

Evaluación de parámetros de diseño de mezclas en construcción sustentable mediante la utilización del modelo de economía circular en la ciudad de Rafaela, Santa Fe.

Parameters design assessment of mixtures in sustainable building through the use of the circular economy model in the city of Rafaela, Santa Fe.

Presentación: 04/09/2023

Maira Evelyn González

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rafaela
gonzalezmairaevelyn@gmail.com

Ludmila Massimino

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rafaela
massiminoludmila@gmail.com

Resumen

La ciudad de Rafaela tiene desde el año 2003 un relleno sanitario con una vida útil de 25 años. Transcurrido ese tiempo habrá un problema socioambiental debido a la disposición de residuos que genera por año la población de Rafaela siendo el modelo de economía circular el camino más sustentable para transformar los residuos en recursos, reducir el impacto ambiental negativo y generar oportunidades socioeconómicas. Estudios realizados en el Complejo Ambiental de Rafaela reflejan que el principal impacto ambiental está representado por las voladuras de plásticos en los caminos, campos y zona de influencia del relleno sanitario. Este trabajo propone la valorización de plásticos no recuperables (plásticos compuestos de la industria, bolsas camisetas, etc.) a través de su utilización como insumo en la construcción sustentable. La metodología corresponde a un diseño experimental multitratamiento en base a proporciones de mezcla (cemento, arena, plástico) evaluando la variable respuesta resistencia a la compresión.

Palabras clave: Construcción sustentable - Economía circular- Reciclado

Abstract

The city of Rafaela has a sanitary landfill since 2003 with a useful life of 25 years. After that there will be a socio-environmental problem due to the disposal of waste generated by the population of Rafaela each year, the circular economy model being the most sustainable way to transform waste into resources, reduce negative environmental impact and generate socio-economic opportunities. Studies carried out in Rafaela Environmental Complex show that the main environmental impact is represented by the blasting of plastic on the roads, fields and area of influence of the sanitary landfill. This work proposes the recovery of non-recoverable plastics (industrial composite plastics, T-shirt bags, etc.) though its use as an input in sustainable construction. The

methodology corresponds to a multi-treatment experimental design based on mixing proportions (cement, sand, plastic) evaluating the response variable resistance to compression.

Keywords: Sustainable Construction - Circular Economy - Recycling

Introducción

En el sistema de construcción tradicional, los ladrillos son los elementos más utilizados para el asentado de muros en las viviendas, y generalmente tienen como componente base al cemento, agua, arena, agregados gruesos y arcilla. Además, pueden utilizarse materiales residuales para fabricar unidades de albañilería ecológica sin necesidad de alterar sus parámetros (Benavidez y Benavidez, 2021).

La Construcción sostenible, que debería ser la construcción del futuro, se puede definir como aquella que, con especial respeto y compromiso con el Medio Ambiente, implica el uso sostenible de la energía, la utilización de materiales reciclados y una reducción de los impactos ambientales causados por los procesos de construcción (Casado, 1996; Lanting, 1996).

De acuerdo a Kibert (1994) la Construcción Sostenible deberá entenderse como el desarrollo de la Construcción Tradicional, pero con una responsabilidad considerable con el Medio Ambiente por todas las partes y participantes. Lo que implica un interés creciente en todas las etapas de la construcción, considerando las diferentes alternativas en el proceso de construcción, en favor de la minimización del agotamiento de los recursos, previniendo la degradación ambiental o los prejuicios, y proporcionar un ambiente saludable, tanto en el interior de los edificios como en su entorno.

La ciudad de Rafaela tiene desde el año 2003 un relleno sanitario con una vida útil estimada en 25 años. Transcurrido ese tiempo habrá un problema socioambiental en lo referido a la disposición de las 100.000 toneladas de residuos que genera por año la población de Rafaela. Sin dudas el camino más sustentable es la adopción del modelo de economía circular (Figura 1), el cual basa sus principios en un paradigma que transforma los residuos en recursos, reduciendo el impacto ambiental en la actividad productiva y generando oportunidades socioeconómicas.

