



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Facultad de Arquitectura

División de estudios de Posgrado / Maestría en Diseño Avanzado

TESIS:

**Exploración material en concreto
empleando vidrio triturado como agregado**

Tesis que para obtener el grado de:

Maestra en Diseño Avanzado

Presenta:

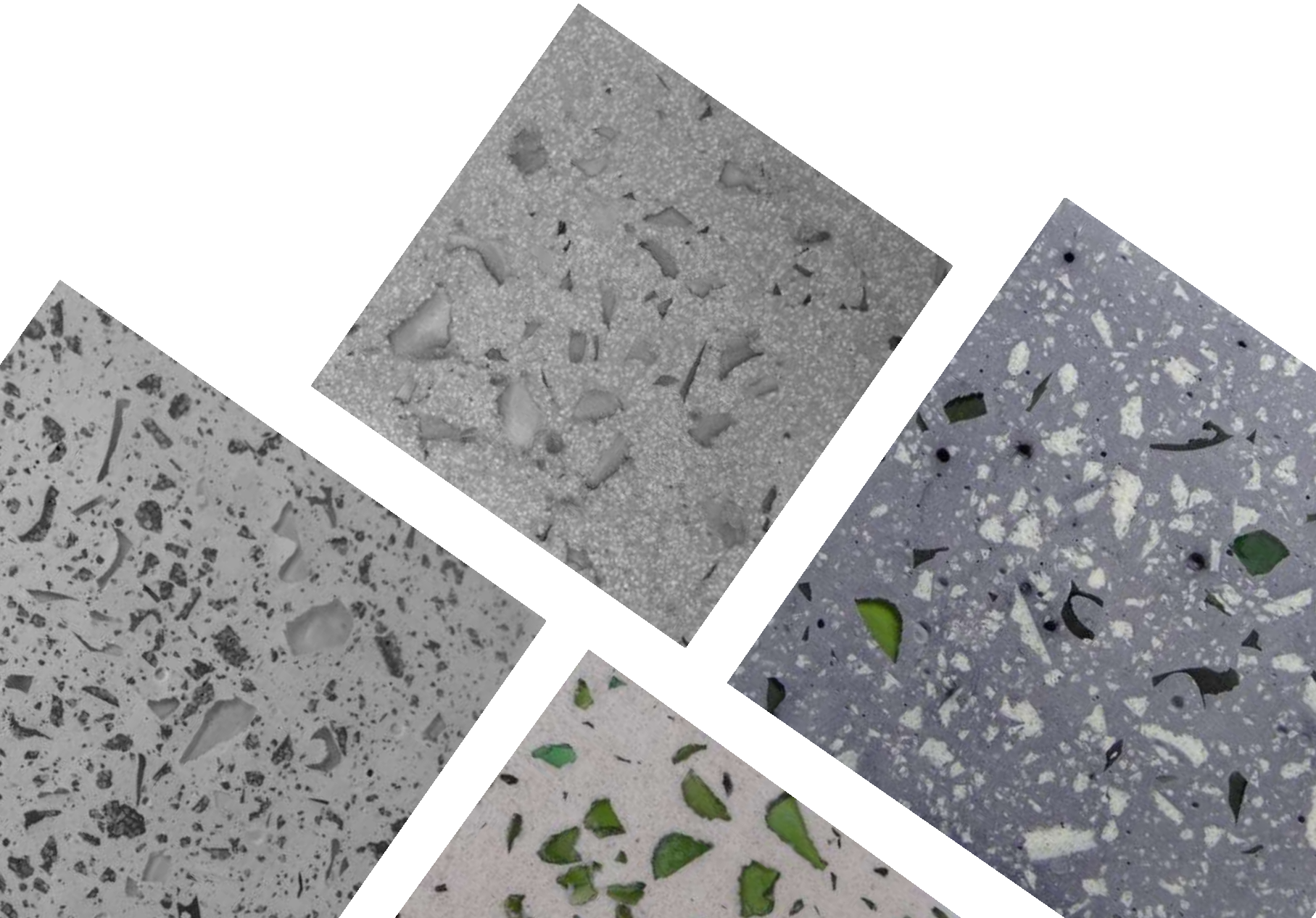
Arq. Carmen Edith Ramos Carrillo

Director: Dr. Axel Becerra Santacruz

Co director: Dr. Habid Becerra Santacruz

Morelia, Michoacán. Febrero de 2021.

EXPLORACIÓN MATERIAL EN CONCRETO EMPLEANDO VIDRIO TRITURADO COMO AGREGADO



Eliminar el concepto de residuo significa diseñar las cosas (los productos, los embalajes, los sistemas, los edificios) desde su más puro origen, pensando que no existe el residuo.

*Braungart M. y W. McDonough, (2005)
Cradle to cradle: Rediseñando la forma en la que hacemos las cosas.*

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su apoyo financiero vinculado con la Maestría de Diseño Avanzado de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.

Al núcleo académico por transmitir sus experiencias.

A mi director y sinodales, por su tiempo y por impulsarme a concluir este proceso.

A mi familia, por su apoyo incondicional.

Agradezco infinitamente todo lo vivido durante este tiempo.

INDICE

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
CAPÍTULO 1	10
1.1_ INTRODUCCIÓN	11
1.2_ JUSTIFICACIÓN	14
1.3_ OBJETIVOS	16
1.4_ METODOLOGÍA	17
CAPÍTULO 2__ASPECTOS TEÓRICO-CONCEPTUALES	20
2.1_ ESTADO DEL ARTE	21
2.2_ CONCEPTOS BÁSICOS APLICABLES	28
2.3_ EXPLORACIONES PRELIMINARES	33
CAPÍTULO 3__VIDRIO	39
3.1_ VIDRIO	41
3.2_ PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DEL VIDRIO	41
3.3_ USO Y APLICACIONES	44
3.4_ DISPONIBILIDAD DEL VIDRIO	44
3.5_ RECICLAJE DEL VIDRIO	48

CAPÍTULO 4__PROCESO DE DISEÑO Y FABRICACIÓN	49
4.1_ DISEÑO DIGITAL Y ELABORACIÓN DEL MOLDE	50
4.2_ PROCESOS DE FABRICACIÓN	53
4.2.1_ DOSIFICADO	53
4.2.2_ MEZCLADO	54
4.2.3_ MOLDEADO	55
4.2.4_ FRAGUADO	55
4.2.5_ DETALLADO Y SELLADO	56
CAPÍTULO 5__DISEÑO DE MEZCLAS	58
5.1_ EXPERIMENTO_ MUESTRA 1	60
5.2_ EXPERIMENTO_ MUESTRA 2	62
5.3_ EXPERIMENTO_ MUESTRA 3	66
5.4_ EXPERIMENTO_ MUESTRA 4	69
CAPÍTULO 6__ANÁLISIS Y RESULTADOS	73
6.1_ PRUEBAS DE LABORATORIO	74
6.2_ ESQUEMA DE RESULTADOS	77
6.3_ SUPUESTOS	79
BIBLIOGRAFÍA	83
ANEXOS	85

INDICE DE GRÁFICOS

IMÁGENES	Imagen 1. Descubrimiento de material / Innovación de nuevos materiales con lo que ya está en uso. Diseñadores: Pentatonic. Fuente: http://pentatonic.com , 11/Enero/2021.
	Imagen 2. Nueva identidad / Innovación de nuevos productos aplicando residuos metálicos. Diseñadores: Agne Kucerenkaite Fuente: https://www.agne-k.com , 21/Diciembre /2020.
	Imagen 3. Prototipo 1, 1er. Iteración. Materiales: Tierra. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2019.
	Imagen 4. Prototipo 2, 2da. Iteración. Materiales: Cemento / Arena. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2019.
	Imagen 5. Prototipo 2, Muestra 2. 3era. Iteración. Materiales: Marmolina / Vidrio triturado. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 6. Prototipo 3, Muestra 3. 4ta. Iteración. Materiales: Marmolina / Caucho molido. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 7. Prototipo 3, Muestra 4. 5ta. Iteración. Materiales: Marmolina / Ladrillo reciclado. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 8. Diseño de modelo para elaboración de muestras. Fuente: Elaboración propia, Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 9. Diseño de molde para elaboración de muestras. Fuente: Elaboración propia, Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 10. Molde elaborado con material foamboard, para realización de las muestras. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 11. Dosificado. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 12. Mezclado. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 13. Fraguado. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.

	Imagen 14. Detallado pulido. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 15. Muestra 1_Cemento blanco / Marmolina / Vidrio verde triturado. Fuente: Fotografía. Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 16. Muestra 2_Cemento gris / Marmolina / Vidrio claro triturado. Fuente: Fotografía. Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 17. Residuos triturados de la muestra no.1. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 18. Muestra 3_ Residuos triturados de la muestra no. 1 / Cemento gris. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 19. Residuos triturados de la muestra no.2. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 20. Muestra 4_ Residuos triturados de la muestra no. 2 / Cemento blanco. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 21. Prueba de compresión a Muestra 1, 2, 3 y 4. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2021.
	Imagen 21. Supuesto 1_ Muestra No.3 propuesta como encimera de baño para recibir ovalines. Elaboración: Gerardo A. Lozano Sarmiento, Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 22. Supuesto 2_ Muestra No.4 propuesta como encimera de baño para recibir ovalines. Elaboración: Gerardo A. Lozano Sarmiento, Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 23. Supuesto 3_ Muestra No.4 propuesta como encimera de cocina. Elaboración: Gerardo A. Lozano Sarmiento, Carmen Ramos, 2020.
	Imagen 24. Supuesto 4_ Muestra No.3 propuesta como encimera de cocina. Elaboración: Gerardo A. Lozano Sarmiento, Carmen Ramos, 2020.

DIAGRAMAS	Diagrama 1. Proceso de diseño, de la exploración; teniendo identificado un problema de diseño, a la materialización de un prototipo como posible propuesta de solución. Fuente: Elaboración propia, Carmen Ramos, 2020.
	Diagrama 2. Proceso de diseño Design Thinking, enfocado en solucionar problemas a partir de la innovación mediante procesos creativos.

	Fuente: Elaboración propia a partir del proceso de diseño Design Thinking, Carmen Ramos, 2020.
	Diagrama 3. Ciclo de vida de los edificios mediante el proceso de diseño “de la cuna a la tumba”. Fuente: Elaboración propia a partir de información de Braungart M. y W. McDonough (2005).
	Diagrama 4. Ciclo de vida de los edificios mediante el proceso de diseño “de la cuna a la cuna”. Fuente: Elaboración propia a partir de información de Braungart M. y W. McDonough (2005).
	Diagrama 5. Disponibilidad del vidrio desechado. Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de la SEMARNAT y la Comisión para la Industria de Vinos y Licores.
	Diagrama 6. Diagrama de proceso / Diseño de mezclas_ 1er. Exploración. Fuente: Elaboración propia a partir de la exploración realizada, Carmen Ramos, 2020.
	Diagrama 7. Diagrama de proceso / Materiales Muestra no.1. Fuente: Elaboración propia, a partir de la exploración realizada, Carmen Ramos, 2020.
	Diagrama 8. Diagrama de proceso / Materiales Muestra no.2. Fuente: Elaboración propia, a partir de la exploración realizada, Carmen Ramos, 2020.
	Diagrama 9. Diagrama de proceso / Diseño de mezclas_ 2da. Exploración. Fuente: Elaboración propia a partir de la exploración realizada, Carmen Ramos, 2020.
	Diagrama 10. Diagrama de proceso / Materiales Muestra no.3. Fuente: Elaboración propia, a partir de la exploración realizada, Carmen Ramos, 2020.
	Diagrama 11. Diagrama de proceso / Materiales Muestra no.4. Fuente: Elaboración propia, a partir de la exploración realizada, Carmen Ramos, 2020.
	Diagrama 12. Esquema de resultados y supuestos para próximas iteraciones. Fuente: Elaboración propia, Carmen Ramos, 2021.

