

Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ingeniería

Carrera:

Especialización en Ingeniería Ambiental



**Estudio y viabilidad del ECO Ladrillo con molienda de botellas
de PET reciclado para la construcción de viviendas
sustentables: Estudios de casos en la Ciudad de Resistencia-
Chaco**

T E S I S

Para obtener el título de:

Especialista en Ingeniería Ambiental

Presenta:

Escalada, Miguel Oscar

Directora de tesis:

Mag. Peralta, Érica

Resistencia, Chaco Argentina

2019

Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ingeniería



Trabajo Final Integrador

Título: Estudio y viabilidad del ECO Ladrillo con molienda de botellas de PET Reciclado para la construcción de viviendas sustentables: Estudios de casos en la Ciudad de Resistencia-Chaco

Autor: Miguel Oscar Escalada

Obtener el Título de Pos Grado en:

Especialista en Ingeniería Ambiental

Dirección: Saavedra 104

C.P.: 3500

Resistencia, Chaco

Email: escaladamichael@yahoo.com.ar

Directora: Mgter. Érica Peralta

Noviembre de 2019

DEDICATORIA

A todas las personas que me han apuntalado y han hecho que el trabajo de investigación se realice con éxito, en especial a aquellos que abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Dedico este trabajo principalmente a mi esposa Adriana Inés Garibotti, por estar siempre a mi lado y acompañarme constantemente para que logre un objetivo más en mi vida y a mis hijos que estuvieron siempre presentes. A mi madre, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mi padre, a pesar de su problema de salud, sé que estaría muy emocionado en este momento por mi logro. A mi hermano por apoyar continuamente mis decisiones.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios quien con su bendición llena siempre mi vida y la de toda mi familia, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Me gustaría agradecer en estas líneas, a las personas y colegas que me han ofrecido su colaboración durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo.

Terminar este proyecto no hubiera sido posible sin el apoyo profesional de mi Directora, Magíster Érica Peralta, quien encausó mi trabajo con paciencia, conocimientos, motivación y experiencia, con el firme propósito de conseguir un trabajo final integrador superlativo.

A mi Amigo y Decano de la Facultad de Ingeniería Ing. Pepe Basterra, que con su apoyo incondicional pude terminar el trabajo de investigación.

A la Ing. Kristel Roshdestwensky, que sin mantener ninguna responsabilidad para conmigo, me aconsejó y colaboró sobre manera para ultimar todos los detalles de los ensayos en el Laboratorio.

No quiero olvidarme de mis compañeros de grupo de la carrera del posgrado y en especial a Oscar Dajruch, también compañero de la secundaria.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
INDICE GENERAL.....	III
INDICE DE FIGURAS.....	IV
INDICE DE TABLAS.....	V
INDICE DE GRÁFICOS.....	V
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
KEYWORDS.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	5
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
Preguntas que guían esta Investigación.....	5
OBJETIVO GENERAL.....	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
CAPÍTULO II.....	7
MARCO METODOLÓGICO.....	7
Localización.....	7
Período de investigación.....	8
Método de investigación.....	9
Enfoque de la investigación.....	9
Tipo de investigación.....	9
Alcance de la investigación.....	9
Objetivo de la investigación.....	9
Método de la investigación.....	9
Población y Muestreo.....	10
Materiales y Métodos.....	10
CAPÍTULO III.....	11

	IV
ANTECEDENTES DEL TEMA	11
Internacionales:.....	12
Nacionales:	13
MARCO CONCEPTUAL:	14
Definiciones que acompañan este Trabajo Final Integrador	16
Marco Legal.....	23
Marco Social.....	24
CAPÍTULO IV:	28
RESULTADOS	28
a) Resultados de Ensayos:	28
Medición y Encabezado.....	31
Ensayos sobre ladrillos de mortero con agregado de PET endurecido.....	31
Ensayo de rotura a compresión.....	31
b. Resultados desde una percepción Social	33
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
Conclusiones.....	42
Recomendaciones	48
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS:	50
ANEXO	57

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Mapa de la Prov. del Chaco	8
<i>Figura 2.</i> Imagen Satelital de AMGR.....	8
<i>Figura 3.</i> Área Cooperativa Tito López.....	8
<i>Figura 4</i> Pobladores Asentamiento Av. Urquiza al 5500	10
<i>Figura 5.</i> Pobladores de una Cooperativa de Resistencia Chaco.....	25
<i>Figura 6.</i> Ranchos de Barro del AMGR	27
<i>Figura 7.</i> Peso exacto de PET.....	29
<i>Figura 8.</i> Peso exacto de Arena	29

	V
<i>Figura 9.</i> Pastón del Mortero de PET	30
<i>Figura 10.</i> Llenado de Moldes y Enrasado	30
<i>Figura 11.</i> ECO Ladrillo desmoldado.....	30
<i>Figura 12</i> Encabezado de un ECO Ladrillo.....	31
<i>Figura 13.</i> Ajustes Prensa Hidráulica	32
<i>Figura 14.</i> Compresión ECO Ladrillo	32
<i>Figura 15.</i> Reunión de personas de un asentamiento.....	38
<i>Figura 16.</i> Balanza Electrónica.....	57
<i>Figura 17.</i> Higrómetro del Laboratorio	57
<i>Figura 18.</i> Termómetro de mercurio del Laboratorio.....	57
<i>Figura 19.</i> Pesando el Agua para el Mortero	57
<i>Figura 20.</i> Pesando la Molienda de PET	58
<i>Figura 21.</i> Mezclado del Mortero	58
<i>Figura 22.</i> Verificación del Cono de Abrams.....	58
<i>Figura 23.</i> ECO Ladrillos Desmoldados.....	59
<i>Figura 24.</i> ECO Ladrillos Húmedos	59
<i>Figura 25.</i> ECO Ladrillos Identificados para Encabezarlos	59
<i>Figura 26.</i> Calibrando Nueva Maq. de Ensayos	59
<i>Figura 27.</i> Ladrillos con distintas Dosificaciones Listos para Encabezar	60
<i>Figura 28.</i> Dosificación del Aditivo	60

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	21
Tabla 2.....	22
Tabla 3.....	23
Tabla 4.....	33
Tabla 5.....	38

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución de la Población por Sexo.....	34
---	----

Gráfico 2. Importancia del Reciclado	35
Gráfico 3. Sensación de Confort de su vivienda	35
Gráfico 4. Conocimiento del ECO Ladrillo	36
Gráfico 5. Usaría un ladrillo más liviano y que soporte más las temperaturas	36
Gráfico 6. Juntaría 20 botellas y entregarlas para que le REGALEN un ECO Ladrillo	37
Gráfico 7. Interés en construir una vivienda hecha con ECO Ladrillos	37

RESUMEN

El déficit de vivienda en el Área Metropolitana del Gran Resistencia (AMGR) de la Provincia del Chaco y la creciente contaminación ambiental que se genera por la mala disposición final de los envases plásticos, incentivó a la construcción del objeto de estudio de este trabajo, abordando grandes problemáticas ambientales que aquejan a nuestra sociedad.

En este sentido, la finalidad de este Trabajo Final Integrador (TFI) fue proponer un circuito de integración social, ecológico y económico (No tradicional) a partir de la fabricación del ECO Ladrillo con botellas de PET Reciclado para uso de viviendas sustentables.

Para lograrlo, fue necesario producir un ladrillo de cemento, con molienda de PET Reciclado, en reemplazo de los áridos (arena) en una dosificación conveniente y que cumpla con las normas vigentes, obteniendo como producto final un ladrillo liviano, con un alto valor de confort térmico, ideal para la construcción de viviendas sustentables a bajo costo y al mismo tiempo sea amigable con el Ambiente.

Se realizaron ensayos técnicos correspondiente, en donde se compararon las propiedades físicas, mecánicas, respetando las definiciones de la norma IRAM 11561-1; IRAM 1534 y 11561-4, a lo que respecta a los morteros y ensayos de los ladrillos de cemento con la incorporación de molienda de PET Reciclado (polietileno tereftalato), en las siguientes dosificaciones 0 (ladrillo patrón), 1, 2 y 3 proporciones, en reemplazo de la arena del mortero.

Respecto a las características térmicas se efectuaron aproximaciones con aportes estadísticos del Departamento de Termodinámica de la Facultad de Ingeniería de la UNNE e información perteneciente al CEVE.

De los resultados obtenidos, desde una dimensión ecológica se determinó que lo más conveniente para la fabricación de los ECO Ladrillos para el uso de mamposterías no portantes en

viviendas económicas, correspondió al uso de UNA porción de molienda de PET, para paredes no portantes exteriores y de DOS porciones de PET, para paredes interiores o divisorias.

Desde lo social, se observó un desconocimiento del tema de las personas que trabajan en la Cooperativa Tito López de la Ciudad de Resistencia, Chaco con respecto al grado de conocimientos ambientales y en especial lo referente al uso del ECO Ladrillo como material de construcción para viviendas sustentables.

Desde la perspectiva del Municipio de la Ciudad de Resistencia y desde una concepción empresarial, se mostró un interés por el tema del ECO Ladrillo, en donde el Municipio resaltó la falta de presupuesto y ambos una carencia de un compromiso social para este tipo de proyectos.

Considerando los resultados obtenidos en la dimensión ecológica y social, nos permite inferir cómo actuar y trabajar desde un punto de vista económico, desde la economía circular en donde se pretende implementar el antiguo método denominado “trueque” o intercambio, consistente en entregar 20 botellas de PET Reciclado a cambio de un (1) ECO Ladrillo de regalo, éste método se formalizaría en algunos barrios y asentamientos de la Ciudad de Resistencia en coordinación previa con el área Ambiental de la Municipalidad o con empresas interesadas en la temática.

ABSTRACT The housing deficit in the Metropolitan Area of the Great Resistencia (AMGR), Province of Chaco, and the increasing environmental pollution that is generated by the final poor disposition of plastic packaging, encouraged the construction of the object of this research, addressing major environmental problems that afflict to our society.

In this sense, the purpose of this Final Integrative Work (TFI) was to propose a circuit of social integration, ecological and economic (Non-traditional) from the manufacture of the Brick ECO with bottles of Recycled PET for the use of sustainable housing.

To achieve this, it was necessary to produce a cement brick with grinding of Recycled PET, replacing aggregates (sand) in a convenient dosage, obtaining as a final product a light brick, with a high thermal comfort value, ideal for the construction of sustainable housing at low cost and at the same time be friendly to the environment.

They were performed technical tests, where the physical, mechanical properties were compared, respecting the definitions of IRAM 11561-1; IRAM 1534 and 11561-4, with regard to mortars and tests, of cement bricks with the incorporation of grinding of Recycled PET (polyethylene terephthalate), in the following dosages 0 (standard brick), 1, 2 and 3 proportions, replacing the mortar sand. Regarding the thermal characteristics, approximations were made with statistical contributions from the Department of Thermodynamics of the Faculty of Engineering of the UNNE and information belonging to the CEVE.

From the results obtained, from an ecological dimension it was determined that the most convenient for the manufacture of the ECO Bricks for the use of non-bearing masonry in economic housing, corresponded to the use of ONE portion of PET grinding, for non-bearing exterior walls and TWO portions of PET, for interior or dividing walls.

From the social point of view, a lack of knowledge of the subject of people working in the Tito López Cooperative of the City of Resistencia, Chaco was observed regarding the importance of environmental knowledge and especially regarding the use of the Brick ECO as a material for sustainable housing.

From the Municipality of the City of Resistencia and from a business conception, there was a interest in the theme of the Brick ECO, but they highlighted the lack of budget and a social commitment for this type of projects.

Considering the results obtained in the ecological and social dimension, it allows us to infer how to act and work from an economic point of view, from the circular economy where we intend to implement the old method called “barter” or exchange, consisting of giving 20 bottles of PET Recycled in exchange for one (1) ECO Brick as a gift, this method would be formalized in some neighborhoods and settlements of the City of Resistance in prior coordination with the Environmental Department of the Municipality or with companies interested in the subject.

KEYWORDS: Ladrillos con plástico PET, ECO Ladrillos, Plástico reciclado. Ladrillo Ecológico, ECO Brick, Recycled PET, Bricks with plastic PET

INTRODUCCIÓN

En el mundo se presenta un significativo interrogante, como suprimir la gran cantidad de envases de plásticos arrojados a la basura, a las calles, ríos y mares, que generan un alto nivel de residuos pos consumo. Dicho proceso se puede reducir considerablemente si se comienza a reciclar los envases de PET (mundialmente popular por sus siglas en inglés, “polyethylene terephthalate”) que son los envases de las botellas de jugos, agua y gaseosa. Estos materiales normalmente tardan cientos de años en degradarse por sí mismo y el tratamiento final que reciben generalmente son los rellenos sanitarios, basurales a cielo abierto o su incineración no controlada.