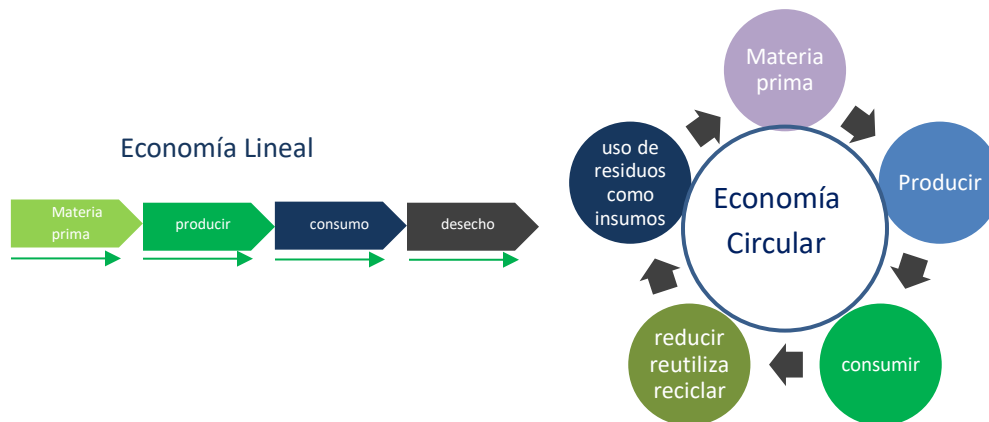
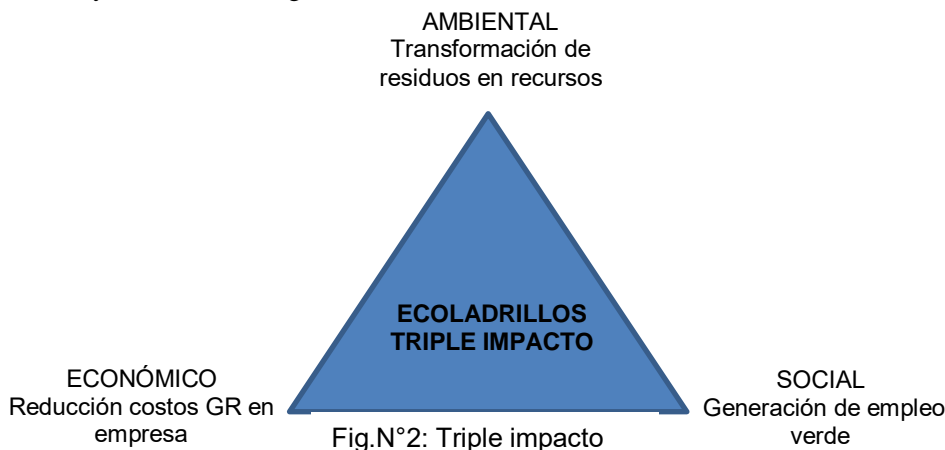


Fig.Nº1: Modelo economía Lineal-Circular

Estudios realizados en el Complejo Ambiental de Rafaela reflejan que el principal impacto ambiental está representado por las voladuras de plásticos (bolsas camisetas, plásticos industriales, etc.) en los caminos, campos y zona de influencia del relleno sanitario. El nulo valor comercial de algunos plásticos contribuye al problema. Las bolsas camisetas, plásticos compuestos, etc. proveniente de distintas empresas de la ciudad no resultan de interés a los recuperadores, por lo tanto, su destino final en el Complejo Ambiental es el depósito en las celdas. Esto no es una alternativa muy racional desde el punto de vista económico ni ambiental puesto que estos residuos no son biodegradables y tardan décadas en desaparecer, en el caso de las bolsas de polietileno de baja densidad se transforman recién a los 150 años.

Por otra parte, la crisis económica y la suba de precios de los residuos recuperables (cartón, papel, plásticos, vidrios, metales) favorecen la multiplicación de recolectores informales en la ciudad y en el Complejo Ambiental generando un impacto social

negativo (condiciones precarias de trabajo, trabajo infantil, etc.). En esta investigación se propone la valorización de plásticos no recuperables (plásticos compuestos de la industria, bolsas camisetas, etc.) a través de su utilización como insumo en la construcción sustentable. Se propone la producción de ladrillos con plásticos en reemplazo del tradicional común de tierra cocida cuya forma de elaboración es a través de un recurso no renovable. Es posible indicar que el desarrollo de este trabajo es de triple impacto: Ambiental, Social y Económico. (Figura N°2)



Metodología

La metodología utilizada en este trabajo se basa en la aplicación de las Normas (IRAM 1.601,1986; IRAM 1.627,1997; IRAM 50000,2000; IRAM 11.602,2002; IRAM 1.546, 2013; IRAM 1.871,2021; ASTM C 469,2002) para realizar los siguientes ensayos:
 TablaN°1: Diseño de mezclas

MUESTRA	COMPONENTES			
MP1	CEMENTO	ARENA FINA	PLASTICO MP1	AGUA
MP2	CEMENTO	ARENA FINA	PLASTICO MP2	AGUA
MP3	CEMENTO	ARENA FINA	PLASTICO MP3	AGUA
MP4	CEMENTO	ARENA FINA	PLASTICO MP1+MP3	AGUA

granulometría, succión capilar, módulo de elasticidad, resistencia a compresión, y tracción, conductividad térmica entre otros. Para el desarrollo del diseño experimental se confeccionaron distintas mezclas de hormigón (Tabla 1) con las mismas proporciones de materiales variando solamente el tipo de agregado reciclado denominadas MP1, MP 2, MP3 y MP4 sobre la base de un hormigón patrón. La dosificación se determinó según un análisis técnico, económico y ambiental considerando los siguientes componentes: Cemento CPF40, arena de río, plástico reciclado y agua de red.