CUADROS	Cuadro 1. Categoría de los residuos. Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de la SEMARNAT, 2017.
	Cuadro 2. Colores más empleados en el vidrio. Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de la COFEPRIS y PROFECO, 2020.
	Cuadro 3. Precio por Kg de reciclaje. Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Grupo Ambiental Michoacana.
	Cuadro 4. Variables generales encontradas durante el proceso de fabricación. Fuente: Elaboración propia, a partir del proceso realizado. Carmen Ramos, 2020.

	Cuadro 5. Variables encontradas durante la 1er. Iteración. Fuente: Elaboración propia, a partir del proceso realizado. Carmen Ramos, 2020.
	Cuadro 6. Variables encontradas durante la 2da. Iteración. Fuente: Elaboración propia, a partir del proceso realizado. Carmen Ramos, 2020.

ANEXOS	ANEXO 1. Molde prototipo 1, 1er. Exploración. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.
	ANEXO 2. Molde prototipo 1, 1er. Exploración. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.
	ANEXO 3. Molde prototipo 2, 2da. Exploración. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.
	ANEXO 4. Molde prototipo 2, 2da. Exploración. Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.
	ANEXO 5. Pruebas de compresión Muestra No.2, 1er. Iteración. Fuente: Carmen Ramos, 2020.
	ANEXO 6. Pruebas de compresión Muestra No.3, 2da. Iteración. Fuente: Carmen Ramos, 2020.

RESUMEN

El crecimiento de la población, el sobreconsumo y una cultura de producción donde se privilegia lo desechable por sobre lo retornable, han transformado a la basura en uno de los principales problemas ambientales y de contaminación existentes. El modelo económico lineal que se ha tenido durante años de “extraer, transformar, consumir y desechar” es sabido que está condenado al fracaso.

Entendiendo primeramente la diferencia entre basura y residuo, comprenderemos que este último tiene cualidades para ser separado y reutilizado, cumpliendo de esta manera un nuevo propósito para un siguiente ciclo.

El objetivo de este proyecto está enfocado en las oportunidades de diseño, comprendiendo primeramente que los residuos forman una nueva oportunidad en el área del diseño. Estableciendo como objeto de estudio el desarrollo de procesos experimentales creativos por medio de iteraciones, y teniendo un universo de posibilidades, se establece la exploración material a partir de la mezcla de cemento con vidrio triturado como agregado, residuo susceptible de aprovechamiento debido a sus cualidades para ser reutilizado en su totalidad.

Las variables que se emplean son la materialidad, el dosificado, el acabado y como parte del proceso, la redefinición por medio de procesos iterativos, cuyo objetivo es generar una nueva oportunidad de diseño.

Para esto se analizan las primeras iteraciones realizadas, como exploraciones preliminares a este trabajo, ya que con éstas se define la materialidad como unidad de análisis para las siguientes exploraciones. Teniendo por objeto de estudio la materialidad, se realizaron las primeras iteraciones, de las cuales obtenemos las primeras muestras, se elabora un diagrama de procesos y se emplean las variables asignadas. Una vez analizados los resultados se procede a realizar las siguientes iteraciones, las cuales tienen por objetivo emplear la totalidad de los residuos de las primeras

muestras. Es así como podemos comprobar la capacidad de reutilización de las muestras obtenidas, y si éstas pueden ser recicladas en su totalidad.

PALABRAS CLAVE: RESIDUO, OPORTUNIDAD, PROCESO EXPERIMENTAL CREATIVO, ITERACIONES, REDEFINICIÓN.

ABSTRACT

Population growth, overconsumption and a culture of production where disposable is favored over returnable, have transformed garbage into one of the main environmental and pollution problems. The linear economic model that has been had for years of “extract, transform, consume and discard” is known to be doomed to failure.

Understanding first the difference between garbage and waste, we will understand that the latter has qualities to be separated and reused, thus fulfilling a new purpose for a next cycle.

The objective of this project is focused on design opportunities, understanding firstly that waste forms a new opportunity in the design area. Establishing as an object of study the development of creative experimental processes through iterations, and having a universe of possibilities, the material exploration is established from the mixture of cement with crushed glass as aggregate, a residue that can be used due to its qualities for be reused in its entirety. The variables used area materiality, dosage, finish and as part of the process, redefinition through iterative processes, the objective of which is to generate a new design opportunity.

For this, the first iterations carried out are analyzed, as preliminary explorations to this work, since with these, materiality is defined as the unit of analysis for the following explorations. With materiality as the object of study, the first iterations were carried out, from which we obtain the first samples, a process diagram is elaborated, and the assigned variables are used. Once the results have been analyzed, the following iterations are carried out, the objective of which is to use all the residuals from the first samples. This is how we can check the reusability of the samples obtained, and whether they can be fully recycled.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

La basura ha estado presente desde el origen de las ciudades. En las sociedades preindustriales, este problema era prácticamente desconocido, porque las actividades humanas estaban integradas en los ciclos naturales, y los productos del desarrollo de estas actividades eran absorbidos sin problema por los ciclos biológicos naturales.

A partir de los primeros desarrollos industriales, o sociedades industriales, es cuando se comienzan a acelerar los procesos de producción, ocurriendo dos fenómenos importantes; el consumo desmedido de los bienes producidos, junto con sus envases y embalajes, y por ende la generación de mayores volúmenes de residuos.

Durante el proceso de desarrollo de este nuevo sistema, se comienzan a notar los primeros estragos ambientales, ya que ahora la producción se genera a tal ritmo que ya no puede ser asimilado de igual manera por los ciclos naturales, como anteriormente.

En ese momento, se comenzaron a insertar nuevos modelos y patrones de vida en la sociedad, uno de ellos es el modelo de bienestar basado en la posesión y acumulación de bienes, o mejor conocido como sociedad de consumo. Uno de los críticos más severos respecto al tema en esos tiempos fue Vance Packard¹, quien resaltaba el estilo de vida basado en el consumo intenso, que va más allá de las necesidades básicas, convirtiéndose en un estilo distintivo, y sirviéndole a la sociedad como justificación para el consumismo entre las personas. Como lo define la Real Academia Española (RAE) “la tendencia inmoderada a adquirir, gastar o consumir bienes, no siempre necesarios”.

¹ Vance Packard fue un economista, sociólogo y escritor estadounidense. Investigó sobre el sistema de consumo norteamericano y sus excesos, los efectos de la publicidad sobre la población y los métodos psicológicos de los publicitarios.

Esto ha transformado a la sociedad a tal grado, que ahora los individuos nos hemos convertido en “hacedores de desperdicios” (Packard, 1960), envueltos de fascinación con el consumo de nuevos productos, de tecnología novedosa, de mercancía con una marca de obsolescencia programada. Esto ha implicado llegar a una cultura comercial que gira alrededor del producto desechable.

Este estilo de vida tiene una relación inmediata con el uso de los recursos naturales y la sociedad actual se establece sobre un patrón de uso intensivo de recursos naturales tanto renovables como no renovables. (Rathje y Murphy, 1992)

Los primeros estudios realizados en México respecto a esta problemática girada entorno a los residuos generados, se comenzó en la década de los ochenta (Bernache, 2006). Para esta década surgió el concepto de desarrollo sostenible (Brundtland, 1987), la cual consistía en garantizar que la degradación ambiental (sobre explotación de los recursos naturales y las descargas al ambiente de agentes peligrosos que contaminan los recursos) no aniquilara los recursos básicos que sostienen la vida.

A partir de ello, han venido surgiendo múltiples enfoques, uno de ellos proviene de los gobiernos de las naciones industrializadas, ya que consideran que el desarrollo sostenible se podría lograr con ajustes al sistema económico productivo actual, no siendo necesario para ellos un cambio radical en los sistemas productivos.

Otros autores como Herman Daly y Robert Goodland (1999) mencionan que las tasas de crecimiento de la explotación de los recursos naturales y el crecimiento de la producción para el consumo actual resulta insostenible, por ello lo que proponen es reformular el sistema económico-productivo, de tal manera que se vea controlado el crecimiento.

El principal objetivo a partir de la concepción del desarrollo sostenible ha sido poder lograr un cambio de paradigma en el sistema económico y productivo actual, mediante la generación de nuevos enfoques y planteamientos que ayuden a lograr ese objetivo.

Uno de los planteamientos que se tomaran en cuenta para el desarrollo de esta propuesta es el modelo de economía azul, creado por Gunter Pauli², el cual considera que la denominada economía verde solo es para ricos y resulta poco sostenible, por tal motivo propone la economía azul, que consiste en imitar o incluso mejorar los ecosistemas naturales

² Gunter Pauli es un emprendedor belga, autor del libro La Economía Azul.

para ser eficientes en la producción de bienes y servicios que la sociedad necesita. Este paradigma promueve el aprovechamiento de todos los recursos a lo largo de los procesos productivos, lográndolo a partir de ideas innovadoras. Aunado a ello, existe un postulado que tiene relación directa con la economía azul, nombrada “de la cuna a la cuna” de los años 70 por el arquitecto Walter R. Stahel³, el cual hace referencia a la necesidad de utilizar bienes y materiales durables en el tiempo, que no terminen desechados cuando acabe su uso, sino que vuelvan a “la cuna”, es decir, que puedan reutilizarse íntegramente para algo nuevo una vez acabada su función para la que había sido diseñada.

Este concepto fue retomado posteriormente por William McDonough y Michael Braungart (2005) en donde abordan la necesidad de replantear el diseño de productos y la optimización de estos en el mercado, la cual debe comenzar con la optimización de los componentes que los conforman.

Estas propuestas metodológicas plantean el hecho de comenzar con la deconstrucción del actual modelo, y a partir de ahí volver a reconstruir uno nuevo. Por tal motivo, el objetivo de este proyecto está enfocado en las oportunidades desde el ámbito del diseño, comprendiendo primeramente que los residuos forman una nueva oportunidad en el área del diseño.

³ Walter R. Stahel es un arquitecto suizo, influyente en el desarrollo del cambio de la sostenibilidad.

JUSTIFICACIÓN

Según el informe del Banco Mundial titulado What a Waste 2.0 (Los desechos 2.0) en el mundo se generan anualmente 2010 millones de toneladas de desechos sólidos municipales. En el informe 2018 se proyecta que la rápida urbanización, el crecimiento de la población y el desarrollo económico harán que la cantidad de desechos a nivel mundial aumente un 70% en los próximos 30 años, llegando a un volumen de 3400 millones de toneladas de desechos generados anualmente. (Kaza Silpa, 2018)

En el año 2010, cerca del 44% de los residuos sólidos urbanos (RSU) producidos en el planeta correspondieron a los países con las economías más desarrolladas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). En el caso de Latinoamérica y el Caribe, contribuyeron con el 12% del total. (SEMARNAT,2017)

En México se generan diariamente 102,895 toneladas de residuos, de los cuales se recolectan 83.93% y se disponen en sitios de disposición final 78.54%, siendo reciclado únicamente el 9.63% de los residuos generados. (SEMARNAT,2017)

Actualmente en el país se continúa teniendo un manejo básico de los RSU, el cual consiste en recolectar y disponer los residuos en rellenos sanitarios, desaprovechando aquellos que son susceptibles a reincorporarse al sistema biológico o productivo, de esta manera se vería disminuida la demanda y explotación de nuevos recursos.