Esta problemática de la generación y gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) es un tema de interés a nivel planetario, representando una complicación socio ambiental, creado por el accionar del hombre desde el ciclo de producción hasta el consumo. De esta manera, todos los bienes o productos fabricados, comercializados y consumidos son parcialmente o totalmente convertidos en residuos, indican Ojeda y otros (2008).

En la industria del reciclado de botellas PET no existe un volumen estable de recolección, ya que depende del mercado informal de recolección o de la buena voluntad de los ciudadanos que las recolectan o “separan en origen”, y no existen pautas a nivel gubernamental para el incentivo de reciclar. En este proyecto se plantea dar un recurso a éste interrogante, proponiendo que las distribuidoras de bebidas (principales generadores) y las que deben cumplir con la Responsabilidad Social Empresarial u ONG o Cooperativas, fabriquen los ECO Ladrillos para REGALAR, y a cambio, se les debe entregar las botellas recolectadas o de pos consumo, incentivando la metodología del Intercambio o Trueque sin ningún costo adicional.

En este trabajo se busca, proporcionar una alternativa de solución al alto grado de contaminación que generan las poblaciones, integrando la construcción del ECO Ladrillo, como un eje transversal para minimizar el grave impacto ambiental; basándonos en la implementación de una nueva tecnología que profundice el concepto de Arquitectura Bioclimática, permitiendo diseños innovadores a través de nuevos procesos aplicados en diferentes materiales, dirigida a desarrollar una nueva tecnología constructiva con la intervención de distintos materiales para las viviendas de bajo costo.

Se logra el diseño de un ladrillo, elaborado con mezcla de cemento portland, agua, arena y molienda de PET Reciclado (tereftalato de polietileno), como reemplazo parcial de áridos (arena). Dicha mezcla se propone como modelo a ser implementado, en nuevas tendencias en la construcción, buscando de este modo, mantener el potencial y capacidad de cubrir las necesidades actuales y futuras de la sociedad, generando a su vez una economía circular.

La gestión de la tecnología para viviendas se sitúa dentro de los procesos denominados de gestión, diseño y construcción socio-habitacional. En el Trabajo Final Integrador se hace referencia a las características de uno de los circuitos de desarrollo de tecnología para hogares: la producción de viviendas de bajo costo y el desarrollo de elementos de construcción en base a desechos de origen posconsumo.

Los materiales con las cualidades como las del plástico PET pueden ser reaprovechadas por medio del reciclado. El reciclado mecánico presenta varias ventajas, una de las más importantes es que tiene un impacto menor en el Ambiente.

El uso de las nuevas tecnologías está encaminado a comenzar a sustituir las paredes de barro y paja, chapas o de ladrillos de barro cocido, (son la manera más tradicional de levantar las paredes

o mamposterías en las viviendas de escasos recursos), por materiales ecológicos. Los ladrillos tradicionales que se utilizan son altamente contaminantes del Ambiente, ya que se tiene que hornear para adquirir las propiedades adecuadas de resistencia y dureza; para eso es imprescindible que los hornos utilicen como combustible productos como leña (de la tala de árboles), carbón, ruedas de goma, madera, plásticos o cualquier material que produce energía calórica producto de la combustión, que al ser incinerados emiten una gran cantidad de gases a la atmósfera, como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre y partículas sólidas (Bacata, 1998, pp.1-27)

Estos gases son los causantes de problemas de salud pública y contaminación ambiental, como: lluvia acida, olores asfixiantes, afectación de mucosidades y pulmones, humos tóxicos, etc.

En este sentido, una de las metas centrales de este Trabajo Final Integrador es aplicar las normas y técnicas de ensayos, para comprobar hasta qué proporción se puede reemplazar el árido por la molienda de PET Reciclado, sin afectar las propiedades estructurales del ladrillo. El estudio pretende fomentar el uso de este nuevo “know-how” de la fabricación de ladrillos, para que los profesionales inmersos en la industria de la construcción puedan tener nuevas alternativas de solución en construcciones sostenibles; además los usuarios tendrán el conocimiento e información necesaria para entender que invertir en el cuidado del Ambiente puede ser beneficioso para toda la sociedad.

Desde el punto de vista desde una concepción social, es necesario resaltar dos aspectos indispensables: a) informar a ciertos sectores de la población acerca de la importancia del uso del ECO ladrillo en la construcción de viviendas, b) es necesario lograr la difusión del ECO Ladrillo

en la población por medio del trueque o intercambio gratis, con el slogan: 20 x 1 (20 botellas por 1 ECO Ladrillo gratis), presuponiendo la participación de empresas y/o sectores gubernamentales o Cooperativas de Trabajo.

El desarrollo de este Trabajo Final Integrador está conformado por IV capítulos:

En el Capítulo I se hace mención al planteamiento del problema de investigación, en donde se describen preguntas que guían esta investigación, objetivos generales y específicos.

En el capítulo II se expone el marco metodológico del tema, comprende el planteamiento del enfoque, método y desarrollo de los materiales del proyecto.

En el Capítulo III se desarrolla el marco conceptual de la tecnología del Eco Ladrillo, en donde se describe la terminología a emplear, para facilitar la comprensión del lector de los capítulos posteriores. Además se describen antecedentes del tema a nivel Internacional como Nacional. Sin dejar de considerar el marco legal y social.

En el capítulo IV se presentan los resultados obtenidas de los ensayos del ECO Ladrillo propiamente dicho y las encuestas realizadas.

En el mismo capítulo, se hace mención a las conclusiones, recomendaciones y/o propuestas del TFI.

Damos por finalizada nuestro Trabajo Final Integrador con las referencias bibliográficas y Anexos respectivamente.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

¿Es viable construir viviendas sustentables a partir de ECO Ladrillos con botellas PET, involucrando a diferentes sectores sociales de la Ciudad de Resistencia?

Uno de los graves problemas del mundo del consumismo es desconocer de qué manera eliminar las toneladas de residuos producidos, a éste tema no escapa el aumento considerable de las botellas PET y que el porcentaje de reciclado o disposición final, es mínimo. Otro flagelo mundial a considerar, es la carencia de viviendas de los sectores más humildes. Los dos inconvenientes mencionados, se pueden mitigar con la fabricación del ECO Ladrillo junto al método de intercambio 20 x 1.

Se propone fabricar Eco Ladrillos sostenibles con el aporte de un material de descarte, el cual es altamente reciclable, además nuestro objetivo principal consiste en determinar la influencia que tienen la molienda de PET sobre las propiedades físicas y térmicas del Eco Ladrillo, al incorporar distintas dosificaciones de molienda de PET en reemplazo de la arena, y comprobar cuál es la dosificación más adecuada, que permite soportar la agresividad del clima y presentar una durabilidad para la zona del AMGR. Reduciendo así los niveles de contaminación generados por la deficiente disposición de los envases de (PET) polietileno tereftalato, en el Gran Resistencia.

Preguntas que guían esta Investigación:

¿Cómo influye en las propiedades físicas y térmicas del Eco Ladrillo la adición de distintas dosificaciones de molienda de PET Reciclado, y compararlo con un ladrillo patrón (solamente

cemento, arena sin ninguna proporción de PET) y cuál es el más conveniente para la zona urbana del AMGR?

¿Cómo es la manera más eficiente de implementar el concepto de Intercambio 20 x 1?

¿Es posible fabricar un ladrillo de cemento / plástico con lo recolectado de la basura (botellas de PET) y realizar un aporte significativo para la inequidad social de viviendas del AMGR?

¿Cuáles son las percepciones/opiniones de un sector social de la Ciudad de Resistencia, Chaco, ¿acerca del uso del ECO Ladrillo?

¿Qué opinan los empresarios chaqueños y referentes gubernamentales acerca de la construcción basada en ECO Ladrillos?

OBJETIVO GENERAL

Proponer un circuito de integración social, ecológica y económica (No tradicional) a partir de la fabricación del ECO Ladrillo con botellas de PET Reciclado para uso de viviendas sustentables.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Revisar antecedentes teóricos para elaboración del tema-problema.
2. Formular y aplicar encuestas, entrevistas a informantes clave, para adquirir información al proceso de esta investigación.
3. Realizar ensayos de compresión y aproximaciones estadísticas para la conducción térmica del ECO Ladrillo.
4. Proponer un diseño del circuito de integración social, ecológica y económica (no tradicional).

5. Difundir los resultados a fines de informar, concientizar a la población acerca del reciclado de la botella PET para la confección de un ECO Ladrillo.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

En primer lugar, durante el desarrollo de esta etapa se realizó una evaluación de criterios en cuanto al planteamiento de una posible solución que diera respuesta a problemáticas como las viviendas sociales y el ambiente. Estos aspectos se analizaron desde un punto de vista sostenible y tecnológico, lo cual nos llevó a formular este TFI enfocado en la fabricación de un ladrillo de PET reciclado para mampostería no portante. (Piñeros Moreno, M.E. y Herrera, M. trabajo de grado (2018).

Se comenzó con la etapa de lluvia de ideas y planteamientos, se continuó con un proceso de investigación, dando lugar al desarrollo del proyecto por medio de las bibliografías encontradas, trabajos realizados anteriormente, avances tecnológicos, variables, normativa aplicable y ensayos; los cuales fueron estudiados y analizados, permitiendo realizar la estructuración de nuestro trabajo de investigación.

Localización: la investigación de campo y los ensayos se realizaron en ciudad de Resistencia, Provincia del Chaco.

El trabajo de campo, se realizó en las inmediaciones de Av. Urquiza al 5500 aproximadamente.

Los ensayos de los ECO Ladrillos, se realizaron en el “Laboratorio de Materiales y Estructuras – Instituto de Estabilidad”, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional del Nordeste.



Figura 1. Mapa de la Prov. del Chaco
Fuente. Google Maps

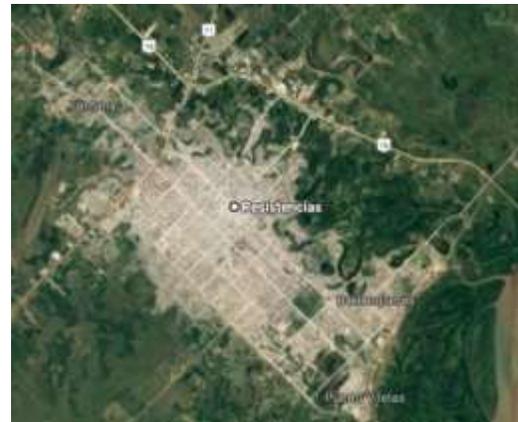


Figura 2. Imagen Satelital de AMGR
Fuente. Google Maps



Figura 3. Área Cooperativa Tito López
Fuente. Google Maps

Período de investigación la investigación se realizó durante un período de seis meses, desde abril del 2019 hasta Noviembre del 2019.

Método de investigación. Método científico, ya que la investigación se basó en la medición de ensayos, los cuales estuvieron sujetos a los principios específicos de las pruebas de razonamiento.

Enfoque de la investigación: la presente investigación pertenece al enfoque teórico metodológico **cuantitativo**. Plantea que una forma confiable para conocer la realidad, es a través de la recolección y análisis de datos. (Borja Suarez, metodología de la investigación científica para ingenieros, 2012)

Tipo de investigación: la investigación es del tipo **aplicada**, ya busca, conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática. (Borja Suarez, metodología de la investigación científica para ingenieros, 2012)

Alcance de la investigación: el alcance es **explicativo**, se analizará un fenómeno u objeto particular con el cometido de explicarlo en el contexto donde se presenta. (Universia, guía para elaborar una Trabajo Final Integrador)

Objetivo de la investigación: es de carácter **experimental**, es aquella investigación en que las conjeturas se verifican por medio de la manipulación deliberada de las variables por parte del investigador. (Borja Suarez, metodología de la investigación científica para ingenieros, 2012). Las variables (dependientes, comportamiento del cemento y las independientes, distintas proporciones, de PET Reciclado) que se utilizaron fueron controladas, para así comprobar los efectos que produjeron.

Método de la investigación: es **documental**, ya que recopila antecedentes e información sobre el objeto de estudio o la temática a desarrollar desde libros, revistas y otras publicaciones.

Población y Muestreo:

Recopilación de datos: Se optó por realizar encuestas con preguntas cerradas para dar mayor facilidad a los encuestados. Un total de 41 encuestados (23 mujeres y 18 hombres), pertenecientes a la Cooperativa Tito López de la Ciudad de Resistencia, Chaco.



