comunidad que viven en la zona de Caño Martín Peña.



Hay dos opciones que nuestro grupo descubrió al investigar un plan de reciclaje con bloques Caribe Inc. El primero es alquilar un camión para transportar los residuos de vidrio a Bloques Caribe Inc. en Guaynabo. Nuestro equipo recomienda esta opción porque es la más directa. El primer paso en la investigación de esta opción sería determinar el costo para alquilar un camión, y después determinar cómo los residuos de vidrio podrían ser recogidos de las empresas encuestadas. La segunda opción es transportar el vidrio a Reciclaje del Norte, que cobra por los residuos de botellas de vidrio y lo envía a empresas de bloques de cemento como bloques Caribe Inc. Reciclaje del Norte cobra 25 centavos por libra (alrededor de 550 dólares por tonelada) por el vidrio que será dejado en sus instalaciones.

# Recomendaciones



ENLACE recoge los residuos de vidrio de los negocios alrededor del canal para iniciar un potencial micro-negocio. Este negocio implicaría el uso de un pulverizador de vidrio y la exploración de los usos potenciales para el vidrio triturado.

**Para comenzar a pulverizar el vidrio:**

**Andela GP-Mini**

- Máquina compacta
- \$38,450 para comprar y entregar
- Fácil funcionar

**Las especificaciones:**

- 4.1 kW
- 1 tonelada/hora



**Por que es conveniente?**

1. Eliminar los costos de transporte de vidrio fuera del Caño Martín Peña.
2. El vidrio, la arena, el abono y el suelo natural son materiales para crear el suelo sin suelo del OLIN. El suelo puede ser utilizado en la construcción para El Paseo, y también puede ser aplicable a la construcción de carreteras, dada investigación adicional.