Existe la predominancia de residuos orgánicos o inorgánicos asociada a la condición económica de la población: en los países con menores ingresos dominan los de composición orgánica, mientras que en los países con mayores ingresos

los residuos son principalmente inorgánicos, con una cantidad importante de productos manufacturados (Acurio et al., 1997).

México ha ido año tras año migrando hacia una composición con una menor predominancia de residuos orgánicos: en la década de los 50, el porcentaje de residuos orgánicos oscilaba entre 65% y 70% de su volumen, mientras que en el 2012 la cifra se redujo a 52.4%.

Comprendiendo de esta forma que los residuos muestran una gran oportunidad, se hace justificable la presente propuesta desde el ámbito del diseño. Estableciendo como objeto de estudio el desarrollo de procesos experimentales creativos por medio de iteraciones, y teniendo un universo de posibilidades, se establece la exploración material a partir de la mezcla de cemento con vidrio triturado como agregado, residuo susceptible de aprovechamiento y que debido a sus cualidades puede ser reutilizado en su totalidad.

Las variables que se emplean son la materialidad, el dosificado, el acabado y como parte del proceso, la redefinición por medio de procesos iterativos, cuyo objetivo es generar una nueva oportunidad en el ámbito del diseño.

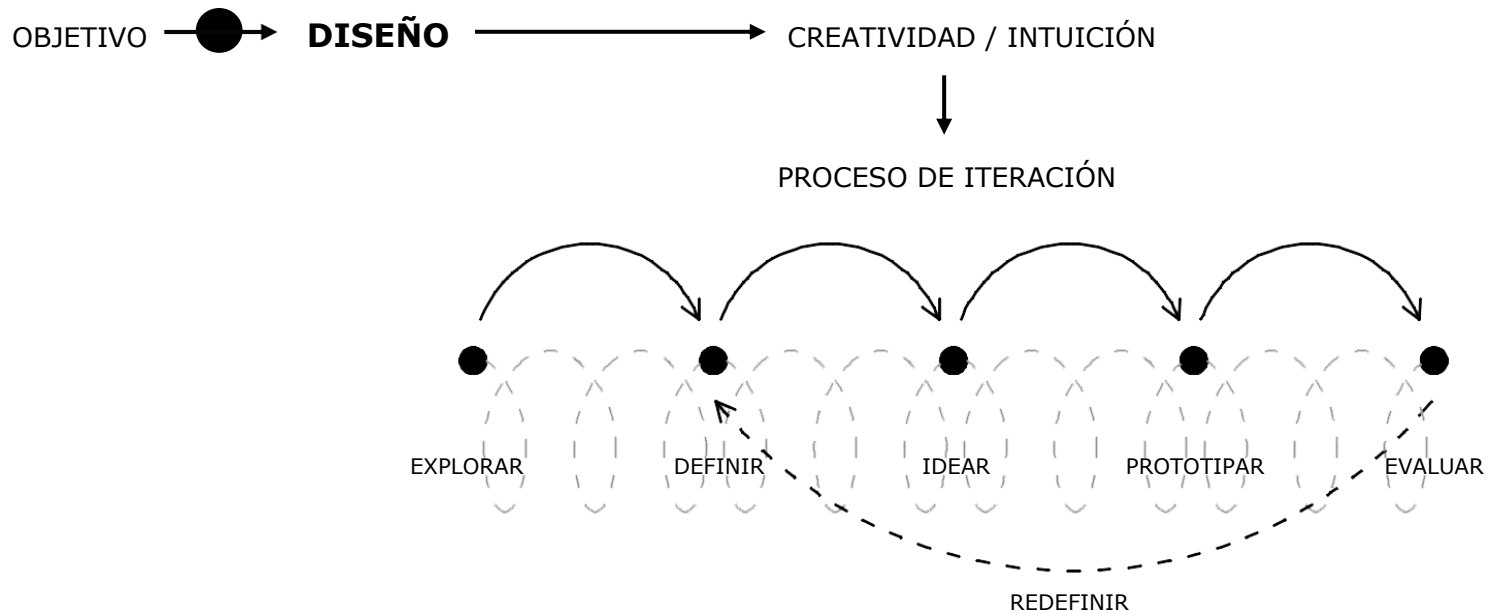
OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Explorar a través de procesos creativos y de iteración, la materialidad de la mezcla del cemento con vidrio triturado como agregado, proceso experimental para la generación de nuevas oportunidades de diseño.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Explorar a partir de procesos creativos y de diseño experimental, como medios de exploración para el desarrollo de muestras en base a iteraciones.
2. Explorar y documentar los procesos para la obtención de las muestras.
3. Realizar escenarios posibles para la implementación de los productos obtenidos.



METODOLOGÍA

El problema de los desechos les concierne a todas las áreas de estudio, desde las sociales hasta las ingenierías, en este caso se propone el desarrollo de una propuesta desde el campo del diseño, cuyo objetivo está enfocado en las oportunidades que pueden tener los residuos dentro del campo del diseño. Se establece como objeto de estudio el desarrollo de procesos experimentales creativos por medio de iteraciones, y teniendo un universo de posibilidades, se establece la exploración material a partir de la mezcla de cemento con vidrio triturado como agregado, residuo susceptible de aprovechamiento debido a sus cualidades para ser reutilizado en su totalidad.

El proceso metodológico se realiza a través de un proceso de diseño experimental y design thinking, el cual se basa en exploraciones, iteraciones, aleatoriedad y variables, partiendo de un proceso creativo como medio de innovación.

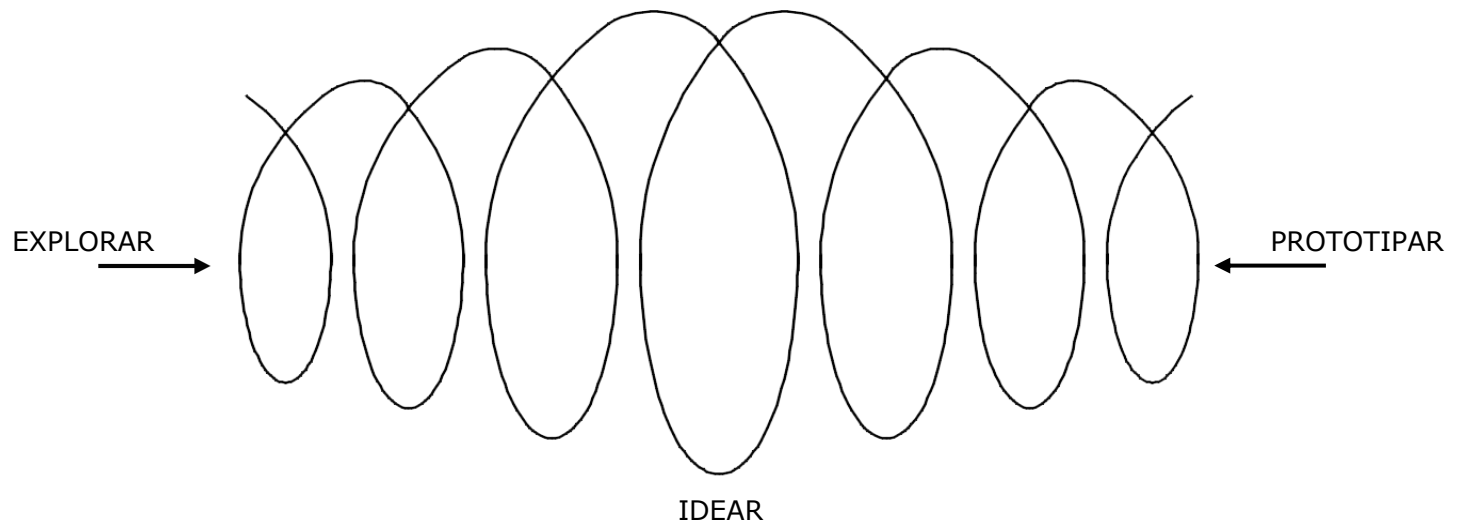


Diagrama 1. Proceso de diseño, de la exploración; teniendo identificado un problema de diseño, a la materialización de un prototipo como posible propuesta de solución.

Fuente: Elaboración propia, Carmen Ramos, 2020.

En el proceso de diseño se identifican los siguientes aspectos realizados en base al proceso metodológico de design thinking, aplicado en este caso a la exploración con residuos de vidrio triturado. Teniendo definido un material a explorar, se idean posibles soluciones, las cuales nos lleven a materializar un prototipo.

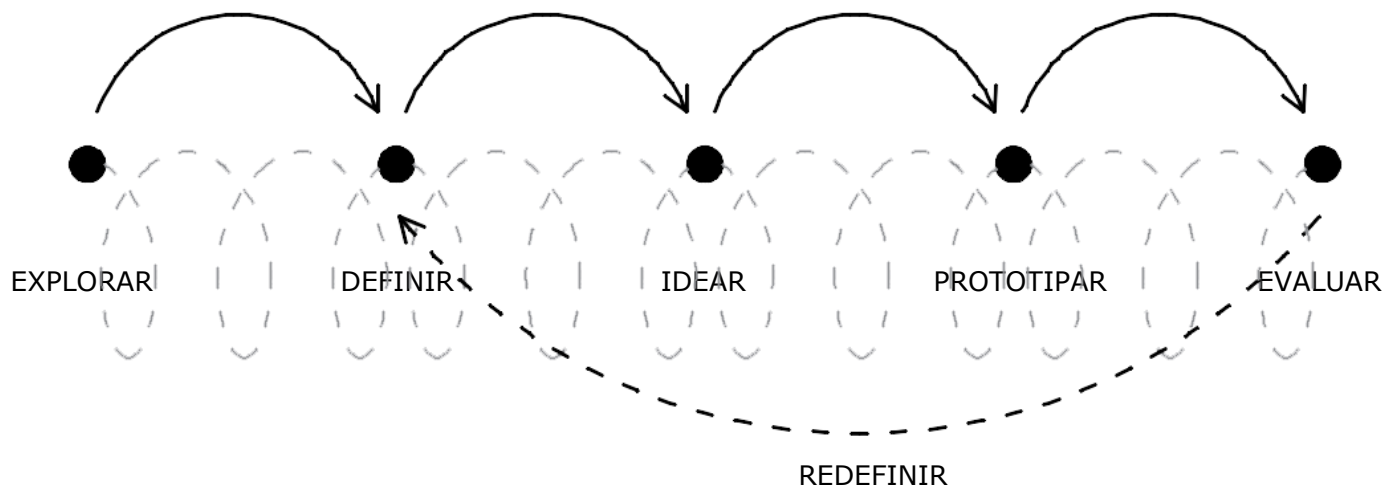


Diagrama 2. Proceso de diseño Design Thinking, enfocado en solucionar problemas a partir de la innovación mediante procesos creativos.
Fuente: Elaboración propia a partir del proceso de diseño Design Thinking, Carmen Ramos, 2020.