Figura 4 Pobladores Asentamiento Av. Urquiza al 5500
Autoría propia

Materiales y Métodos

PET Reciclado: La molienda de PET se caracterizan por su bajo peso específico y su alta resistencia frente a medios alcalinos, son suficientemente termoestables respecto a los requerimientos exigidos en la preparación de los morteros, y poseen alta resistencia a la compresión.

Granulometría del plástico: La granulometría de los plásticos reciclados se procedió de igual manera que para los agregados de peso normal según norma IRAM 1505, 2003

Arena:

Granulometría de la arena (módulo de finura) Para la granulometría de los agregados finos se aplicaron las normas IRAM 1505, 2003 para el Módulo de Finura, la norma IRAM 1520, 2002 para el cálculo de la densidad relativa y la absorción del agregado fino.

Cemento Portland: Se trabajó con el tipo de cemento denominado según la norma IRAM 50000 (2010) como cemento portland filerizado (CPF40), cuya elección se debe a la disponibilidad y fácil acceso en el mercado local.

Dosificaciones con Agregados de PET: Se armaron las dosificaciones por peso, como referencia al mortero convencional 1:3 (cemento y arena respectivamente), utilizando proporciones equivalentes a la proporción de arena reemplazadas. Las dosificaciones seleccionadas fueron (0, 1, 2 y 3).

Se decidió reemplazar 1/3, 2/3 y 3/3 del peso del árido en el mortero patrón, diferencia que surge de los otros pesos unitarios (pesos específicos aparentes) de cada uno de los materiales para mantener constante el volumen aparente que es sustituido en la mezcla al cambiar arena por la molienda de PET posconsumo.

Agua: Las mezclas se realizaron utilizando agua potable de red basadas en la norma IRAM 1601 (2012).

Se contemplaron las distintas metodologías de la dimensión social, y se diseñaron encuestas, entrevistas, trabajo de campo y revisión bibliográfica de antecedentes en relación al tema abordado, tanto a nivel internacional, nacional y regional.

CAPÍTULO III

ANTECEDENTES DEL TEMA:

Algunos trabajos que se citaron como aportes para el marco conceptual y metodológico para este TFI:

Internacionales:

Piñeros Moreno, M.E. y Herrera Muriel, R.D. (2018) Realizaron una investigación de Grado sobre la Factibilidad Económica para la Fabricación de Bloques con Agregados de Plástico Reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda. Universidad Católica de Colombia. Lo relevante es el resultado final de la investigación, resultan ladrillos con una textura lisa, obtenidos durante el proceso de mezclado y posterior curado, lo cual le da un valor agregado adicional a este nuevo material de construcción, principalmente porque una vez puesto en obra no sería necesario tener que realizar el clásico revoque, que en la actualidad representa un rubro muy elevado en los costos finales de una edificación, por lo tanto, se generarían ahorros económicos, reduciendo considerablemente los presupuestos en las diferentes obras tanto públicas como privadas.

Babafemi, A. J., Branko, S. Suvash, C. P., Anggraini, V. (2018) Se basaron en los estudios y ensayos con el material plástico como elemento en la construcción. Este trabajo presenta una amplia revisión de las propiedades de los residuos plásticos reciclados en la ingeniería. Se ha demostrado que las propiedades de estos materiales son adecuadas para producir nuevo hormigón hasta un cierto límite. Por lo tanto, éste informe puede ser utilizado como una valiosa fuente de datos para los investigadores para sus estudios futuros, ya que resume los hallazgos recientes sobre el uso de residuos plásticos en el concreto.

Di Marco Morales, R.O. y León Téllez, H.A. (2017) Este proyecto pretendió diseñar y elaborar bloques de ladrillo con adición de PET, utilizando material reciclado provenientes de residuos sólidos. El objetivo de la investigación fue la de evaluar las propiedades de resistencia y absorción del ladrillo macizo tipo tolete adicionándole fibras plásticas reciclables e industriales

(polietileno tereftalato–PET), las cuales vienen a reemplazar al material granular. Concluyendo el porcentaje de PET más representativo en la mezcla y que cumple con todas las especificaciones es del 25%, ya que cumple con la clasificación en cuanto absorción de agua y resistencia a la flexo tracción, esto representa una notable disminución en la arena que se requiere para su elaboración (una cuarta parte).

Martínez Amariz, A., y Cote Jiménez, M. (2014). En este trabajo se muestra la utilización de las escamas de PET junto con el cemento como insumos principales en la fabricación de un ladrillo comercial. Este material es una nueva alternativa para producir ladrillos de construcción que podrían competir con los ladrillos usados tradicionalmente en las obras, una vez fabricados los ladrillos, a los 28 días se llevan las muestras al laboratorio de pruebas de la Universidad de Santander (UDES) y se realizaron los ensayos de resistencia y compresión a cada una de las muestras tomadas, teniendo los resultados se realizó un análisis para determinar cuál muestra tiene las mejores propiedades mecánicas y menor costo. Se pudo arribar a la conclusión que los ladrillos que contienen más cemento tiene una mayor resistencia; pero realizando la comparación de los resultados del ladrillo tradicional y los resultados de la muestra M5, en la que el ladrillo se compone de 50 % cemento y 50 % PET, este último tiene una mayor resistencia que los ladrillos comúnmente utilizados en la construcción.

Nacionales:

Gaggino, R., Kreiker, J., Mattioli, D y Argüello, R. (2015) Proponen un proyecto que radica en la incorporación de tecnologías innovadoras no sólo en cuanto a los productos que se generan, sino también referidas a las metodologías de proceso que se incorporan, fomentando la

recolección diferenciada de botellas plásticas, para ser utilizadas en la fabricación de ladrillos de PET en proyectos constructivos públicos en beneficio de toda la comunidad local.

Cáceres, J.I., Positieri, M., Oshiro, A y Giacco, G (2007) En este trabajo se estudiaron dos residuos plásticos industriales; una muestra de polipropileno reciclado y una muestra de polietileno reciclado, planteando su incorporación como agregado liviano en hormigón de cemento Portland. Con los residuos seleccionados se elaboraron hormigones y se realizaron evaluaciones de resistencia a compresión y tracción, deformabilidad, succión capilar y conductividad térmica. Los valores obtenidos resultan alentadores y plantean una alternativa para alcanzar una solución técnica, además de contribuir a solucionar una problemática en materia de gestión ambiental, dándole valor agregado a residuos que actualmente no se comercializan. A partir de los estudios realizados se concluyó que la incorporación de residuos plásticos reciclados contribuye a mejorar las propiedades de aislación térmica y disminuye la densidad del hormigón. En los productos elaborados se ha encontrado un buen comportamiento frente a la succión de agua y se obtuvieron propiedades mecánicas y elásticas acordes para el uso planteado.

Lamentablemente en la región del NEA, no se encontraron investigaciones en ésta materia ni publicaciones al respecto.

MARCO CONCEPTUAL:

Un poco de historia...

En 1907, el químico Leo Hendrik Baekland, mientras se esforzaba por producir un barniz sintético, se topó con la fórmula de un nuevo polímero sintético que se origina en el alquitrán de hulla. Posteriormente llamó a la nueva sustancia "baquelita". Para 1909, Baekland había acuñado "plásticos" como el término para describir esta categoría completamente nueva de materiales.

La primera patente para el cloruro de polivinilo (PVC), se registró en 1914. También se descubrió celofán durante este período.

Los plásticos realmente no despegaron hasta después de la Primera Guerra Mundial, con el uso del petróleo, una sustancia más fácil de procesar que el carbón en materias primas. Después de la Segunda Guerra Mundial, los plásticos más nuevos, como poliuretano, poliéster, siliconas, polipropileno y policarbonato se unieron al polimetacrilato de metilo, poliestireno y PVC en aplicaciones generalizadas. En la década de 1960, los plásticos estaban al alcance de todos debido a su costo económico. De este modo, los plásticos se habían considerado "comunes", y era un símbolo de la sociedad de consumo.

Pero como todo Boom de la tecnología, siempre hay contingencias no pensadas al momento de su descubrimiento. El uso indiscriminado del plástico, su capacidad de ser NO biodegradable y la incoherente conducta del ser humano, ha generado un gran problema para su tratamiento Pos Consumo. En los años 90 se comenzó con una movida denominada RECICLAR, consistente en reutilizar los objetos arrojados a la basura o al Ambiente, y de ésta forma darle un uso adecuado a los plásticos desechados y así no sería necesaria la "fabricación" de nuevos plásticos para cumplir los mismos objetivos.

Por otro lado, una de las industrias más importantes del mundo es la construcción y es ahí que comenzó a interrelacionarse el reciclado con la industria de la construcción, más precisamente con la construcción de viviendas con materiales reciclados.

Lo que concierne a nuestra investigación, analizaremos la fabricación de ECO Ladrillos para la construcción de viviendas dignas para personas de bajos recursos.

Definiciones que acompañan este Trabajo Final Integrador

Con el fin de facilitar la comprensión global e integral del objeto de estudio de este trabajo, se presentan las siguientes definiciones (Glosario) que acompaña a todo el proceso:

Ambiente: Interrelación que se establece entre el hombre y su entorno, sea este de carácter natural o artificial.

Problemas ambientales: Prácticamente afectan a la totalidad de los elementos de la naturaleza: el agua, el suelo, la cobertura vegetal, los animales y el clima. Un problema ambiental es cualquier alteración que provoca desequilibrio en un ambiente dado, afectándolo negativamente.

Impacto ambiental: Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

Desarrollo Sustentable: De acuerdo con las Naciones Unidas, es el proceso por el cual se preserva, conserva y protege solo los Recursos Naturales para el beneficio de las generaciones presentes y futuras sin tomar en cuenta las necesidades sociales, políticas ni culturales del ser humano.

Desarrollo Sostenible: De acuerdo con las Naciones Unidas, es el proceso mediante el cual se trata de satisfacer las necesidades económicas, sociales, de diversidad cultural y de un ambiente sano de la actual generación, sin poner en riesgo la satisfacción de las mismas a las generaciones futuras.

Viviendas sostenibles: son aquellas que siendo respetuosas con el medio ambiente, aprovechan todos los recursos disponibles para reducir el consumo energético y, por tanto,

podemos decir que un barrio socialmente sostenible se caracteriza por cuestiones como la eliminación de la exclusión y marginalización social.

Viviendas sustentables: siguen un nuevo paradigma de construcción y de vida, promoviendo la responsabilidad ambiental. Tanto su diseño como su construcción están orientadas al ahorro de agua y energía, sin dejar de lado el confort, la accesibilidad, la seguridad y la creación de un desarrollo económico y social para los residentes. Además promover la energía renovable; reducir al máximo los residuos, las emisiones y el mantenimiento, a su vez reduce el precio de los edificios y mejorar la calidad de la vida de sus ocupantes.

Residuo sólido: Todo tipo de material, orgánico o inorgánico, y de naturaleza compacta, que ha sido desechado luego de consumir su parte vital.

Residuo sólido recuperable: Todo tipo de residuo sólido al que, mediante un debido tratamiento, se le puede devolver su utilidad original u otras utilidades.

Residuos Sólidos Urbanos (RSU): Los residuos sólidos urbanos (RSU) se definen en la Ley de Residuos como los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.

Plástico. El plástico es considerado un material polimérico orgánico (compuesto por moléculas orgánicas gigantes) que puede deformarse hasta conseguir una forma deseada por medio de extrusión, moldeo o hilado. Las moléculas pueden ser de origen natural, por ejemplo la celulosa, cera y el caucho (hule) natural o sintéticas, como el polietileno y el nylon

PET. Abreviación de Polietilentereftalato (ingles) o Tereftalato de Polietileno, que es un polímero que pertenece al grupo de los poliésteres, en función de su estructura cristalina

consiguen ser utilizados como fibras en la industria textil y como plásticos en la fabricación de envases para diferentes usos, como botellas para el agua o gaseosas.

Reciclado: El reciclaje o reciclado es la acción y efecto de reciclar (aplicar un proceso sobre un material para que pueda volver a utilizarse como en su estado original o No). El reciclado implica dar una nueva vida a material en cuestión, lo que ayuda a reducir el consumo de nuevos recursos y la degradación del planeta. ¿Cómo puede llevarse a cabo el reciclado? El tratamiento puede llevarse a cabo de manera total o parcial, según cada caso. Con algunos materiales, es posible obtener una nueva materia prima, mientras que otros permiten solamente transformarlos en un nuevo producto.

¿Cuál es la base del reciclado? La base se encuentra en la obtención de una materia prima o producto a partir de un desecho o pos consumo.

Reciclaje de plástico: Antes de reciclar, los plásticos se clasifican de acuerdo a su tipo de resina. Aunque se han utilizado varios métodos a lo largo del tiempo para distinguir las resinas, actualmente los más utilizados son los rayos infrarrojos.