El plástico pasa por un proceso de trituración y agrumado con una granulometría adecuada de acuerdo al análisis de los materiales realizado previamente. (Figura N°3 y Figura 4). Los distintos tipos de plásticos son residuos provenientes de empresas de nuestra ciudad que forman parte del Programa Instituciones Sustentables de la Municipalidad de Rafaela, las cuales fomentan, a nivel local, el modelo de economía circular disminuyendo el impacto ambiental de los residuos que generan.

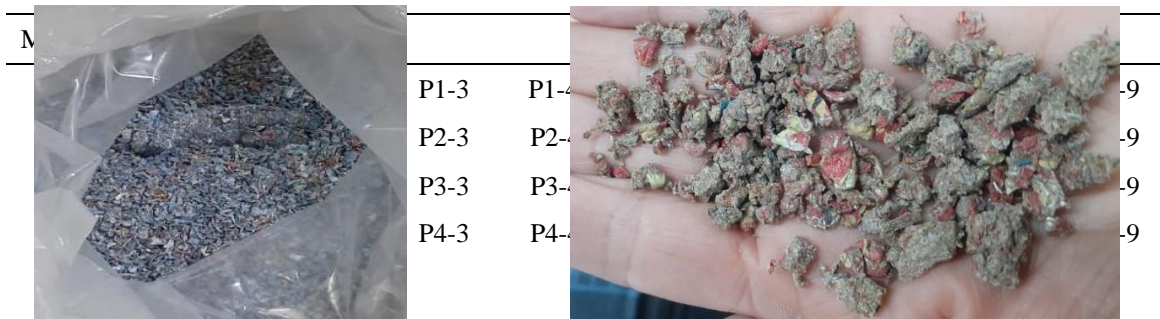


Fig.3 Plástico agrumado 1

Fig.4 Plástico agrumado 2

Determinada las características del hormigón más adecuadas de acuerdo a los distintos tratamientos planteados en el diseño experimental mediante ensayos de probetas (Tabla N° 2) se procedió a la confección de un ladrillo tipo común de dimensiones 29 cm x 14cm x 7 cm.

Tabla N°2: Ensayos de probetas

Cabe destacar que el paso previo para generar el diseño experimental fue el ensayo de resistencia a esfuerzos de compresión de probetas de 10 cm x 20 cm (Figura N°5 y N°6) de acuerdo a los criterios técnicos del laboratorio de ingeniería civil de la UTN-Facultad Regional Rafaela basados en la normativa mencionada anteriormente. El detalle del proceso consiste en el moldeo de las probetas y luego de 24 hs. se procede al desmolde de las mismas, luego se identifican y se colocan en cámara húmeda para el proceso de curado. Transcurrido un periodo de 7 días se retiran de la cámara y se dejan secar al aire hasta la edad de ensayo correspondiente a los 14 días. Cabe aclarar que las probetas que se ensayan a los 28 días se retiran de la cámara de curado una semana antes de la fecha de ensayo.



Fig.N°5: Moldeo de probetas



Fig.N°6: Rotura a compresión

Resultados y discusión

De acuerdo a los ensayos realizados se puede observar que las probetas correspondientes al tipo MP3 presentan una mayor resistencia a la compresión, mientras que las del tipo MP2 son las que arrojaron los valores mínimos de referencia. (Figura 7).