Teniendo como antecedente las exploraciones realizadas durante el programa de la maestría, se realizó un análisis sobre el proceso de diseño. El primer enfoque fue la exploración morfológica y posteriormente la materialidad, esto permitió tener un conocimiento amplio sobre todo el proceso de desarrollo de un prototipo, lo cual conllevó a redireccionar y enfocar el presente trabajo a un solo objetivo que es la exploración e iteración del material, proceso que se volvió creativo y gran parte intuitivo.

El primer acercamiento que se tuvo con el vidrio triturado fue meramente intuitivo, empleándolo como agregado en las mezclas y observando su comportamiento. Posteriormente se definió como material de exploración debido a las bondades que este producto presenta, pero ahora redefiniendo el proceso, explotándolo y descubriendo durante el proceso las capacidades que tiene.

Con este motivo se definieron las siguientes líneas de exploración:

LINEAS DE EXPLORACIÓN

Durante el desarrollo experimental e iteraciones, se encuentran diversas posibilidades de áreas de exploración que puedan generar alguna propuesta dentro del área del diseño como resultado.

Líneas identificadas:

- Materia (Vidrio triturado)
- Dosificado
- Detallado
- Sellado
- Uso / Función

Cada una de las líneas tiene múltiples posibilidades, unas existentes y otras por continuar explorando. Por tal motivo, se realizaron muestras piloto, las cuales sirvieron para comprobar el comportamiento del material a explorar.

El objetivo principal de este trabajo está enfocado en las oportunidades de diseño que puede presentar el material a explorar, es por eso por lo que se vuelve necesario el análisis de todo el proceso partiendo desde el dosificado, acabado y detallado, sellado y por último se realizara una propuesta para su implementación.

El diseño está basado desde un principio en la búsqueda para su futura implementación. Enfocado en el análisis de la materialidad desde el dosificado, hasta su proceso de sellado como acabado final, así como y la posibilidad que pueda brindar para ser reciclado en su totalidad una vez terminado su primer ciclo de vida.

CAPITULO 2

ASPECTOS TEÓRICO CONCEPTUALES

ESTADO DEL ARTE

Este apartado aborda aspectos conceptuales, estrategias de diseño y referencias de diseño con relación al tema de estudio, esto nos permitirá contextualizar y comprender la problemática que desprende el manejo de los residuos y con ello nos servirá de sustento para generar las propuestas de diseño.

Existe una gran preocupación sobre los fenómenos del consumo y la industrialización, acciones que han llevado a un estado deplorable de contaminación ambiental, debido a los desechos que llevan consigo durante todo el proceso; desde la creación de los productos, hasta su conversión a basura.

La problemática de los residuos ha sido abordada por diferentes autores, diseñadores, y por algunas autoridades que han tratado de implementar estrategias para combatir este gran problema, buscando un sistema de producción más sostenible.

Existen prácticas que se realizan bajo técnicas de producción de baja tecnología que fomentan a la reflexión sobre el origen del material y el proceso de creación, y la pertinencia que se tenga con el contexto. Su criterio de elaboración se basa en las repercusiones que ha traído la basura a nuestro medio.

En este proyecto influyen las prácticas de diseño que han venido desarrollando diferentes diseñadores y exponentes, por sus metodologías y enfoques de trabajo ejecutados desde la disciplina del diseño, bajo métodos alternativos resultantes de la experimentación con materiales, la química y la curiosidad de plasmar una crítica a los procesos de producción actuales. A su vez, los planteamientos de William McDonough y Michael Braungart, Gunter Pauli⁴, así como de algunos diseñadores que promueven una nueva alternativa al sistema económico.

⁴ Gunter Pauli es un emprendedor belga, autor del libro La Economía Azul.

Estas manifestaciones contienen un alto sentido de preocupación por el entorno, enfocándose desde una perspectiva creativa en el funcionamiento de los materiales, su aprovechamiento y aplicación de procesos de diseño donde promueven elementos de índole más humano y de respeto al medio ambiente.



Imagen 1. Descubrimiento de material / Innovación de nuevos materiales con lo que ya está en uso.

Diseñadores: Pentatonic. Fuente: <http://pentatonic.com>, 11/Enero/2021.

Caso de Estudio: Aprovechamiento de la tecnología para promover el reciclaje en la moda para Eillen Fisher.

Fuente: <http://pentatonic.com>, 11/ Enero / 2021.

Eillen Fisher es uno de los íconos de sustentabilidad más reconocidos en la industria de la moda. Una de las visiones centrales de la marca era transformar más de 10 años de prendas posconsumo a su recuperación en materiales para la creación de nuevos productos. Los diseñadores de Pentatonic a través de un extenso análisis de inventario, investigación y desarrollo, exploraron una amplia gama de técnicas para dar nueva vida a sus materiales. Proceso que abarco un medio para reabrir cuidadosamente las fibras, curar el material, teñidos alternativos y postratamientos.

Como resultado fue lograr una extensa colección de materiales hechos de prendas 100% posconsumo. La materia fue regresada enteramente a producto virgen, sin fibras sintéticas, ni tratamientos químicos.



Imagen 2. Nueva identidad / Innovación de nuevos productos aplicando residuos metálicos.
Diseñadores: Agne Kucerenskaite Fuente: <https://www.agne-k.com>, 21/Diciembre /2020.

Caso de Estudio: Aprovechamiento de los colorantes que desprenden los residuos metálicos para su aplicación a ciertos materiales.

Fuente: <https://www.agne-k.com>, 21/Diciembre /2020.

Agne Kucerenkaite recolectó el suelo de fábricas metalúrgicas para aprovechar las propiedades colorantes de los metales cuando se aplican a ciertos materiales. La diseñadora mezcló los residuos con arcilla de porcelana, esmaltes, vidrio y textiles, creando, por ejemplo, un juego de vajilla. Su interpretación es que estas piezas se conviertan en un hilo que conecte el abuso de la era industrial con la reutilización en el presente y la conciencia del futuro.

Estos diseñadores han llegado a un punto de reflexión y cambio, en donde por medio de la innovación en los métodos de diseño buscan aportar a la reparación del daño ambiental generado en la era industrial. Teniendo la concepción de que un objeto de diseño puede influir activamente, cambiando y mejorando la forma en que las personas experimentan el mundo. Estos niveles de pensamiento pueden incluso contribuir a una transformación social significativa.

La diseñadora Agne Kucerenkaite como resultado de la investigación y creación de prototipos de materiales a gran escala, obtuvo los azulejos cerámicos para interiores y exteriores, los cuales pigmenta a partir de los residuos metálicos reciclados 100% industriales. Como resultado sorprendente es que cuanto más contaminada esté la materia prima, más interesantes son los objetos diseñados.

En estos procesos de diseño se caracteriza una investigación a profundidad, con un enfoque de alto valor experimental y una práctica constante, motivados por el contexto histórico y sociocultural. El trabajo con las materias primas, siendo transformadas en valiosos productos y sistemas, buscan la interacción entre el diseño, la sociedad, la industria y el medio ambiente.

Este tipo de investigaciones y técnicas de procesos aparentemente poco atractivos e impulsados por la misma industria, resultan ser una fuente interesante de inspiración y enlace, siendo una asociación un tanto inesperada, ya que es donde estos diseñadores se ven impulsados a desarrollar materias desde un enfoque de diseño experimental.

Algunas firmas dedicadas a la exploración y experimentación de técnicas de diseño abordado como una mentalidad y una herramienta, como en el caso de Super Local, el cual aborda el diseño desde esa perspectiva en lugar de un punto final u objetivo. Para esta firma de diseño lo más valioso es tener en cuenta el quién y qué afecta a lo largo de su

camino cualquier diseño, desde la fuente material hasta las personas que lo procesan, hasta la forma en que se gestionan sus subproductos y residuos.

De la misma manera se consulta la práctica del estudio Local Creation, marca de diseño independiente experimental, exploratoria, dedicada a la investigación, desarrollo y diseño de innovación de productos. Sus experimentos exploran más posibilidades para devolver materiales a su esencia, restaurando la esencia pura de los materiales, eliminando todo exceso conocido como diseño “internacional”, siendo de hecho la restauración de la naturaleza de la función, para la búsqueda de la forma libre.

En ambos casos, sus diseños obedecen al respeto por la fuente material, la esencia de la materia prima, sus procesos de diseño van enfocados a la experimentación y análisis de la materia con el cual constituirán sus productos, esto forma parte de la formalización de sus proyectos de manera creativa, poniendo en práctica una metodología que construye un lenguaje común entre la materia, los procesos de fabricación, el respeto al entorno y el diseño.

William McDonough y Michael Braungart, en su libro “De la cuna a la cuna: Rediseñando la forma en que hacemos las cosas”, abordan la necesidad de replantear el diseño de productos y abogaban por que la optimización de los productos en el mercado deba comenzar con la optimización de los componentes que los forman.

En esto, existe un postulado que tiene relación directa con la economía azul, nombrada “de la cuna a la cuna” de los años 70 por el arquitecto Walter R. Stahel⁵, el cual hace referencia a la necesidad de utilizar bienes y materiales durables en el tiempo, que no terminen desechados cuando acabe su uso, sino que vuelvan a “la cuna”, es decir, que puedan reutilizarse íntegramente para algo nuevo una vez acabada su función para la que había sido diseñada.

Del mismo modo Gunter Pauli, en su libro “The Blue Economy” nos muestra en uno de sus planteamientos que la denominada economía verde solo es para ricos y resulta poco sostenible, por tal motivo propone la economía azul, la cual consiste en imitar o incluso mejorar los ecosistemas naturales para ser eficientes en la producción de bienes y servicios que la sociedad necesita. Este paradigma promueve el aprovechamiento de todos los recursos a lo largo de los procesos productivos, lográndolo a partir de ideas innovadoras.

⁵ Walter R. Stahel es un arquitecto suizo, influyente en el desarrollo del cambio de la sostenibilidad.

Este postulado parte de la premisa sencilla: servirse del conocimiento acumulado durante millones de años por la naturaleza para alcanzar cada vez mayores niveles de eficacia, respetando el medio y creando riqueza, y traducir esa lógica del ecosistema al mundo empresarial.

Dentro de estos argumentos se encuentra una perspectiva principal, como el cumplimiento de un método de diseño específico, basado en el aprovechamiento de los residuos como base. Son múltiples las propuestas económicas que se plantean en esta línea, incorporando estos principios de diseño en los productos, creando objetos que son recuperados cuando su primera vida útil ha terminado.

Estudios de diseño como el de Roth Martin, cuyo principal enfoque de los productos es que están hechos de botellas de agua de plástico 100% recicladas y materiales reciclados posconsumo. Su principal eje es CERO desperdicios, ya que es empleado durante todos sus procesos la recolección de los sobrantes para volverlos a fundir en gránulos y que estos entren nuevamente al ciclo de producción.

El diseñador Jaume Escofet, cuya filosofía de trabajo está basada en el intercambio multidisciplinar con arquitectos, diseñadores y artistas, la cual consiste en reinterpretar una y otra vez cada proceso y cada material, hasta obtener un nuevo diseño para cada proyecto.

Y a su vez, la diseñadora Kate Balsis, que en su práctica manifiesta un alto sentido de preocupación por el medio ambiente, ya que ha llegado a conocer a profundidad sus procesos para un mayor aprovechamiento y aplicación de procesos de diseño, construyendo áreas de trabajo adecuadas y herramientas propias.