Existen tres principales tipos de reciclaje:

Reciclaje mecánico: el método que consiste en separar los plásticos por clase, lavarlos y triturarlos hasta convertirlos en pequeños trozos que se fundirán en moldes para producir nuevos productos.

Reciclaje químico: básicamente comprende las etapas de reducir el tamaño del plástico, y tratarlo con alguna combinación de agua, calor, presión y enzimas o catalizadores, con lo cual se rompe el plástico en sus compuestos constituyentes.

Recuperación energética: método que convierte el plástico en un combustible para la generación de energía.

Entonces nos preguntamos, ¿Los plásticos son reciclables? “Si Lo Son”.

Pero reciclarlos es un gran problema, debido a que sus componentes químicos son demasiados y que contienen muchos aditivos. Además existen muchos tipos de plástico, lo que hace del reciclado un auténtico juego de azar donde nunca se sabe cuál será el resultado final, pues un resultado homogéneo requeriría que se reciclaran sólo los mismos tipos de plástico.

Algo muy importante a considerar. NO todos los plásticos se pueden volver a transformar al estado Molecular Original, por medio del reciclado

Relleno Sanitario: Predio o lugar técnicamente y ambientalmente acondicionado, donde se deposita y compacta la basura.

Ladrillo. Unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano.

Ladrillo PET. Ladrillo de concreto con porcentajes variables de molienda de PET reciclado.

Mortero. Mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación de cemento, agregado fino y agua; empleada para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería.

Concreto. Mezcla de cemento, agregados, agua y aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente denota una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes.

Propiedades mecánicas. Las propiedades mecánicas fundamentales son la resistencia, la rigidez, la elasticidad, la plasticidad y la capacidad energética.

Degradación del tereftalato de polietileno La degradación del PET en la naturaleza ocurre principalmente mediante foto degradación, la acción de los rayos Ultravioleta rompe los enlaces

del polímero y con el tiempo una pieza de plástico se transforma en multitud de piezas más pequeñas. Este proceso es tan lento que una botella de plástico tarda en descomponerse una media de 450 años.

Fabricación del Plástico

Los plásticos se producen mediante la polimerización, es decir la unión química de monómeros transformándose en polímeros.

Para fabricar plástico se utilizan dos procesos principales: la polimerización y la policondensación, y ambos requieren unos catalizadores específicos. Cada polímero tiene sus propias propiedades, su estructura y sus dimensiones en función del tipo de monómero básico que se haya utilizado.

La fabricación de los plásticos y sus manufacturados implica cuatro pasos básicos: obtención de las materias primas, síntesis del polímero básico, obtención del polímero como un producto utilizable industrialmente y moldeo o deformación del plástico hasta su forma definitiva.

Propiedades del plástico PET

Tabla 1
Datos Técnicos del Polietileno de Tereftalato

DATOS TÉCNICOS DEL POLIETILENO - TEREFTALATO (PET)		
PROPIEDADES MECÁNICAS		
Peso específico	134	g/cm ³
Resistencia a la tracción	825	kg/cm ²
Resistencia a la flexión	1450	kg/cm ²
Alargamiento a la rotura	15	%
Módulo de elasticidad (tracción)	28550	kg/cm ²
Resistencia al desgaste por roce	MUY BUENA	
Absorción de humedad	0.25	%
PROPIEDADES TÉRMICAS		
Temperatura de fusión	255	°C
Conductividad térmica	Baja	
Temperatura de deformabilidad por calor	170	°C
Temperatura de ablandamiento de Vicat	175	°C
Coefficiente de dilatación lineal de 23 a 100 °C	0.00008	mm por °C
PROPIEDADES QUÍMICAS		
Resistencia a álcalis débiles a Temperatura Ambiente	Buena	
Resistencia a ácidos débiles a Temperatura Ambiente	Buena	
Comportamiento a la combustión	Arde con mediana dificultad	
Propagación de llama	Mantiene la llama	
Comportamiento al quemado	Gotea	

Fuente: Adaptado de Plásticos Mecanizables, 2017

Categorización del símbolo de Möbius o Moebius



1. PET (Tereftalato de Polietileno) ...
2. HDPE (Polietileno de alta densidad) ...
3. PVC (Polivinilo) ...
4. LDPE (Polietileno de baja densidad) ...
5. PP (Polipropileno) ...
6. PS (Poliestireno) ...
7. Otros plásticos y materiales compuestos

En la siguiente tabla se puede apreciar que usos se pueden dar a los plásticos después del reciclado. Esta información permite clasificar los plásticos según su composición como paso previo a su reciclado. En general, cuanto más bajo es el número más fácil resulta el reciclado.

Tabla 2.
Usos del plástico después del Reciclado

Termoplásticos			Aplicaciones	Usos después del reciclado
Polietileno tereftalato	PET		Botellas, envasado de productos alimenticios, moquetas, refuerzos neumáticos de coches.	Textiles para bolsas, lonas y velas náuticas, cuerdas, hilos
Polietileno alta densidad	PEAD		Botellas para productos alimenticios, detergentes, contenedores, juguetes, bolsas, embalajes y film, laminas y tuberías.	Bolsas industriales, botellas detergentes, contenedores, tubos
Polietileno de baja densidad	PEBD		Film adhesivo, Bolsas, revestimientos de cubos, recubrimiento contenedores flexibles, tuberías para riego.	Bolsas para residuos, e industriales, tubos, contenedores, film uso agrícola, vallado
Policloruro de vinilo	PVC		Marcos de ventanas, tuberías rígidas, revestimientos para suelos, botellas, cables aislantes, tarjetas de crédito, productos de uso sanitario.	Muebles de jardín, tuberías, vallas, contenedores
Polipropileno	PP		Envases para productos alimenticios, Cajas, tapones, piezas de automoviles, alfombras y componentes eléctricos.	Cajas multiples para transporte de envases, sillas, textiles
Poliestireno	PS		Botellas, vasos de yogures, recubrimientos	Aislamiento térmico, cubos de basura, accesorios oficina

Fuente: Adaptado de Plásticos Mecanizables, 2017

Combustión de los Plásticos:

Según Gann y Bryner (2008), describen que gases se puede producir cuando se quema materiales plásticos:

Dióxido de Carbono (CO₂). En fuegos bien ventilados casi todo el carbono perdido por lo materiales combustibles se convierte en CO₂. En caso de inhalación puede causar asfixia, hiperventilación.

Monóxido de Carbono (CO). Formado por la combustión incompleta de los materiales. Al ingresar al organismo reacciona con la hemoglobina de la sangre para formar

carboxihemoglobina la cual impide que el oxígeno llegue a los tejidos, por lo tanto, la persona sufre dolor de cabeza, náuseas, o muerte por falta de oxígeno.

Cianuro de Hidrógeno (HCN). Es altamente peligroso, su toxicidad se debe a que inhibe la respiración celular, su capacidad de envenenamiento en un incendio es superior al Monóxido de Carbono.

Metano (CH₄). Liberado en la combustión de Polipropileno. Es asfixiante y puede desplazar el oxígeno en un ambiente cerrado por lo que produce asfixia por falta de oxígeno.

Benceno (C₆H₆). Liberado en la combustión del Poliestireno. Respirar niveles de benceno muy altos puede causar la muerte, mientras que niveles bajos pueden causar somnolencia, mareo y aceleración del latido del corazón o taquicardia.

En muchos casos los efectos no son percibidos en exposiciones cortas, sin embargo, algunas sustancias tienen efectos acumulativos en el organismo que poco a poco va dañando a la persona, sobre todo si la población tiene la costumbre de quemar la basura., actividad que también va generar los gases las sustancias descritas y otras más.

Marco Legal

En el siguiente cuadro citaremos brevemente las leyes que rigen el tema de nuestra investigación

Tabla 3.

Artículos - Leyes - Ordenanzas y Resoluciones relacionado con el Ambiente

Nacional	Provincial	Municipal
Ley N° 25.675 - Ley General del Ambiente: art. 1-2-4-14-15	CONSTITUCIÓN PROVINCIAL art. 38 (derecho a vivir en un ambiente sano, equilibrado, sustentable)	Art. 80 de la carta orgánica municipal, dispone un Código Ambiental

CONSTITUCIÓN NACIONAL: art.41 (derecho a un ambiente sano y equilibrado)	Ley N°7034. Gestión integral de los residuos sólidos urbanos y su modificatoria Ley N° 796	Ordenanza N° 523/79 (aprueba el Código Planeamiento Urbano Ambiental)
Ley N° 25.916: Gestión de residuos domiciliarios		Res. N° 226/98 (Declara plena vigencia del CPUA)

Fuente. Autoría propia

En la República Argentina se está tratando un PROYECTO DE LEY. Expediente 0820-D-2019. Sumario: Presupuestos Mínimos para el Uso Sustentable de Envases Fabricados con Tereftalato de Poliéster - PET -. Régimen. Fecha: 19/03/2019

Marco Social

El marco de éste TFI es la confección del ECO Ladrillo y su inserción en la comunidad como aporte de la construcción de Viviendas Sociales.

¿A qué se llama Vivienda Social?

La “vivienda social” se entiende normalmente como un proyecto de vivienda para los más necesitados, construida y financiada por el gobierno o por una organización no gubernamental.

En Latinoamérica se hicieron muchos estudios en relación a las viviendas sociales. Uno de ellos aclama:

El reto de la vivienda social es un componente importante para el crecimiento urbano mundial, y deseamos presentar una metodología comprensible para mejorar radicalmente su realización. El éxito será medido en términos humanos, por ejemplo, el bienestar físico y emocional de los residentes. Consideramos que un proyecto es exitoso si es mantenido y amado por sus habitantes y también si su tejido urbano se une de forma sana e interactiva con el resto de la ciudad. Por otro lado, consideramos que un proyecto no es exitoso (y por lo tanto insostenible) cuando es odiado por sus habitantes por distintas razones, desperdicia recursos, contribuye a la

degradación social, aísla a los residentes de la sociedad o decae físicamente en un corto período de tiempo. (Salingaros, 2019)

Desde un punto de vista cultural, las mismas personas de la región, deben aplicar métodos que han evolucionado exitosamente por milenios desarrollando casas que sean propiedad del usuario, como parte de la producción de comunidades sanas construidas por los residentes.

Esta metodología reconoce e incorpora cuestiones de auto-organización de los asentamientos humanos a través de la historia, Proponemos el aprovechamiento del talento en diseño y la energía para la construcción, de la misma gente, actuando como agentes locales, dentro de un sistema que nosotros manejamos sólo para ayudar a generar y guiar esta complejidad evolutiva. En el movimiento de la “auto construcción”, el gobierno acepta que los dueños construyan sus propias casas y les proporciona materiales y entrenamiento para ayudarlos a establecer las redes de electricidad, agua y drenaje. (Salingaros, 2019).

En la Argentina éste concepto lo conocemos como Cooperativas, las que fueron desarrollándose por todo el país como un Circuito de Integración Social, económica y más recientemente como ecológica.



Figura 5. Pobladores de una Cooperativa de Resistencia Chaco
Fuente. Autoría propia

Las instituciones o Cooperativas son un ámbito ideal para trabajar con proyectos ambientales porque nos permite favorecer la toma conciencia, ayudar al cambio de hábitos de consumo y a la vez poder realizar la recuperación y reutilización del material necesario para la fabricación del ECO Ladrillo. Desde un enfoque Social, es necesario la concienciación sobre el daño ambiental que produce el desechar indiscriminadamente residuos plásticos y por otro lado la facilidad con que estos pueden recuperarse y reutilizarse. Por ejemplo, la fabricación de ECO Ladrillos para favorecer a la construcción de viviendas sociales dignas y sustentables para las personas de escasos recursos.

En su publicación Barreto 2010, afirma:

Con relación a las necesidades habitacionales, el Estado Argentino desde hace tiempo reconoce algunos estándares de calidad de materiales de construcción e instalaciones dentro de la vivienda, así como de ciertos servicios y grados de hacinamientos, que definen un umbral entre las condiciones habitacionales adecuadas y deficitarias de la población. Este umbral determina las condiciones de una vivienda digna o adecuada (consagrada como derecho en la Constitución Argentina) y traza una línea que demarca los hogares que necesitan mejorar dichas condiciones, y por ende, determina el déficit habitacional (p. 163)

Cada vez es más necesario aplicar la tecnología y la inteligencia para conseguir reducir el impacto que el ser humano tiene en el ambiente y en el planeta en su conjunto. Con este espíritu, se están desarrollando diversos proyectos enfocados a la creación de las denominadas Viviendas Sustentables, que son viviendas que se caracterizan por su respecto al entorno natural en el que se las ubican.