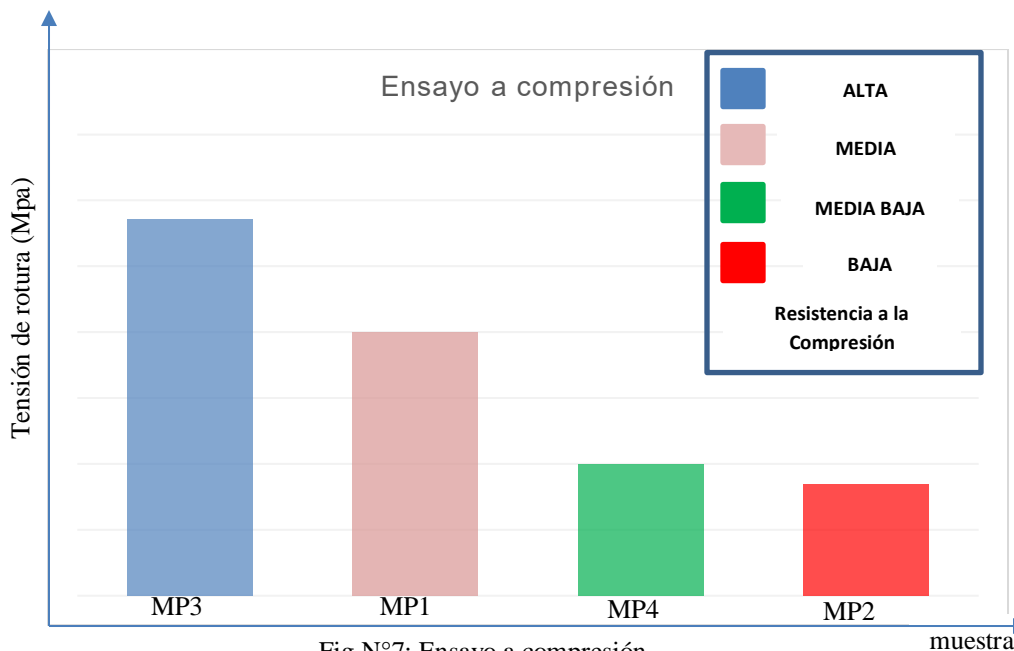


Fig.N°7: Ensayo a compresión

El ladrillo ecológico de mayor resistencia fue el identificado como L2 elaborado con la mezcla MP3 ya que el valor del ensayo a compresión de las probetas confeccionadas con esta mezcla fue el más alto como se pudo observar en la Figura N°7, luego de una serie de ensayos, la confección estructural del ladrillo ecológico presentó una evolución favorable. (Figura N°8)



Fig.8: Ladrillos tipo común

Conclusiones

A partir de los ensayos realizados podemos decir que la incorporación de plásticos no recuperables en las mezclas de hormigón presenta alta aptitud para ser utilizada en la elaboración de ladrillos ecológicos. Sin embargo, las pruebas de resistencia a la compresión deben ser evaluados en distintos rangos de parámetros térmicos e higrométricos para generar mayor confiabilidad en un futuro análisis de aptitud técnica (CAT).

La elaboración de ladrillos utilizando un material plástico no recuperable que actualmente se entierra, en reemplazo del ladrillo común de tierra cocida que produce desertificación de los suelos, constituye un avance importante en el desarrollo de construcciones sustentables, con impacto ambiental positivo y cumpliendo con los estándares internacionales propuestos por los objetivos de desarrollo sostenible (ODS 11).

Agradecimientos

Se agradece el apoyo por parte de las empresas locales Cormoran S.A., Faben y Bertolaccini y a la Universidad Tecnológica Nacional por brindarnos el asesoramiento de la Unidad de gestión de la propiedad intelectual (UGEPI). Es por ello que los datos que figuran en este trabajo son en su mayoría de tipo demostrativo o cualitativo de acuerdo a lo estipulado en el convenio firmado con las empresas.

Referencias bibliográficas

- Benavidez Rubio D.Y., Benavidez Núñez C.E. (2021). Caracterización de ladrillo de concreto con cal hidratada y plástico PET reciclado. *Revista Ciencia Nor@ndina*. 13 pp.
- Casado Martínez, N. (1996). *Edificios de alta calidad ambiental*. ed. Ibérica. 4 pp.
- Costamagna P., Spinelli E. (2020). Sistematización de una política ambiental Territorial: El Caso de Rafaela más sustentable. *PRAXIS*. 29 pp.
- ICEDEL. Cuarto Censo Industrial Rafaela 2018. ICEDEL. 54 pp.
- Kibert C. (1994). *CIB-TG16, First International Conference on Sustainable Construction*, Florida. 888 pp.
- Lanting, R. (1996). *Sustainable Construction in The Netherlands -A perspective to the year 2010*. Working paper for CIB W82 Future Studies in Construction. TNO Bouw Publication number 96-BKR-P007
- Sarria Collazos J., F., Lopez Palechor E., U. 2020. *Desarrollo Sustentable y Construcción Sustentable*. Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. 8 pp.

IRAM 1601(1986). Agua para morteros y hormigones de cemento Portland. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

IRAM 1627(1997). Agregados. Granulometría de los agregados para hormigones. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

IRAM 50000(2000). Cemento – Cemento para uso general. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

IRAM 11601(2002). Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario. Instituto Argentino de Normalización y certificación.

IRAM 1546 (2013). Hormigón de cemento Portland. Método de ensayo a compresión. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

IRAM-1871(2021). Método para la determinación de la capacidad y velocidad de succión capilar de agua para hormigones endurecidos. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

ASTM C469(2002). Método de ensayo estándar para determinar el módulo de elasticidad estático y relación de Poisson del concreto a compresión. American Society for Testing and Materials.