Estos diseñadores han llegado a un punto de cambio, en donde por medio de la innovación en los métodos de diseño buscan aportar nuevas metodologías de trabajo. Estos procesos de diseño pueden influir en el cambio y la mejora de la calidad del ambiente. Inclusive puede contribuir a la transformación de un sistema económico.

Dentro de estas metodologías de trabajo se encuentran perspectivas similares, una de ellas es el análisis y estudio de los materiales y procesos, para de esta manera conocer su comportamiento e ir mejorando los sistemas de trabajo.

En los últimos años, ha surgido una mayor preocupación respecto al cuidado del medio ambiente, siendo la basura un punto a señalar. El termino reciclaje que se centra en la recuperación, transformación y elaboración de un material a

partir de residuo, ha introducido de cierta manera a técnicas innovadoras, revolucionando diversas áreas del diseño y la producción de artículos.

Estos nuevos enfoques en el campo del diseño rompen con el sistema denominado de la cuna a la tumba, llevando a repensar un producto desde su material, y la repercusión o uso que se le dará una vez terminada su vida útil.

Los críticos de estos enfoques de diseño afirman que estos nuevos modelos llevarían a un colapso en el sistema económico, conduciendo a un aumento en los costos de los productos, el cual sería insostenible debido al sistema implantado por hace décadas. Es por lo que desde estas nuevas perspectivas está la búsqueda de métodos alternativos de diseño, los cuales están encaminados a la vinculación del diseño y la fabricación de materiales desde su análisis y exploración natural, esto podría permitir la conceptualización de nuevos sistemas estructurales al aprovechar de manera óptima las capacidades del material desde su esencia.

CONCEPTOS BÁSICOS APLICABLES

En México, las actividades referentes al campo del diseño han tomado mayor importancia en los últimos años; sin embargo, los resultados carecen de cambios cualitativos, debido a la escasez de métodos que respondan a las condiciones tecnológicas, económicas, sociales, ambientales e industriales, en las que se encuentra el país.

Los temas como el reciclaje se encuentran aún muy lejos de poder controlarse, ya que se necesitan iniciativas que puedan crecer hasta convertirse en industrias que reduzcan la cantidad de basura y desecho y éstas sean positivas para la economía nacional. Pero para eso se necesita una proyección a largo plazo y sobre todo que los sectores públicos y privados se comprometan. Mas, sin embargo, es importante contextualizar que estos procesos no deberían ser retomados de procesos de países que se encuentran al frente del desarrollo científico y tecnológico.

Esto desprende una gran problemática, ya que impiden un crecimiento integral al no atender las necesidades ni aprovechar los recursos de nuestro entorno, esto como consecuencia de la importación de modelos descontextualizados.

Partiendo de temas básicos como el reciclaje, podemos decir que desde el campo del diseño se encuentra una tendencia por el tema. Este concepto es descrito como el proceso que permite la recuperación, transformación y elaboración de un material a partir de residuos, ya sea total o parcial en la composición definitiva (Castells, 2012). Por lo tanto, el reciclaje y los residuos responden a diversas actividades que pueden llevarse a cabo sobre los diferentes flujos de residuos para aprovecharse, desde el mismo uso hasta otra aplicación.

Los principios del reciclaje se cimientan en que los residuos deben ser tratados como recurso, para posteriormente, reducir la demanda de recursos naturales y la cantidad de materia que requieran una disposición final. Sin embargo, el crecimiento en aspectos de innovación de los procesos, los modelos actualmente empleados sobre el aprovechamiento de los recursos existentes se han visto rebasados por cubrir las necesidades de consumo.

Actualmente la Unión Europea son los líderes en el reciclaje, ya que ellos separan su basura en cinco categorías distintas, del total de sus desechos producidos en sus países, solo el 1% termina en basureros, entre 47% y 56% es reciclado y el resto es quemado para generar energía eléctrica para los hogares.

En México, de acuerdo con información de la Confederación Nacional de Industriales de Metales y Recicladores (CONIMER), actualmente se recicla entre 19% y 23% del total de residuos. Un promedio de 46 millones de toneladas, sin contar la basura orgánica.

Existen iniciativas enfocadas al tema de la reducción de la basura una de ellas es la nombrada "3R" que surgió en Japón en 2002, la cual fue presentada durante la Cumbre del G8 en junio de 2004, por el primer ministro de Japón Koizumi Junichiro. Esta propuesta es sobre hábitos de consumo y su fin es promover la utilización eficiente de los recursos, es decir, disminuir nuestro consumo, así como los recursos que utilizamos para elaborar los productos (Guerrero, 2011).

Como critica a esta propuesta coincidimos con la siguiente postura de Braungart M. y W. McDonough (2005) *"La reducción no acaba con el agotamiento y la destrucción, sólo los ralentiza haciendo que ocurran en incrementos más pequeños a lo largo de un periodo de tiempo más largo"*. Por tal motivo, no coincidimos en que la solución sea hacer lo imposible para reducir, reutilizar y reciclar nuestra basura, sino diseñar los residuos desde un inicio para que puedan ser reutilizados con el menor esfuerzo y la mayor eficiencia.

Estos factores demuestran la necesidad de crear sistemas y metodologías de trabajo interdisciplinarias, las cuales consideren los aspectos asociados al contexto a través de la interacción con nuestro entorno y la combinación de las actividades dedicadas al desarrollo de un producto o materia.

Así, es como en este proyecto se retoman algunas características de estas metodologías, descartando el concepto de basura por objeto de aprovechamiento reciclado, adquiriendo conocimiento sobre los materiales y su aprovechamiento como recurso local, para de esta manera poder lograr una articulación. Por lo que, la realización de esta práctica de diseño exige tener un análisis del entorno, una comprensión de la materia, para de esta manera lograr un proceso de fabricación integral y acorde a la problemática ambiental existente.

En este contexto, el área de estudio de esta investigación se centra en el análisis y experimentación de los procesos de fabricación empleando el vidrio como elemento reciclado, desde el aprovechamiento de los recursos existentes, su coherencia con el contexto y la relación con el medio ambiente, y cómo este puede ampliar las posibilidades desde un enfoque como proceso creativo. De esta manera se puede generar una propuesta que beneficie al campo del diseño, desde una perspectiva que permita la evolución constante en los procesos, aprovechando los recursos existentes en nuestro contexto.

El paradigma de diseño “De la cuna a la tumba” (cradle to grave) examina todas las etapas del ciclo de vida del producto desde la extracción de los recursos, su transformación en productos, venta y, al final, arrojarlos a algún tipo de “tumba”, normalmente conocidos como basureros.

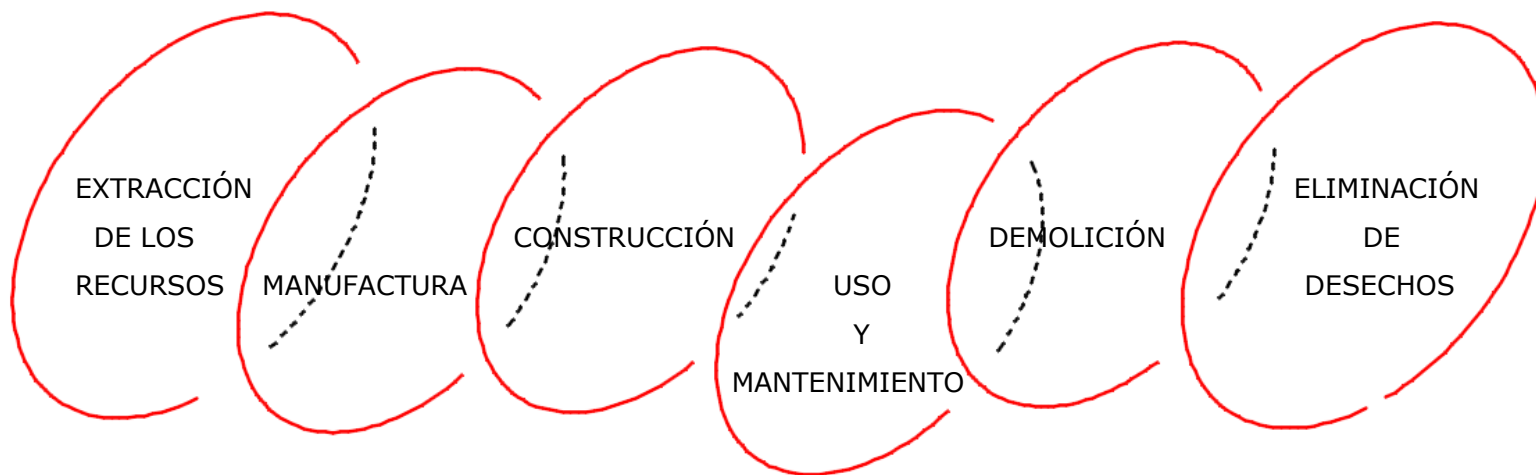


Diagrama 3. Ciclo de vida de los edificios mediante el proceso de diseño “de la cuna a la tumba”.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Braungart M. y W. McDonough (2005).

La principal característica del proceso de la cuna a la tumba es que es concebido como un ciclo de vida del producto como algo lineal. Este modelo ha sido señalado como ineficiente debido a la problemática ambiental que ha generado durante años, ya que las materias primas son vistas como desechos al final de un primer ciclo de vida.

Por este motivo resurge el paradigma de diseño llamado “de la cuna a la cuna” (cradle to cradle), éste toma en cuenta todo el ciclo de vida de un producto al igual que “de la cuna a la tumba”, pero además incluye la gestión de los residuos al final de la vida y su reutilización como materia prima donde reinicia el ciclo. Con esta filosofía los productos se desarrollan bajo un sistema de círculo cerrado. Todos los productos ya sea que se biodegraden al final de su vida útil o se puedan reciclar y utilizar en un nuevo ciclo de producción.

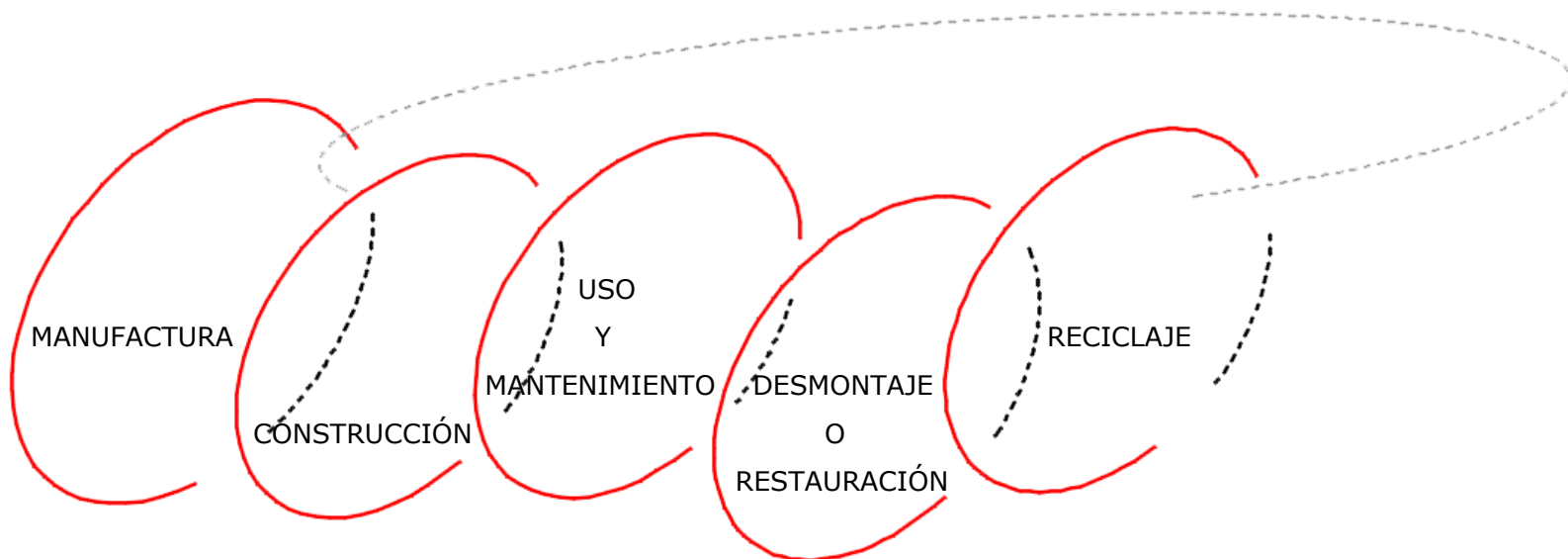


Diagrama 4. Ciclo de vida de los edificios mediante el proceso de diseño “de la cuna a la cuna”.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Braungart M. y W. McDonough (2005).