Por otro lado, además de ser viviendas sostenibles, también son viviendas sustentables. Es decir, están desarrolladas de forma que respetan el entorno en el que se ubican, en lugar de transformar el terreno completamente, se adaptan a la naturaleza y ecosistema originales, lo que permite que se establezca una relación horizontal entre el ecosistema y la propia casa, e incluso reducen el impacto negativo que pudiera haber previamente, por ejemplo, haciendo uso de materiales reciclados.

Los principios de la arquitectura de las viviendas sustentable deben incluir la contemplación de las condiciones climáticas propias del lugar (lluvias, vientos, asoleamiento, humedad), es importante el uso eficiente de los materiales de construcción, priorizando materiales locales y de bajo contenido energético. Otro tema para considerar es la reducción del consumo de energía para calefacción, refrigeración, etc., además de generar confort higrotérmico (temperatura y humedad).

En la siguiente figura, se observa una “vivienda” que no cumplen con los criterios mínimos de viviendas sustentables.



Figura 6. Ranchos de Barro del AMGR
Fuente. Autoría propia

Con la fabricación de los ECO Ladrillos estaríamos en condiciones de reemplazar las chozas de barro o viviendas precarias, por “Viviendas Sustentables” dignas para la población más necesitada.

Residuos plásticos a nivel nacional y provincial

La Ciudad de Buenos Aires en 2015 generó, 1.153.380 tn de residuos, de los cuales un poco más de 143.000 toneladas fueron plásticos (el 13%), según un informe elaborado por la Facultad de Ingeniería de la UBA.

Actualmente en la ciudad de Resistencia se recolectan 315 toneladas de residuos y que el 15% (47,25 ton) de los mismos son plásticos reciclables, analizando desde el enfoque económico, vemos que poseemos gran cantidad de material para poder realizar los ECO Ladrillos, prácticamente gratuito.

Así mismo, la meta de la Educación Ambiental es despertar en la población mundial, la conciencia ecológica, económica, social, política, aptitudes para resolver los problemas y la responsabilidad individual, que permita trabajar en la resolución de los problemas actuales y que éstos no se vuelvan a plantear. (Gatti, 2017)

CAPÍTULO IV:

RESULTADOS:

a) Resultados de Ensayos:

Se decidió realizar ladrillos macizos, según las definiciones de la norma IRAM 11561-1 con forma y dimensiones similares a la de un ladrillo común de barro cocido, 6cm x 13cm x 25cm.

Se realizaron las dosificaciones correspondientes, por lo tanto se procede a pesar de manera exacta, las distintas proporciones de Cemento, Arena, Molienda de PET y Agua.



Figura 7. Peso exacto de PET
Fuente. Autoría propia



Figura 8. Peso exacto de Arena
Fuente. Autoría propia

Se confeccionaron pastones de prueba de mortero con distintas dosificaciones de molienda de PET con una consistencia muy seca (asentamientos en cono de Abrams de 0cm), siguiendo las indicaciones en la preparación y mezcla según norma IRAM 1534.

Como control de los parámetros adoptados en las dosificaciones estudiadas, se determina el PUV (peso por unidad de volumen) según IRAM 1562.

Con el mortero en condiciones, se comienza al llenado de los moldes, una vez que la superficie del mortero presenta un aspecto relativamente liso, con presencia de una película superficial de agua se procede a efectuar el enrasado. Por la utilización de mortero de consistencia muy seca se procedió al desmolde inmediato.



Figura 9. Pastón del Mortero de PET
Fuente. Autoría propia



Figura 10. Llenado de Moldes y Enrasado
Fuente. Autoría propia

Se modificó de condiciones de moldeo y curado simulando lo más posible lo que podría suceder en el proceso de elaboración en obra.

El curado se realizó con temperatura ambiente del interior de laboratorio (entre 20°C y 25 °C) y humedad resultante de curado con agua los primeros 7 días y mantención protegida bajo una lámina impermeable, en un ambiente interno con humedad relativa entre 50% y 60%, hasta el secado final a los 28 días.



Figura 11. ECO Ladrillo desmoldado
Fuente. Autoría propia

Medición y Encabezado

Para ello una vez medidos ancho, largo y alto del ladrillo se procedió a realizar un encabezado de ambas caras (eliminar rugosidades) de ésta manera poderlo someter al ensayo de compresión. El encabezado se realizó con mezcla de cemento portland y yeso en partes iguales, con un espesor máximo de 3mm, debiéndose ensayar la probeta luego de 24hs de secado.



Figura 12 Encabezado de un ECO Ladrillo
Fuente. Autoría propia

Ensayos sobre ladrillos de mortero con agregado de PET endurecido

Se realizaron ensayos sobre el ladrillo endurecido, según IRAM 11561-4, de medición de dimensiones y resistencia a la compresión.

Ensayo de rotura a compresión

Se centra el ladrillo en relación con la rótula de la máquina de compresión. La dirección de la carga debe coincidir con la del esfuerzo que soporta el ladrillo durante su empleo normal. Se ejecutó la aplicación de la carga a una velocidad uniforme (8 MPa/min) hasta la rotura o deformación. La resistencia a la rotura por compresión se calcula teniendo en cuenta el área bruta del ladrillo y la carga aplicada.



Figura 13. Ajustes Prensa Hidráulica
Fuente. Autoría propia



Figura 14. Compresión ECO Ladrillo
Fuente. Autoría propia

Caracterización de materia prima

Las dosificaciones se han realizado con materiales disponibles en la zona, con las siguientes características:

- Cemento Portland Filerizado CPF40 Holcim IRAM 50.000 – En Bolsa.
- Arena – Origen: Rio Paraná, Barranqueras, Módulo de fineza: 2,29.
- Agua potable disponible de red, ciudad de Resistencia.
- Aditivo SikaLatex – Emulsión adhesiva para morteros o lechada de cemento. Según indicaciones de fabricante para mezclas cementícea se debe mezclar con agua de amasado en 1 parte de SikaLatex y 2 partes de agua, hasta la consistencia deseada.

Dosificaciones estudiadas

Las dosificaciones estudiadas en el laboratorio se elaboraron en peso para una mayor precisión, basándose en relaciones típicas y empíricas en volumen de dosificaciones de morteros

de la construcción tradicional, simulando lo que podría ser factible en el proceso de elaboración en obra.

Tabla 4.
Valores de las Dosificaciones

MORTERO CON AGREGADO DE PET							
Materiales componentes	Cantidades en kg/m ³						
	1:3	1:1:2	1:2:1	1:3	1:1:2 + Aditivo	1:2:1 + Aditivo	1:3 + Aditivo
CPF 40	495	375	390	335	375	390	335
Agua	174	138	140	90	110	93	60
Arena	1444	741	282	0	741	282	0
PET	0	202	259	378	202	259	378
Sika latex	0	0	0	0	58	47	30
Peso por unidad de volumen	2113	1456	1071	803	1486	1071	803
Características en estado fresco							
Asentamiento (cm)	0	0	0	0	0	0	0
Temperatura (°C)	21	21	23	21	21	23	21
PUV (kg/m ³)	2137	1456	1023	783	1639	1109	875
Características en estado endurecido							
Resistencia a compresión (MPa)	24,6	7,1	1,2	0,2	7,9	2,3	1,0
Peso de ladrillo (kg)	4,47	2,59	2,19	1,47	2,81	2,42	1,54
MORTERO CON AGREGADO DE POLIPROPILENO							
Materiales componentes	Cantidades en kg/m ³						
	1:3	1:1:2	1:2:1	1:3	1:1:2 + Aditivo	1:2:1 + Aditivo	1:3 + Aditivo
CPF 40	495	600	370	375	0	0	375
Agua	174	160	130	120	0	0	80
Arena	1444	997	437	0	0	0	0
Polipropileno	0	185	264	340	0	0	340
Sika latex	0	0	0	0	0	0	40
Peso por unidad de volumen	2113	1942	1201	835	0	0	835
Características en estado fresco							
Asentamiento (cm)	0	0	0	0	0	0	0
Temperatura (°C)	21	23	21	21	0	0	21
PUV (kg/m ³)	2137	1920	1195	761	0	0	850
Características en estado endurecido							
Resistencia a compresión (MPa)	24,6	22,2	5,0	0	0	0	6,4
Peso de ladrillo (kg)	4,47	3,67	2,70	0	0	0	2,06

Fuente. Autoría propia

b. Resultados desde una percepción Social

Las percepciones sociales de las personas encuestadas y entrevistadas para los fines y objetivos propuestos en esta Trabajo Final Integrador, se organizan en tres grupos-focos:

El primer grupo-foco, fue encuestar a personas que trabajan y pertenecen a la Cooperativa “Tito López” de la Ciudad de Resistencia, quienes actualmente se encuentran localizados en los terrenos de la Av. Urquiza al 5000.

La metodología de la encuesta se basó en entregarles un lápiz y una hoja impresa con las preguntas diseñadas, a cada una de éstas había tres posibles respuestas ya impresas (Ej. SI – NO – TAL VEZ), las que ellos consideraban que se ajustaba a su criterio, debería ser marcada.

El objetivo de la encuesta se fundó en recabar información acerca de sus conocimientos sobre el ECO-Ladrillo, sobre el Reciclado y el Ambiente, opiniones, percepciones.

Del total de 41 encuestados, 23 son (Mujeres) y 18 son (Hombres), en un promedio edad de 31 años. Como observa en el gráfico 1.

Datos personales: Marque con un círculo la respuesta que Ud. considera correcta:
MUJER - HOMBRE

MUJERES	HOMBRES
23	18

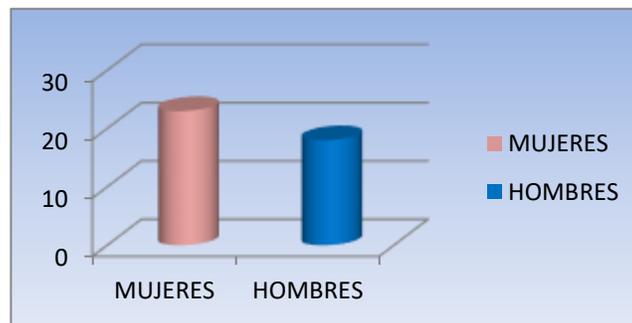


Gráfico 1. Distribución de la Población por Sexo
Fuente: Autoría propia

Una de las primeras preguntas que se realizaron, fue el conocimiento de la importancia del reciclado para mejorar el Ambiente.

Y en su mayoría, desconocían la importancia del reciclado, sin considerar si fueran hombres o mujeres.



Gráfico 2. Importancia del Reciclado
Fuente: Autoría propia

Con respecto a la segunda pregunta, se consultó acerca de las sensaciones de confort de su vivienda actual (fría, caliente), de los cuales la mayoría manifestaron que sus viviendas son muy calurosas.

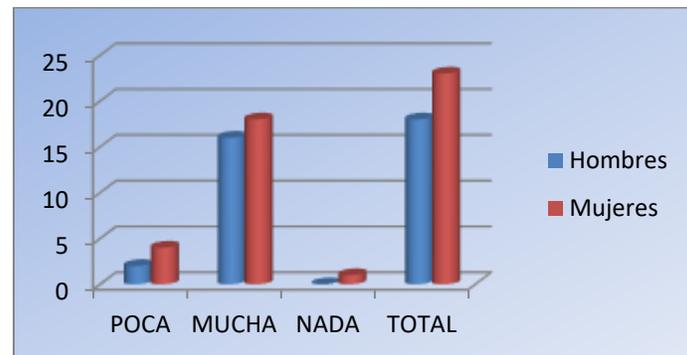


Gráfico 3. Sensación de Confort de su vivienda
Fuente: Autoría propia

La tercera pregunta, fue conocer si alguna vez escucharon hablar de los ECO Ladrillos (partículas de envases de plástico mezclado con cemento) y que se utilizan para la construcción de casas familiares.

Un gran parte de los encuestados desconocían el ECO Ladrillos y su uso en la construcción de viviendas, como se puede observar en el gráfico siguiente.

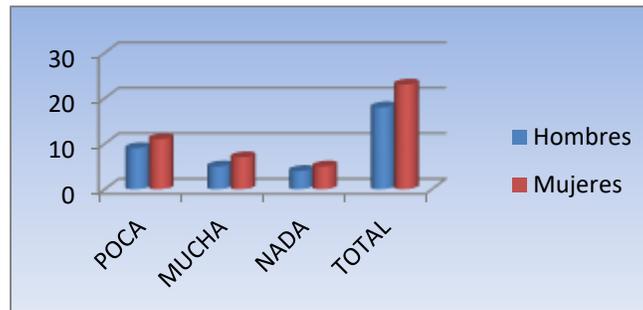


Gráfico 4. Conocimiento del ECO Ladrillo
Fuente: Autoría propia

Continuando con las preguntas, se consultó si usarían un ladrillo que fuese más liviano y que al mismo tiempo le protegiera más del calor y del ruido interior y exterior. Y las respuestas, en su mayoría fueron “Si”.