Los principales principios de diseño “de la cuna a la cuna” serían:

- Eliminar el concepto de residuo. No reducirlo, minimizarlo o evitarlo.
- Utilizar energías renovables durante el proceso. Durante el proceso de fabricación y uso se debe utilizar la mayor cantidad de energías renovables, la radiación solar como ejemplo.

Este trabajo de investigación tiene como finalidad el incorporar estas técnicas y procesos de diseño. El paradigma de diseño de la cuna a la cuna es abordado desde un proceso creativo, tomando en cuenta los recursos y herramientas existentes en el entorno, con la finalidad de aprovechar los principios de diseño circular.

De tal modo que al poder entender y reflexionar sobre estos procesos de ciclo de vida circular, podemos reinterpretar el manejo de los residuos como materia prima de diseño, aun y con ello debemos reconocer que existe la posibilidad de realizar un infrarreciclaje (downcycling), esto quiere decir que el producto resultante después del reciclaje resulte de menor calidad o valor que el original.

Actualmente la mayoría de los productos no son diseñados para que al final de su vida útil puedan ser desensamblados o descompuestos. Estos productos contienen diversos componentes que, al momento de ser procesados durante el reciclaje, hace que pierdan parte de sus propiedades.

Para suplir estas carencias, en muchas ocasiones se añaden aditivos u otros productos que no contenía el material original. Sin embargo, esto último no sería necesario si se hubiera tenido en cuenta la fase de reciclado desde el origen del diseño.

También existe la posibilidad del supraciclaje (upcycling), la cual hace referencia al reciclaje del que resultan productos de un valor y calidad mayor que los originales (Braungart M. y W. McDonough, 2013), es decir, utiliza todo el producto con el fin de hacerlo útil otra vez o darle una nueva identidad o valor sin perder sus propiedades.

La solución no es producir menos, si no producir y diseñar bien desde un principio.

Esto implica tener un conocimiento previo de los materiales que se utilizaran y la interacción física en las fases trabajo. A partir de este tipo de procesos, la técnica se supera, volviéndose creativa y cambiante de manera constante.

Parte del desarrollo del presente trabajo, fue adquirir conocimiento previo acerca de la materialidad y la morfología que constituiría la mezcla, es por eso que se toma como principio las exploraciones preliminares realizadas, ya que forman parte esencial del proceso exploratorio realizado.

EXPLORACIONES PRELIMINARES

Durante la materia de taller experimental II se desarrolló el diseño de un prototipo, el cual tenía como finalidad ser recreado físicamente a partir del diseño de mezclas. Este fue el primer acercamiento que se tuvo con la creación física de un prototipo.

Desde un principio fue pensado para que el prototipo pudiera ser producido en serie. Primeramente, obtuvimos el diseño del prototipo que pretendíamos desarrollar, posterior a ello se comenzó con el diseño del molde, el cual fue un proceso complejo ya que por el diseño del prototipo resultaba imposible que fuera de una sola pieza, y esto podía ocasionar mayores tiempos y fallas al momento de la elaboración (Anexo 1).

Teniendo el diseño del molde, se realizaron los cortes en laser con madera MDF de 6mm, posteriormente fueron pegadas las piezas y protegidas con cinta de vinil para la humedad que el material pudiera desprender (Anexo 2). La primera experimentación formo parte esencial del proceso, debido a que obtuvimos retroalimentación de los ajustes que debíamos realizar para que las piezas pudieran lograrse, ya que en esta primera iteración no se obtuvo ninguna muestra.

Una vez analizados los ajustes, se procedió a rediseñar el prototipo y a realizar todas las mejoras del molde (Anexo 3), posterior a ello se realizó de la misma manera la elaboración del molde, pero ahora fue protegido con sellador para madera, la cual no estropeará las piezas al desmoldarlas y facilitará los tiempos de elaboración (Anexo 4). En esta ocasión, el molde funcionó a la perfección, haciendo que la fabricación fuera simple y rápida para la obtención de múltiples piezas.



Imagen 5. Prototipo 1, 1er. Iteración. Materiales: Tierra.

Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2019.

Esta experimentación fue un ejercicio básico, donde se adquirió experiencia sobre el proceso de desarrollo a partir de mezclas con tierra. Como observaciones; partimos con realizar un análisis de las mezclas, para lograr obtener un fraguado adecuado, y el rediseño del molde, para tener una mayor eficiencia durante la elaboración de las piezas.

Una vez analizados los ajustes, se procedió a rediseñar el prototipo y a realizar las mejoras al molde, el cual fue protegido para la humedad con sellador para madera ya que ahora las mezclas serian de concreto, y a su vez no estropeará las piezas al desmoldarlas y facilitará los tiempos de elaboración. En esta ocasión, el molde funciona a la perfección, haciendo que la fabricación fuera simple y rápida para la obtención de múltiples piezas.

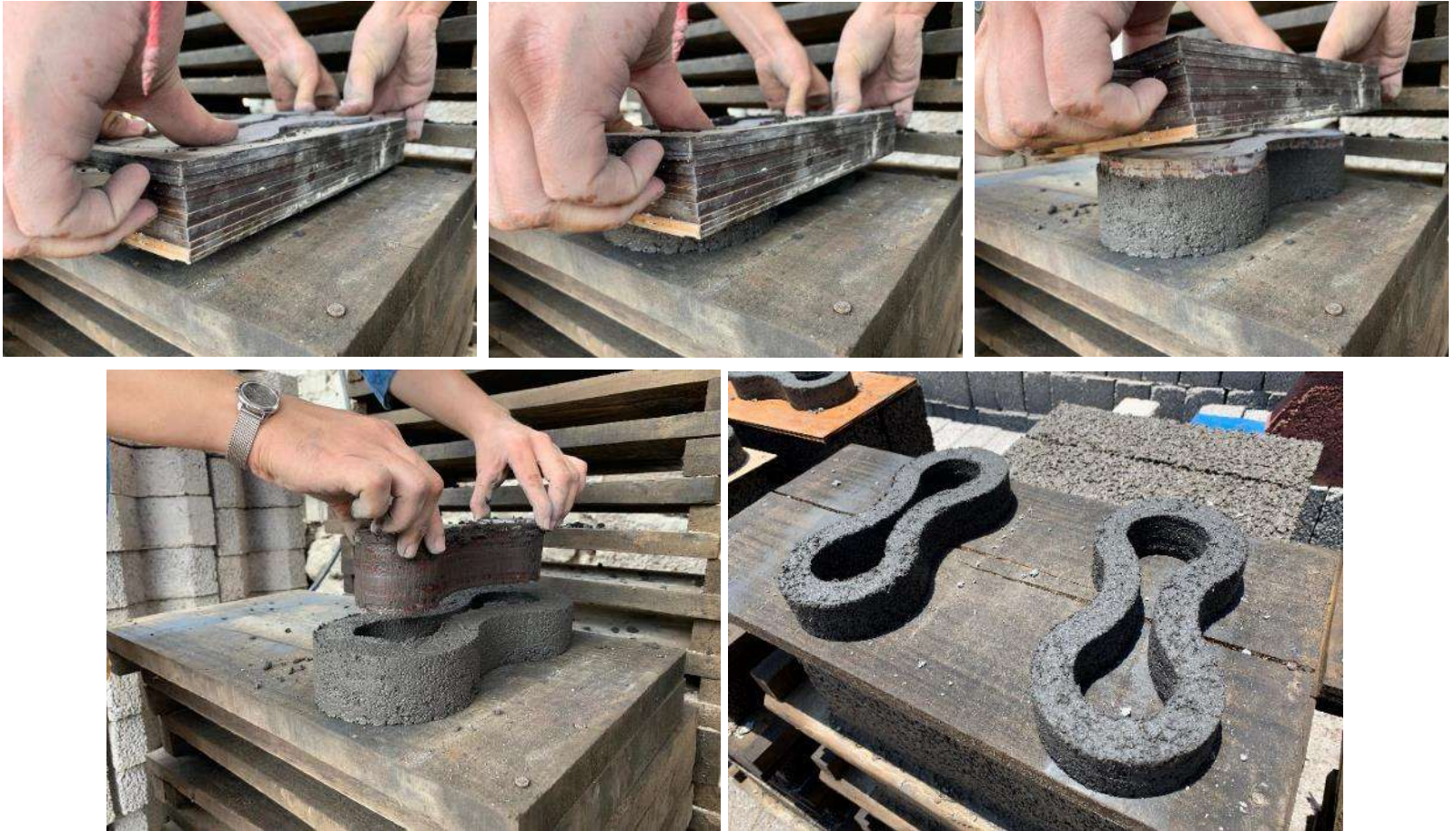


Imagen 6. Prototipo 2, 2da. Iteración. Materiales: Cemento / Arena.

Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2019.

Fue un resultado satisfactorio, ya que se lograron obtener piezas de manera muy funcional y en corto tiempo se pudieron reproducir varias. Para continuar con el proceso experimental se propuso el desarrollo del mismo prototipo, pero ahora realizando iteraciones con diferentes diseños de mezclas, incorporando residuos como agregados.

DISEÑO DE LA MEZCLA DE CONCRETO			
RESUMEN			
Mezcla de concreto	VALOR	UNIDADES	OBSERVACIONES
Cemento	0.500	Kg	Blanco
Agua	0.120	Kg	
Agregado Fino	0.250	Kg	Marmolina
Agregado Grueso	0.250	Kg	Vidrio triturado
Aditivos		MI	(Sin Aditivos)



Imagen 7. Prototipo 2, Muestra 2. 3era. Iteración. Materiales: Marmolina / Vidrio triturado.
Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.

Cumplido el objetivo, quedo la incertidumbre por continuar la exploración, pero ahora con un solo enfoque, la materialidad, ya que se observó un campo de oportunidades por experimentar, y de esta manera desenfocar un poco la morfología que constituiría la mezcla.