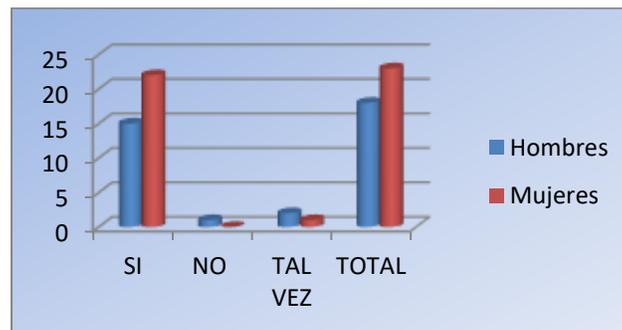


Gráfico 5. Usaría un ladrillo más liviano y que soporte más las temperaturas
Fuente: Autoría propia

También se les preguntó, si estarían dispuestos a conseguir 20 botellas de plástico y entregarlas para que le REGALEN un ECO Ladrillo para construir su casa. La mayoría, respondió que estarían dispuestos.

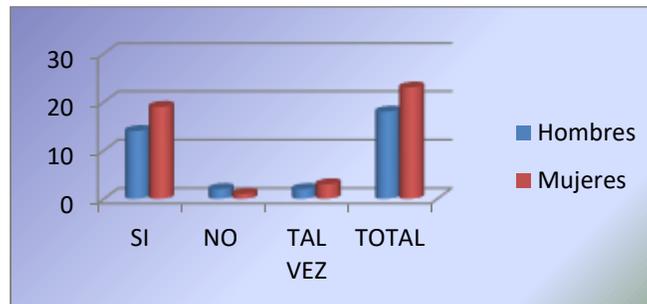


Gráfico 6. Juntaría 20 botellas y entregarlas para que le REGALEN un ECO Ladrillo
Fuente: Autoría propia

Una de las últimas preguntas, fue saber si estarían interesados en construir una vivienda hecha con este tipo de material ecológico (ECO Ladrillo), en su barrio. Una gran parte respondió que SÍ.

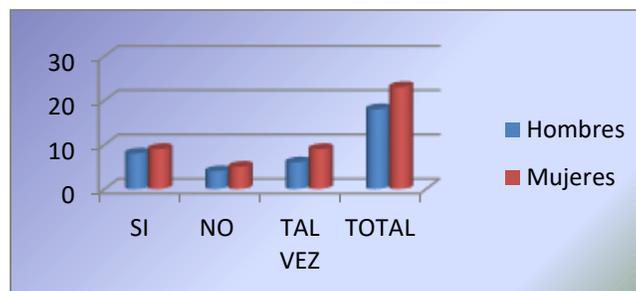


Gráfico 7. Interés en construir una vivienda hecha con ECO Ladrillos
Fuente: Autoría propia

El segundo grupo-foco, fue entrevistar a cuatro personas (elegidas al azar) que viven en el Asentamiento informal de la Cooperativa Tito López, en donde se recabó información por medio

de una conversación personal, que se encontraban viviendo actualmente en el asentamiento, en casitas de cartón/bolsas, como se observa en la siguiente imagen:



Fuente: Autoría *Figura 15.* Reunión de personas de un asentamiento propia

Tabla 5.
Muestreo de preguntas realizadas al segundo grupo:

Preguntas	Respuestas			
	Claudia	Raúl	Fernando	Yéssica
a) ¿Hace cuánto vive acá?	En el terreno hace como un año, pero recién hace unos meses que estamos haciendo la casita.	Todavía no estoy viviendo acá	Recién empecé con los cimientos	Mi mamá hace 8 meses y me dejó el lugar a mí
b) ¿Cómo es el día a día con el calor y las lluvias en su casa	Muy malo, entra mucha agua por todos lados y no se puede estar adentro de la pieza	No se puede estar	Por el calor estamos todo el día afuera de la casa	Insoportable
c) ¿Si alguna vez escuchó de los ladrillos ecológicos (pedacitos de envases de plástico con cemento)?	No. Nunca vi ni escuché hablar de eso.	Ni ahí	En la tele pasaron algo la otra vez	Mi hijo mayor escuchó en la escuela algo por el estilo

d) ¿Se imagina unas casitas de ECO Ladrillos?	Por lo que comenta del ECO Ladrillo, estaría bueno hacer una casita con eso.	No estaría mal	Si es gratis y seguro. Sí	Nunca lo pensé
e) ¿Qué opinión tiene del truke, entregar 20 botellas y a cambio te dan un Eco Ladrillo	Me parece buena la idea, pero a mi edad no me pondría a juntar de la calle botellas.	Cuantas botellas debería juntar para hacer una pieza	Si no puedo juntar las botellas, puedo comprar los ECO Ladrillos	Muy bueno y de paso ayudamos al medio ambiente

Fuente. Autoría propia

Y el tercer grupo-foco, fue entrevistar al Director General de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Resistencia y a un importante empresario de la zona:

Se realizó una entrevista personal con el Ing. Luis Casas, Director General de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Resistencia, donde se le realizó las siguientes preguntas:

1) ¿Cómo considera que se encuentran los problemas ambientales en Resistencia?

Él nos comentó, las distintas actividades suelen ocasionar problemas ambientales como contaminación, destrucción de ecosistemas, cambio climático y otros. A estos impactos, las empresas les suelen llamar “externalidades”, como una manera de justificarlos, minimizar su gravedad y colocarlos fuera de su responsabilidad. De hecho, la reparación de estos daños no es pagada por las industrias sino por la sociedad en su conjunto, que los padece a través del acelerado deterioro ambiental observable a escala local, nacional, regional y planetaria.

2) ¿Qué importancia tiene la gestión ambiental en la planificación del municipio?

El municipio cuenta con el Código Ambiental de la ciudad de Resistencia a lo que respecta al marco jurídico y dentro de éste ámbito tenemos el sector de la recolección de residuos, pero eso es en la teoría.

En la práctica este sector debería estar dentro de la planificación del municipio, en el área de Presupuestos, ya que la Gestión Ambiental, no se puede realizar sin contar con presupuesto. Cuando se realizó el Código Ambiental, propuse que el 20 % del presupuesto anual del municipio, vaya a la Gestión Ambiental, no fue así. Actualmente es solo el 5% del presupuesto. Por eso la planificación debe estar junto con el Presupuesto, ya que la cuestión ambiental, toca transversalmente a todas las áreas del municipio (directa o indirectamente). Actualmente solo cuenta con el 5%, imposible gestionar así.

Todo el tratamiento de la Gestión Ambiental, pasa por la logística del mismo y eso es muy difícil de hacer entender a los demás funcionarios (que se preguntan ¿para qué tantos camiones?, ¿porque solo se los usa para esto y no para todo?).

2) ¿Cuáles son los programas y/o proyectos que actualmente se están llevando a cabo?

Lamentablemente no hay Programa de Reciclado, hace unos años atrás se comenzó con el reciclado de aceite de cocina, para convertirlo en biodiesel, pero por problemas de presupuesto se dejó. Actualmente no hay ni programas ni proyectos respecto al Ambiente.

Lo que si estamos trabajando desde hace unos años, es en el convenio con la Red Argentina de Municipios para el Cambio Climático, RAMCC. (Asociación civil cuyo objetivo es ejecutar proyectos o programas municipales, regionales o nacionales, relacionados con la mitigación y/o adaptación al cambio climático, a partir de la movilización de recursos locales, nacionales e internacionales.). Cumpliendo los requerimientos o estampillas respecto a la disminución de los gases de efecto invernadero, se logra una fuente de financiación económico internacional para las cuestiones Ambientales locales-

3) ¿Qué opinión tiene acerca de la utilización del ECO ladrillo, pensado para viviendas?

Sería de gran valor, ya que si se logra reducir las temperaturas dentro de las viviendas, se necesitaría menos energía para su enfriamiento, haciéndolos más Ecoeficientes, con la consiguiente disminución de los gases de efecto invernadero. Luego se debería introducir en el Código de la Construcción del Municipio el uso del ECO Ladrillo, para las futuras construcciones y así contribuir a cumplir las etiquetas de ecoeficiencia para las edificaciones.

4) ¿Qué opinión tiene del truco, de instalar esta cultura ambiental en la sociedad (20 botellas x 1 ECO Ladrillo)?

Me parece un buen método para la recolección de los envases, pero siempre el municipio o cooperativa debe intervenir en el proceso de recolección, con los denominados puntos verdes u otros puntos de concentración, así contar con la materia prima (stock) necesaria para fabricar los ECO Ladrillos y cuando traigan las botellas de plástico PET, se le entregue inmediatamente el ECO Ladrillo.

Continuando con el aspecto social, se buscó alguna empresa interesada en la temática ambiental y contactamos a la Distribuidora Aguiar S.A. (Arcor), la cual se encuentra dirigida por el Sr. Claudio Aguiar.

1) ¿Qué importancia tiene la cuestión ambiental en su empresa?

La empresa Arcor está totalmente involucrada con el Ambiente y el cuidado del mismo.

2) ¿Realiza alguna acción en pro del cuidado ambiental?

Desde el uso racional del agua, eficiencia energética y cambio climático, el uso adecuado de los materiales de empaques, hasta la protección y respeto por los derechos humanos y laborales, por último el compromiso en general con el desarrollo sustentable.

3) ¿Qué opinión tiene acerca de la utilización del ECO ladrillo, pensado para viviendas?.

Realmente no lo conocía en detalle al ECO Ladrillo, escuché que estaban haciendo investigaciones en el tema del reciclado, me parece una buena idea para reciclar la gran cantidad de botellas que se acumulan y si se puede dar un uso práctico a lo que se tira y a la vez construir viviendas para los más necesitados, genial.

4) ¿Qué opinión tiene de implementar un método de truco, de instalar esta cultura ambiental en la sociedad (conseguir 20 botellas vacía recicladas a cambio de 1 ECO Ladrillo gratis)?
¿Estaría dispuesto a colaborar?

En este país nunca se sabe, pero si te regalan ladrillos para construir tu casita con solo juntar botellas posconsumo, creo que daría un buen resultado. Sería algo parecido al de juntar tapitas para el Hospital Garrahan. Respecto a la colaboración, nosotros solo somos una distribuidora de los productos de Arcor. Eso lo tendría que decidir el Presidente de la Compañía.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En un mundo donde la cantidad de botellas arrojadas en las calles, ríos y mares, implica un problema para la sociedad misma, vemos que se puede hacer una pequeña contribución para comenzar a erradicar los desechos, por medio del reciclado de las botellas de PET, para fabricar ECO Ladrillos y su posterior uso en viviendas sustentables.

Por medio de los ensayos en el laboratorio se pudieron concluir que la incorporación de distintas proporciones de molienda de PET en el mortero de los ladrillos, arrojó un desenlace importante para nuestra investigación, en lo que respecta a las propiedades físicas y térmicas del ECO Ladrillos y que determinaron que para una dosificación de reemplazo de molienda

superiores al 2/3 para las mezclas sin el agregado de aditivos, los morteros se presentaron poco plásticos y poco cohesivos. La falta de docilidad y homogeneidad de la mezcla, provocaba una disminución del asentamiento (después de compactado) en correspondencia con el incremento de la proporción de reemplazo, lo que equivale a una mayor porosidad final. La razón, a nuestro juicio, fue la inadecuada granulometría de las escamas de PET, otorgadas por la industria (tamiz de 10 mm).

La falla por compresión de las probetas se producía por la falta de adherencia en la interface pasta agregados (molienda y cemento), lo que era previsible por la textura superficial lisa de las escamas. Cuando la dosificación de reemplazo era al 100%, la falla por compresión resultó demasiado frágil, sin aviso de fisura previa. Por otra parte se comprobó que la disminución de la resistencia con respecto a la probeta patrón, es proporcional al aumento de dosificaciones de PET.

Después de los 28 días de fraguado se comenzaron los ensayos de resistencia a la compresión, donde se pudo observar, que cuando la mezcla se utilizó con 1/3 de reemplazo de molienda de PET, descendió significativamente del valor de referencia al que se observó con el ladrillo patrón, pero sigue siendo aceptable respecto a los valores del ladrillo de arcilla cocido (4 a 5 MPa).

Los ladrillos macizos de mortero con agregado de PET presentan un comportamiento de rotura dúctil y bajo peso por unidad de volumen.

Resulta de nuestra investigación que la relación 1:1:2 (Cemento, PET, Arena) es la más conveniente para la fabricación de ECO Ladrillos para paredes no portantes exteriores, en la zona urbana del AMGR y la relación 1:2:1 (Cemento, PET, Arena) es la más conveniente para la fabricación de ECO Ladrillos para paredes o divisorias interiores.

También se pudo realizar un ECO Ladrillo con la molienda de tapitas de botellas de gaseosas, aguas, etc. (polipropileno), y se pudo apreciar que la fabricación del ladrillo con éste material soporta más carga que el ladrillo con PET.

Sería interesante realizar futuros análisis de mampuestos con ladrillos de PET y polipropileno para ver su comportamiento bajo carga, teniendo en cuenta que su ductilidad puede ser beneficiosa para disminuir fisuras en mamposterías por asentamiento de suelos o bien en mamposterías sismo resistentes.

Teniendo en cuenta los fines de este trabajo, y la concepción de sustentabilidad, una de las dimensiones a considerar fue la económica. En este sentido, es importante resaltar que la fabricación de las botellas de PET demanda un consumo energético que puede ser recuperado reutilizando dicho material, es lo que denominamos Economía Circular. (Considerar a las botellas de PET posconsumo como residuos, pero, que tienen un valor económico y que colaboran a disminuir la contaminación ambiental), en lugar de ser descartarlo en el Vertedero Municipal “María Sara I y II” de la Ciudad de Resistencia, o en basurales a cielo abierto en donde se generan otros problemas Ambientales, como la contaminación del suelo, agua, aire, afectación a la flora, fauna del lugar.

El menor peso del PET permite ahorro de combustible para su traslado, ya que se puede transportar más m^3 en relación a la arena.

Se necesita menor espesor de mampostería para tener la misma temperatura interior que usando ladrillos comunes.

Al ser más livianos, mejoran el proceso de operación, manipulación y la productividad (horas hombre por m^2).

Desde una dimensión ecológica, la utilización de molienda de plásticos de PET Reciclado, como sustituto del agregado natural, demostró ser factible según los resultados obtenidos en el presente estudio, brindando una alternativa de reciclaje conducente a reducir el impacto ambiental producido por los desechos industriales y urbanos.

Existen razones ecológicas ligadas a las de carácter económico, ya que al disminuir el uso de materias primas naturales, disminuye la explotación de las canteras de áridos con menor deterioro paisajístico y ambiental. El aprovechamiento del PET para la fabricación de los ECO Ladrillos reduce su acumulación en los rellenos sanitarios, por ser un material no biodegradable.

En el transporte, el menor peso del PET, comparado con el de arena, da lugar a un volumen más reducido de gases de combustión (monóxido de carbono) a la atmósfera, con la consiguiente menor contaminación de ésta.

Los ladrillos desarrollados utilizando cemento y plástico PET reciclado son una alternativa posible para la ejecución de cerramientos de construcciones, más ecológica, más económica, más liviana y de mejor aislación térmica que la mampostería de ladrillos comunes de arcilla cocida que se utilizan tradicionalmente en nuestra región del AMGR.

Por ser una tecnología simple los elementos constructivos desarrollados son especialmente aptos para viviendas y construcciones de interés social. Generan una fuente de trabajo para personas de escasos recursos, tanto en las etapas de recolección de la materia prima, elaboración de los elementos constructivos y el montaje de las viviendas.

Esta tecnología pionera en la “construcción ecológica” (reciclar un material que actualmente se acumula o entierra en gran cantidad, con un proceso de fabricación no contaminante),

constituye un paso adelante en la búsqueda de un desarrollo regional sustentable, con un impacto Ambiental positivo.

Considerando la perspectiva social, obtuvimos varias percepciones y opiniones organizado en tres grupos-focos. En el primero y segundo grupo, se manifestó un gran desconocimiento tanto en temas Ambientales, como del reciclado y del ECO Ladrillo, como material para la construcción. También se detectó en sus respuestas y en sus percepciones cierta desconfianza acerca de la seguridad del ECO Ladrillo, preferentemente a robos e inseguridad.

Se socializó con el grupo, la idea de poder instaurar el tema del reciclaje y cuidado del Ambiente, recuperando el antiguo concepto del Intercambio o Trueque, recolectando 20 envases de PET e intercambiarlas por 1 ECO Ladrillo totalmente gratis. Esta idea fue totalmente asentada y aprobada por las personas de la Cooperativa.

Y el tercer grupo, estuvo representado por un funcionario municipal y un empresario de la ciudad de Resistencia Chaco, a los cuales se les entrevistó respecto a temas ambientales, gestión y responsabilidad empresarial. Sus respuestas, fueron alentadoras con respecto a la fabricación de ECO Ladrillos. Lo significativo de sus respuestas, son motivadoras para la continuidad de este TFI, de seguir apostando a este tipo de investigaciones en pos de la construcción de viviendas sociales sustentables, y al mismo tiempo abordar la ardua tarea de reducir el impacto Ambiental.

Y para finalizar, luego del proceso recorrido durante todo el TFI se presenta una idea, propuesta de un circuito de integración social, ecológica y económica (No tradicional) a partir de la fabricación del ECO Ladrillo con botellas de PET Reciclado para uso de viviendas sustentables.

ECO Ladrillo
Circuito de integración social, ecológica y económica
para viviendas sustentables

Control del impacto y cuidado del ambiente a través de diferentes métodos y estrategias por parte de las empresas y las industrias

Ecológica

*Reciclaje de botellas PET
Reducción de RSU
Reducción de contaminación*

Social

ECO Ladrillo

*Acceso a viviendas sustentables
Impacto positivo en la carencia de viviendas dignas (reducción de la pobreza)
Concientización en la sociedad*

Económica

*Reducción en costos de traslado -RSU
Valorización de la responsabilidad ambiental
Resignificación de una Economía Circular*

Sustentabilidad- Economía circular -Educación Ambiental



Fuente: Autoría Propia

Especialista en Ingeniería Ambiental

Estudio y viabilidad del ECO Ladrillo con molienda de botellas de PET Reciclado para la construcción de viviendas sustentables: Estudios de casos en la Ciudad de Resistencia-Chaco

Autor: Miguel Escalada
2019

Recomendaciones

Para nuestra investigación se usó molienda de PET Reciclado de 10 mm, la cual fue la única que se pudo adquirir en la zona, se recomienda utilizar una molienda más pequeña de PET (4 o 5 mm), para aumentar más la adherencia cemento-PET.

La incorporación de un aditivo fue importante para que el pastón de mezcla tuviera más consistencia, sobre todo en el momento del desmolde, y mejora notablemente la descamación del ladrillo, pero no así su resistencia mecánica.

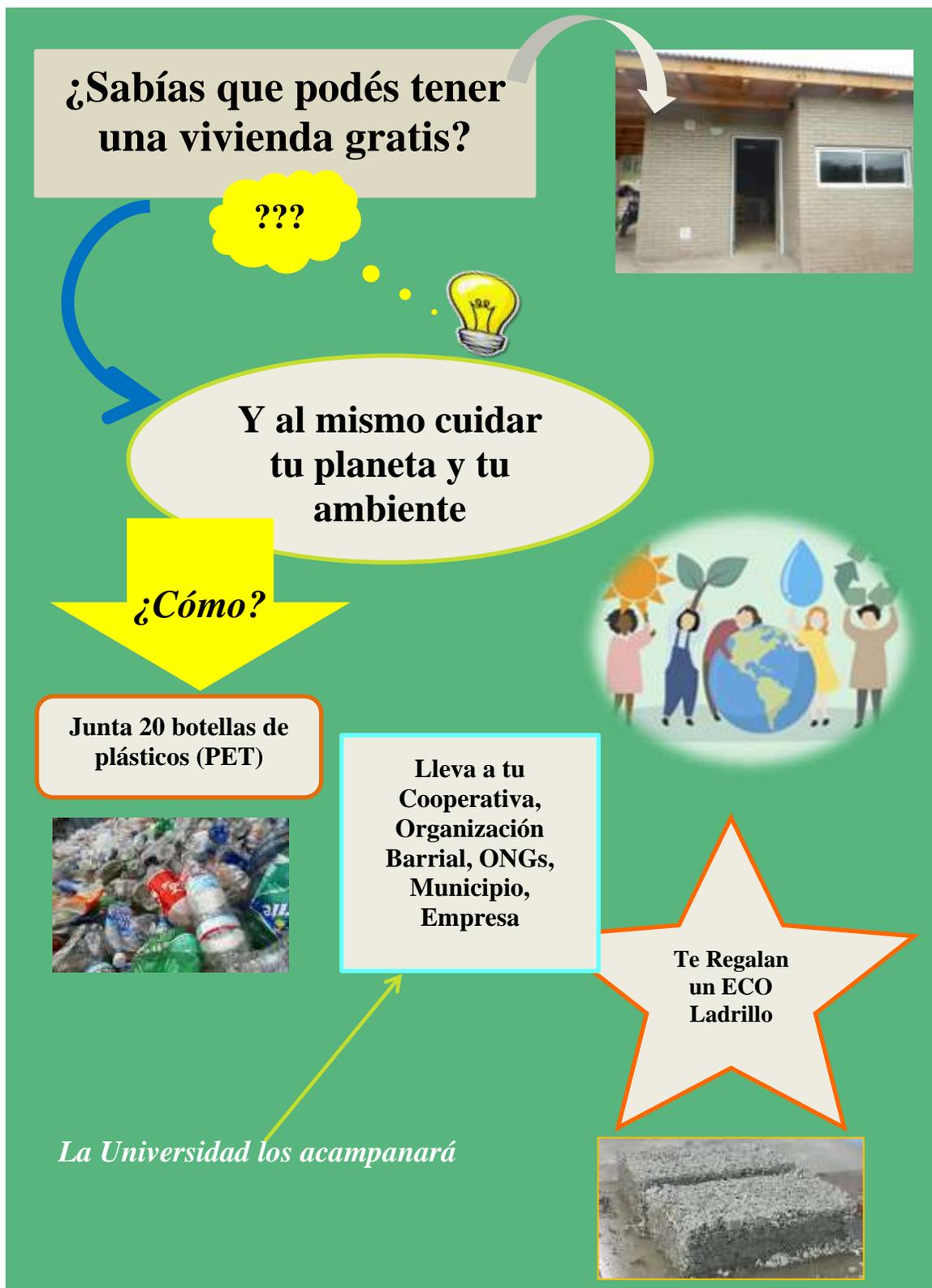
Es altamente aconsejable implementar un sistema de recolección de residuos diferenciados, con el compromiso y la participación de toda la comunidad local.

Desde una concepción educativa, formativa sería importante fortalecer y propiciar este tipo de trabajos universitarios desde la ingeniería, en todo lo referente al Reciclado y Construcciones Alternativas en pos del cuidado Ambiental.

También se debería continuar con este tipo de trabajos (investigación, proyectos, propuestas), desde los Municipios, Empresas, ONG, pues se tienen acceso gratuito a gran cantidad de residuos y lo que estaría favoreciendo la construcción de viviendas sociales para personas con situaciones de hábitat deficitario,

Por último, sería relevante desde estas instituciones, armar campañas de información, educación y sensibilización ambiental con respecto a este tema para toda la población del AMGR, como así también de la Provincia del Chaco.

Esto motivó al diseño de una publicidad (Flyer) con la finalidad de informar, socializar, sensibilizar acerca del uso y de la importancia del ECO Ladrillo para viviendas sustentables.



REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS:

Alesmar, L N. Rendón, L. N. and Korody, M.E. (2008) *Diseños de mezcla de tereftalato de polietileno (PET)-Cemento*. Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V.

Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Allsopp, Walters, Santillo & Johnston, (2006). Semantic Scholar. *Residuos Plásticos en los Océanos del Mundo*. Recuperado el 08 de junio 2019 de

<https://www.semanticscholar.org/paper/Plastic-Debris-in-the-World-%E2%80%99-s-Oceans-Allsopp-Walters/b8d194246a88ba7d8dd8def51dae7f6617aec3fe>

Babafemi, A. J., Branko, S, Suvash, C. P., Anggraini, V. (2018). *Engineering Properties of Concrete with Waste Recycled Plastic*. (Trabajo Final Integrador de Grado) Switzerland: Sustainability. Recuperado de <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/11/3875>

Bacata, (1998). Instituto de Seguros Sociales. *La extracción de la arcilla, la fabricación de ladrillos y vitrificados y la salud de los trabajadores*. Colombia: Editorial ISS, Fundación Ecológica.