Teniendo las exploraciones preliminares de haber empleado el vidrio como agregado grueso a la mezcla y que éste hubiera logrado el propósito, se formuló la idea de poder realizar las siguientes iteraciones, pero ahora con diferentes residuos, enfocándonos sobre todo en residuos que fueran susceptibles de aprovecharse y fueran inorgánicos, ya que era puntual el continuar empleando cemento como aglutinante.

Para potenciar el uso que se le estaba dando a estos residuos como agregado, se tomó la decisión por mera intuición de agregar una fase más al proceso, el cual consistía que, una vez fraguada la muestra, pasaría a un proceso de detallado, que conllevaba a pulirla por medios mecánicos como una pulidora y posteriormente darle un detalle más fino con lija. Esto tenía como finalidad dejar expuesto el material con el cual había sido elaborado, y es así como se llegó al punto de interés hacia las muestras, ya que ahora se podía comenzar a indagar sobre las posibilidades para su empleo.

De esta manera se reprodujeron las siguientes iteraciones:

4ta ITERACIÓN__DISEÑO DE MEZCLAS _ **MUESTRA 3**

DISEÑO DE LA MEZCLA DE CONCRETO			
RESUMEN			
Mezcla de concreto	VALOR	UNIDADES	OBSERVACIONES
Cemento	0.500	Kg	Blanco
Agua	0.120	Kg	
Agregado Fino	0.250	Kg	Marmolina
Agregado Grueso	0.250	Kg	Caucho triturado
Aditivos		MI	(Sin Aditivos)

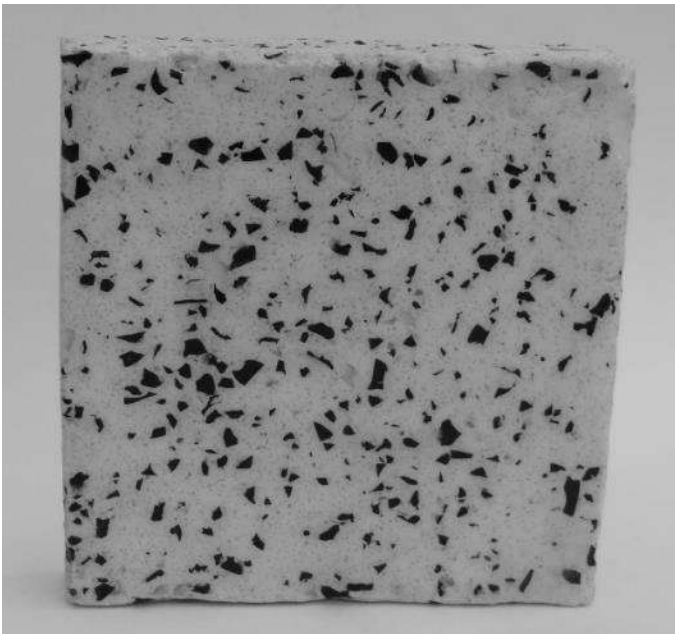


Imagen 8. Prototipo 3, Muestra 3. 4ta. Iteración. Materiales: Marmolina / Caucho molido.
Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.

DISEÑO DE LA MEZCLA DE CONCRETO			
RESUMEN			
Mezcla de concreto	VALOR	UNIDADES	OBSERVACIONES
Cemento	0.500	Kg	Blanco
Agua	0.120	Kg	
Agregado Fino	0.350	Kg	Marmolina
Agregado Grueso	0.150	Kg	Ladrillo reciclado
Aditivos		MI	(Sin Aditivos)



Imagen 9. Prototipo 3, Muestra 4. 5ta. Iteración. Materiales: Marmolina / Ladrillo reciclado.
Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.

Realizadas estas iteraciones y siguiendo el proceso de pulido y sellado de las muestras, se comprendió que existe un sin número de posibilidades de exploración.

Teniendo como sustento estos antecedentes experimentales, nos permite repensar en el proceso que se ha llevado a cabo para cada uno de ellos, y de esta manera redefinir y lograr los objetivos planteados para este trabajo.

CAPITULO 3

VIDRIO

Partiendo desde términos generales, cuando se habla de basura o desecho es para identificar a aquellos materiales sobrantes que aparentemente no pueden ser usados nuevamente. Sin embargo, el término residuo, son todos aquellos materiales que pueden tener valor en sí mismos al ser reutilizados o reciclados. Parte importante es conocer la diferencia de estos dos conceptos, para así poder decidir qué estrategia se empleará con los residuos.

La clasificación de los residuos puede ser de acuerdo con su composición:

- Residuos orgánicos; aquellos que están compuestos por desechos de origen biológico.
- Residuos inorgánicos; aquellos que no tienen origen biológico sino industrial o artificial.
- Residuos peligrosos; sustancias químicas de tipo corrosivo, ácidos o basura radioactiva.

Según cifras sobre la generación de residuos en México se generan diariamente 102,895.00 toneladas de residuos, de los cuales solo se recolectan 83.93% y se disponen en sitios de disposición final 78.54%, reciclando únicamente el 9.63% de los residuos generados. (SEMARNAT,2017) Existen residuos susceptibles de aprovechamiento los cuales conforman un 39.57%, encontrándose en ellos el vidrio.

CATEGORIA	SUBPRODUCTO
RESIDUOS SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO 39.57%	CARTÓN
	PAPEL
	MATERIAL FERROSO
	MATERIAL NO FERROSO
	PLÁSTICO RÍGIDO Y DE PELÍCULA
	ENVASE DE CARTÓN ENCERADO
	FIBRAS SINTÉTICAS
	POLIESTIRENO EXPANDIDO
	HULE
	LATA
	VIDRIO DE COLOR
	VIDRIO TRANSPARENTE
	POLIURETANO
	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
	CUERO
ORGÁNICOS 37.97%	FIBRA DURA VEGETAL
	RESIDUOS ALIMENTICIOS
	HUESOS
	RESIDUOS DE JARDINERIA
	MADERA
OTROS 22.46%	RESIDUO FINO
	PAÑAL DESECHABLE
	ALGODÓN
	TRAPO
	LOZA Y CERÁMICA
	VARIOS

Cuadro 1. Categoría de los residuos.
 Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de la SEMARNAT, 2017.

3.1_ VIDRIO

El vidrio es un material duro, normalmente frágil y transparente, resistente al desgaste, a la corrosión y a la compresión. Denominado material amorfo (desordenado o poco ordenado), inorgánico, de fusión que se ha enfriado a una condición rígida sin cristalizarse. Está compuesto principalmente de arena (silicatos, SiO_2) y un álcali.

Estos materiales se fusionan a altas temperaturas (estado viscoso fundido); después son enfriados rápidamente para formar una estructura rígida. Sin embargo, no tienen suficiente tiempo para formar una estructura cristalina regular.

3.2_ PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS DEL VIDRIO

Las principales características del vidrio son las siguientes:

- Es un material sólido y duro.
- Tiene estructura desordenada y amorfa.
- Frágil y fácilmente rompible en piezas delgadas o puntiagudas.
- Transparente para la visibilidad de la luz.
- Material inerte y biológicamente inactivo.
- El vidrio es 100% reciclable y uno de los materiales más seguros para embalaje debido a su composición y propiedades.
- No se deteriora, corroe, mancha o decolora.

Estas propiedades y características pueden ser modificadas y cambiadas al adherir otros componentes o tratamientos térmicos.

PROPIEDADES FÍSICAS: COLOR

El color es originado por los elementos que se agregan en el proceso de fusión, llamados colorantes. Los cuales son:

Óxido de cobalto: Rojo azulado

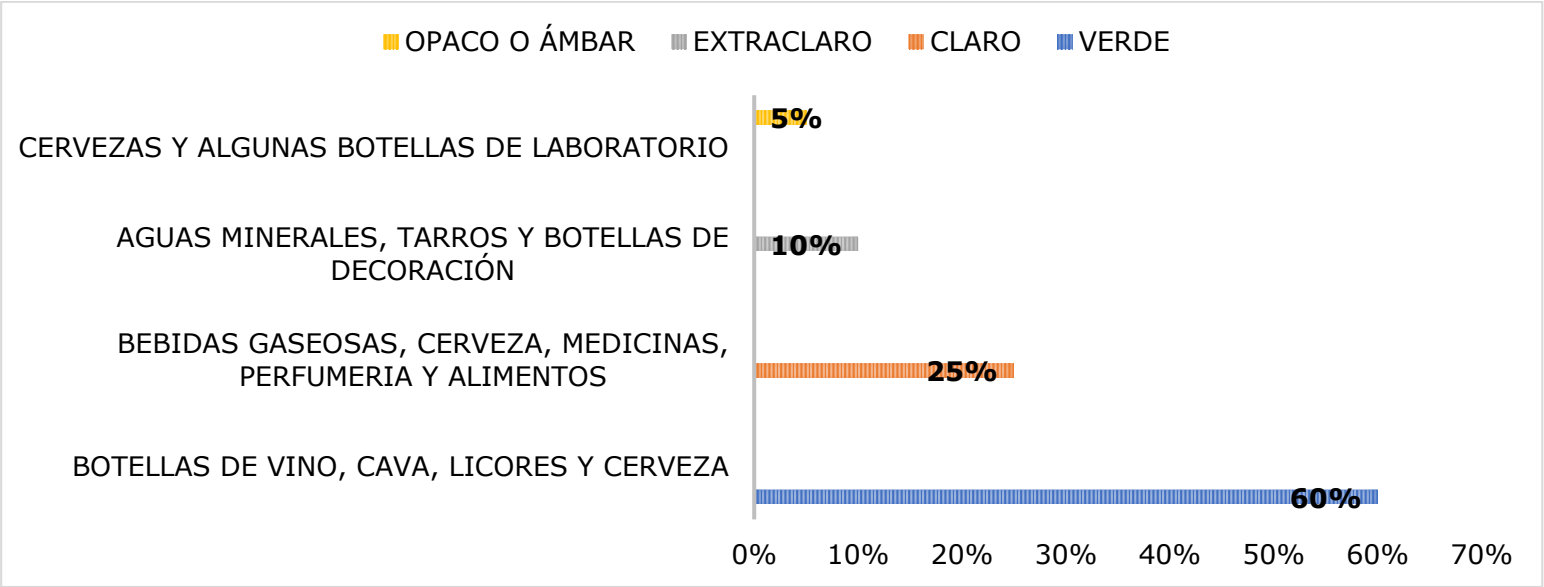
Óxido ferroso: Azul

Óxido férrico: Amarillo

Óxido de cromo: Verde grisáceo

Trióxido de cromo: Amarillo
Óxido de cobre: Verde azulado
Óxido de uranio: Verde amarillento fosforescente
Selenio elemental: Rosa
Sulfuro de cadmio coloidal: Amarillo

Los colores más empleados en el vidrio son:



Cuadro 2. Colores más empleados en el vidrio.
Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de la COFEPRIS y PROFECO, 2020.

TEXTURA

La superficie de los vidrios puede variar en cuestiones de brillo, esto depende del proceso de fundido en el que se haya quedado. Un vidrio completamente fundido presenta un brillo, porque el vidrio se nivela y aplana cuando se funde, formando una superficie extremadamente lisa, dicha homogeneidad es una muy buena característica del material pues lo hace más fácil de limpiar.

MALEABILIDAD

El vidrio presenta maleabilidad cuando se encuentra en su etapa de fundición, pues pueden ser moldeados y es la etapa de maleabilidad del vidrio, pues es donde se les da las formas deseadas, ya sea por moldes o por cualquier otro método. Los principales métodos empleados para moldear el vidrio son el colado, el soplado, el prensado, el estirado y el laminado.