Barreto, M. (2010). *Revista INVI*, 25(69). El concepto de “hábitat digno” como meta de una política integral de áreas urbanas deficitarias críticas, para la integración social desde los derechos humanos. Recuperado el 28 de mayo 2019 de

<http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/517>

Barriga Salamanca, A. (2017). *Crece la industria del reciclaje de plásticos en Argentina. Tecnología del Plástico*. Recuperado el 27 de junio 2019 de

<http://www.plastico.com/temas/Crece-la-industria-del-reciclaje-de-plasticos-en-Argentina+3049411>

BioEnciclopedia. (25 de Abril de 2014). *BioEnciclopedia* Amenaza a la Ecología. Recuperado el mayo 2019 de <https://www.bioenciclopedia.com/ecologia/amenazas-a-la-ecologia/>

Borja Suarez, M. (2016). *Metodología de Investigación Científica para ingeniería Civil*.

Recuperado el 20 de marzo 2019 de

https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil

Brenes, V. y M. Murillo (1994). *Algunos objetos de estudio del constructivismo*. UNA-UCR-CONICIT, Costa Rica.

Cáceres, J.I., Positieri, M., Oshiro, A y Giacco, G (2007) *Aridos y Reciclados*. Recuperado de

<http://www.hormigonelaborado.com/index.php?IDM=29&IDN=112&mpal=4&alias=>

Constitución Nacional art. 41(1994): *infoleg.gob.ar*. Constitución de la Nación Argentina.

Buenos Aires. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/804/norma.htm>

Di Marco Morales, R.O.y León Téllez, H.A.(2017) *Ladrillos con Adición de PET. Una solución amigable para núcleos rurales del municipio del Socorro*. Bogotá: Unilibre. Recuperado de <http://www.unilibre.edu.co/bogota/pdfs/2017/5sim/39D.pdf>

Díaz, A. y Hernández, A. (agosto, 2018) *Ensayo De Dosificaciones Para Bloques, Ladrillos y Contrapisos De Hormigón Con Desechos Plásticos y Finos De Perlitas*. Acta de la XLI Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio

Ambiente. (pp.96-106), Salta. Recuperado de

<http://www.exporenovables.com.ar/2018/descargas/actas/asades-tema-1-213.pdf>

Elías, E.C. y Jurado, L. (Ediciones Díaz de Santos). (2012). *Los plásticos residuales y sus posibilidades de valoración: Reciclaje de residuos industriales*. Madrid.

Gaggino, R. (2018). *Acta Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente*.

Ladrillos de PET Reciclado. Modificaciones para la Renovación del Certificado de Aptitud Técnica según la Normativa Actual. Recuperado el 01 de junio 2019 de

<http://www.exporenovables.com.ar/2018/descargas/actas/asades-tema-1-165.pdf>

Gaggino, R. et al (2004). X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído I

Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável. Recuperado el 14 de enero 2019 de

<http://www.arquitecturatropical.org/EDITORIAL/documents/GESTION%20DE%20TECNOLOGIA%20SUSTENTABLE%20PARA%20VIVIENDAS.pdf>

Gaggino, R., Kreiker, J., Mattioli, D., Argüello, R. (2015) *Plástico Reciclado Involucrando*

Actores Públicos y Privados. Centro Experimental de la Vivienda Económica,

Asociación Vivienda Económica (ceve-ave) y Conicet. Recuperado de

https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/56370/CONICET_Digital_Nro.a447c64a-9704-4c31-972c-d20a3b201c13_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Gann, R. G., Bryner, N. P. (2008). *National Institute of Standards and Technology*. Combustion

Products and Their Effects on Life Safety. Gaithersburg, Estados Unidos. Recuperado el

16 de junio 2019 de https://ws680.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=900093

Gatti, C. M. (2017). Material didáctico - Unidad 1: Introducción al campo de la Educación

Ambiental. UNNE-Virtual – Facultad de Ingeniería - Licenciatura en Gestión Ambiental.

Recuperado el 15 de junio 2019 de

<http://cegae.unne.edu.ar/docs/IntrodALaEduacionAmbiental.pdf>

IRAM 1505 Agregados. Análisis granulométrico

IRAM 1520 Agregados finos. Métodos de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua.

IRAM 1534 Hormigón fresco – Preparación y curado de probetas en laboratorio para ensayos de compresión y de tracción por compresión

IRAM 1536 Hormigón fresco – Método de ensayo de la consistencia utilizando el tronco de cono

IRAM 1562 Hormigón fresco – Método para la determinación de la densidad (masa de la unidad de volumen) y el cálculo del rendimiento y del contenido de aire (gravimétrico).

IRAM 1601 Agua para morteros y hormigones de cemento pórtland

IRAM 11561-1 Bloques de Hormigón – Vocabulario

IRAM 11561-4 Bloques de Hormigón para Mampostería

IRAM 50000 Cemento. Cemento para uso general. Composición, características, evaluación de la conformidad y condiciones de recepción.

Ismail, Z. y Al-Hashmi, (2008). *Use of waste plastic in concrete mixture as aggregate replacement*. Recuperado el 13 de febrero 2019 de

<https://www.researchgate.net/publication/5913087> Use of waste plastic in concrete mixture as aggregate replacement

Ley N° 25.916 (Septiembre de 2004): *Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina*

Gestión de Residuos Domiciliarios. Recuperado el 10 de junio 2019 de

<http://www0.unsl.edu.ar/~atissera/Leyes%20Nacionales/Ley%20PPMM%2025916%20Residuos%20Domiciliarios.pdf>

Ley N° 7963 (16 de enero de 2017): *Argentina Ambiental. Gestión Integral de Residuos*

Sólidos Urbanos Modificatoria de la Ley 7034. Boletín Oficial del Chaco. Recuperado el

28 de junio 2019 de [http://argentinambiental.com/legislacion/chaco/ley-7963-gestion-](http://argentinambiental.com/legislacion/chaco/ley-7963-gestion-integral-residuos-solidos-urbanos/)

[integral-residuos-solidos-urbanos/](http://argentinambiental.com/legislacion/chaco/ley-7963-gestion-integral-residuos-solidos-urbanos/)

Ley N°7034 (2012): *Dirección de Información Parlamentaria. Gestión integral de los residuos*

sólidos urbanos. Recuperado el 28 de junio 2019 de

[http://portal1.chaco.gov.ar/uploads/multimedia/archivo/ Ley%202028%20de%20Gesti%C3%B3n%20Integral%20de%20Residuos%20S%C3%B3lidos%20Urbanos%20\(antes%207034\).pdf.pdf](http://portal1.chaco.gov.ar/uploads/multimedia/archivo/Ley%202028%20de%20Gesti%C3%B3n%20Integral%20de%20Residuos%20S%C3%B3lidos%20Urbanos%20(antes%207034).pdf.pdf)

Magarinos, O.E., Alderete, C.E., Arias, L.E. y Lucca, M.E. (1997). *Estudio de morteros que*

contienen escamas de plástico procedente de residuos post-industriales. Recuperado el

14 de enero 2019 de

<http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/viewFile/477/525>

Martínez Amariz, A., y Cote Jiménez, M. (2014). *Diseño y fabricación de ladrillo reutilizando*

materiales a base de PET. INGE CUC, 10(2), 76 - 80. Recuperado el 02 de junio 2019

de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/493>

ODS (xxxx). Objetivo 11: *Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.* Recuperado el 27 de junio 2019 de

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

OJEDA, S. LOZANO-OLVERA, G. Morelos, Raúl y Armijo de Vega, Carolina. (2008).

Mathematical modeling to predict residential solid waste generation. Recuperado el 20

de mayo 2019 de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X08001438>

Piñeros Moreno, M.E. y Herrera, M. (2018). *Proyecto de Factibilidad Económica para la*

Fabricación de Bloques con Agregados de Plástico Reciclado (PET), Aplicados en la

Construcción de Vivienda (Trabajo Final Integrador de Grado). Universidad Católica de

Colombia Facultad de Ingeniería Programa de Especialización en Gerencia de Obras

Bogotá D.C. Recuperado el 15 de junio 2019 de

https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22382/1/TRABAJO_FINAL

[INTEGRADOR%20BLOQUE%20PET.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22382/1/TRABAJO_FINAL_INTEGRADOR%20BLOQUE%20PET.pdf)

Plasticos.com (agosto, 2006). *Axioma B2B Marketing.* Crece la industria del reciclaje de plásticos

en Argentina. Recuperado el 01 de julio 2019 de [http://www.plastico.com/temas/Crece-la-](http://www.plastico.com/temas/Crece-la-industria-del-reciclaje-de-plasticos-en-Argentina+3049411)

[industria-del-reciclaje-de-plasticos-en-Argentina+3049411](http://www.plastico.com/temas/Crece-la-industria-del-reciclaje-de-plasticos-en-Argentina+3049411)

Proyecto de Ley (2019). Presupuestos Mínimos para el Uso Sustentable de Envases Fabricados

con Tereftalato de Poliester – PET. Régimen 19-03-2019. Recuperado el 15 de Julio 2019 de

<https://www.diputados.gov.ar/proyectos/proyectoTP.jsp?exp=0820-D-2019>

Salingeros, N.A. et al (4 Mayo, 2019). *Plataforma Arquitectura.* Ejemplos de patrones y códigos

generadores en la vivienda social de Latinoamérica. Recuperado el 04 de junio 2019 de

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/917568/vivienda-social-en-latinoamerica-secuencia-de-diseno>

Téllez Maldonado, A. (2012). *La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos*. (Trabajo Final Integrador de Magister) Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 26 de junio 2019 de

<http://www.bdigital.unal.edu.co/7080/1/905077.2012.pdf>

Universia (s.f.). *Guía para Elaborar una Trabajo Final Integrador*. Recuperado el 18 de marzo

2019 <https://www.ubp.edu.ar/wp-content/uploads/2016/06/Universia-guia-elaborar-Trabajo-Final-Integrador-grado-.pdf>

Vesco, L.P. (2006). *Residuos Sólidos Urbanos: Su Gestión Integral en la Argentina*. Trabajo Final Integrador de Grado. Universidad Abierta Interamericana.

Zamarrita, (2003). *Monografía Guía para la elaboración de un trabajo de investigación*. Recuperado el 03 de marzo 2019 de

<https://www.monografias.com/trabajos59/elaboracion-trabajo-investigacion/elaboracion-trabajo-investigacion.shtml>

ANEXO



Figura 16. Balanza Electrónica
Fuente. Autoría propia

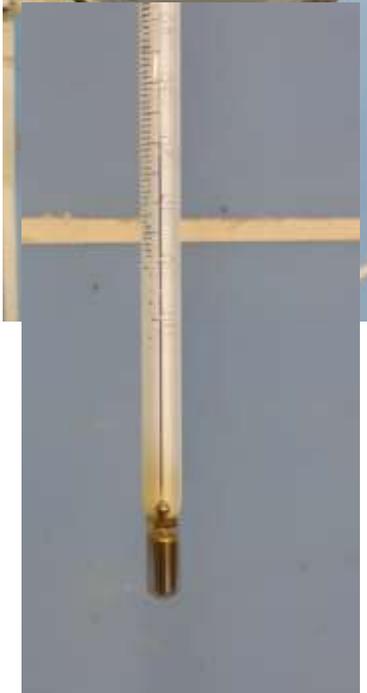


Figura 18. Termómetro de mercurio del Laboratorio
Fuente. Autoría propia

Figura 17. Higrómetro del Laboratorio
Fuente. Autoría propia



Figura 19. Pesado del Agua para el Mortero
Fuente. Autoría propia



Figura 20. Pesando la Molienda de PET
Fuente. Autoría propia



Figura 21. Mezclado del Mortero
Fuente. Autoría propia



Figura 22. Verificación del Cono de Abrams
Fuente. Autoría propia

Especialista en Ingeniería Ambiental

Estudio y viabilidad del ECO Ladrillo con molienda de botellas de PET Reciclado para la construcción de viviendas sustentables: Estudios de casos en la Ciudad de Resistencia-Chaco

Autor: Miguel Escalada
2019



Figura 23. ECO Ladrillos Desmoldados
Fuente. Autoría propia



Figura 24. ECO Ladrillos Húmedos
Fuente. Autoría propia



Figura 25. ECO Ladrillos Identificados para Encabezarlos
Fuente. Autoría propia



Figura 26. Calibrando Nueva Maq. de Ensayos
Fuente. Autoría propia



Figura 28. Dosificación del Aditivo
Fuente. Autoría propia



Figura 27. Ladrillos con distintas Dosificaciones Listos para Encabezar
Fuente. Autoría propia