PROPIEDADES QUÍMICAS: CORROSIÓN

El vidrio tiene como característica muy importante la resistencia a la corrosión, en el medio ambiente son muy resistentes y no se desisten ante el desgaste, motivo por el cual los vidrios son utilizados incluso para los experimentos químicos.

PROPIEDADES MECÁNICAS: TORSIÓN

La resistencia a la torsión de un material se define como su capacidad para oponerse a la aplicación de una fuerza que le provoque un giro o doblez en su sección transversal. Los vidrios en su estado sólido no tienen resistencia a la torsión, en cambio en su estado fundido son como una pasta que acepta un grado de torsión que depende de los elementos que le sean adicionados.

COMPRESIÓN

El vidrio tiene una resistencia a la compresión muy alta, su resistencia promedio a la compresión es de 1000MPa; lo que quiere decir que para romper un cubo de vidrio de 1cm por lado es necesaria una carga de aproximadamente 10 toneladas.

TENSIÓN

Los vidrios generalmente presentan una resistencia a la tensión entre 3000 y 5500 N/cm², aunque pueden llegar a sobrepasar los 7000 N/cm² si el vidrio ha sido especialmente tratado.

FLEXIÓN

La flexión de los vidrios es distinta para cada composición del vidrio. Un vidrio sometido a flexión presenta en una de sus caras esfuerzos de compresión, y en la otra cara presenta esfuerzos de tensión. La resistencia a la ruptura de flexión es casi de 40 Mpa (N/mm²) para un vidrio pulido y recocido de 120 a 200 Mpa (N/mm²) para un vidrio templado

(según el espesor, forma de los bordes y tipos de esfuerzo aplicado). El elevado valor de resistencia del vidrio templado se debe a que sus caras están situadas fuertemente comprimidas, debido al tratamiento al que se le somete.

PROPIEDADES TÉRMICAS: CALOR ESPECIFICO

Se define como el calor necesario para elevar una unidad de masa de un elemento un grado de temperatura. En los vidrios el calor específico es de 0,150 cal/g C aproximadamente.

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

La conductividad térmica del vidrio es de aproximadamente 0,002 cal/cm seg. C. Cifra baja en comparación con los metales. Sin embargo, el vidrio tiene una variable que no se aplica a los demás materiales, la radiación causada por el almacenamiento de luz infrarroja y ultravioleta, la cual es muy variable y puede provocar en ocasiones que el vidrio transmita el calor de manera mucho más efectiva que los metales.

3.3_ USO Y APLICACIONES

La clasificación del vidrio por su uso y aplicaciones es:

Industrial y doméstico. El industrial es utilizado como envase para productos alimenticios, por ejemplo; almacenamiento de productos químicos, biológicos, vidrio plano: ventanas, cristales blindados, fibra óptica, bombillas, etc.) El vidrio para uso doméstico es el que se emplea para almacenar productos alimenticios como; conservas, vinos, bebidas, etc.

3.4_ DISPONIBILIDAD DEL VIDRIO

Según datos de la SEMARNAT, en México se generan anualmente más de 2.5 millones de toneladas de botellas de vidrio, pero solo se recicla el 12%, lo demás queda enterrado en rellenos sanitarios o disperso en bosques o mares.

Además de la poca importancia del reciclaje, la venta de bebidas alcohólicas adulteradas alcanza cifras inquietantes; según la Comisión para la Industria de Vinos y Licores de cada 10 botellas 4 son adulteradas y se consumen al año más de 8 millones de cajas de bebidas alcohólicas adulteradas, según cifras de COFEPRIS y PROFECO.

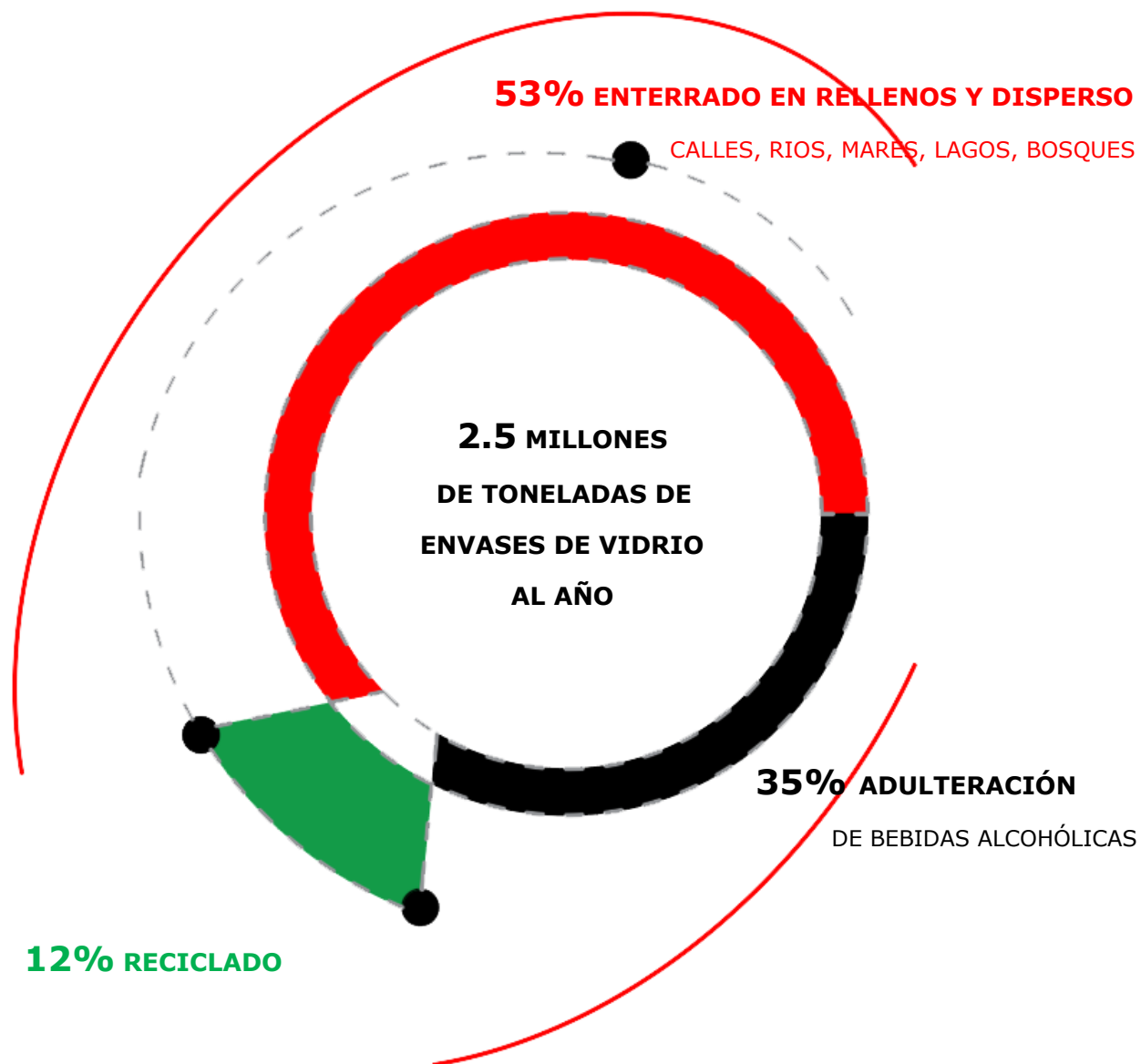
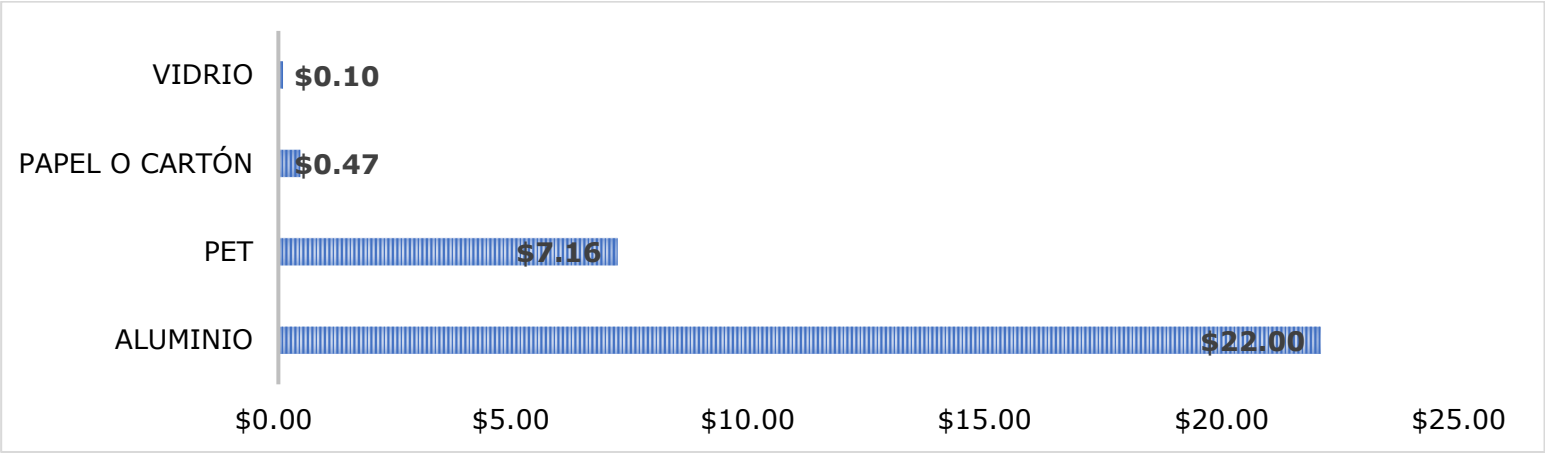


Diagrama 5. Disponibilidad del vidrio desechado.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de la SEMARNAT y la Comisión para la Industria de Vinos y Licores.

En Michoacán, según datos del Grupo Ambiental Michoacana empresa dedicada al reciclaje, se pagan en promedio por Kg;



Cuadro 3. Precio por Kg de reciclaje.
Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Grupo Ambiental Michoacana.

Actualmente no se cuenta con regulaciones que ayuden a que el costo del reciclado del vidrio sea atractivo para los recicladores. Sin embargo, se desprende una gran problemática debido al poco reciclado que existe en el estado y en general en México, ya que las cifras siguen en aumento.



3.5_ RECICLAJE DEL VIDRIO

El reciclaje de vidrio necesita un 26% menos de energía que la producción original, en la que para crear un kilo de vidrio se necesitan unas 4.200 kilocalorías de energía. Además, el material generado por reciclaje reduce en un 20% la contaminación atmosférica que provocaría el proceso habitual de fabricación. A su vez se ve disminuida la contaminación de agua en un 40%.

La energía que se ahorra del procesamiento de una botella de cristal puede mantener encendida un foco de 100 watts durante 4 horas.

El proceso de reciclaje del vidrio es costoso y contaminante, ya que exige diversas condiciones, como limpieza del material, separación de los diferentes componentes como papel, metales y tintes grabados.

PROCESO DE RECICLADO DEL VIDRIO

Una vez recolectado el vidrio pasa al proceso de reciclaje, el cual consiste primeramente en su limpieza. El vidrio es tratado con productos químicos y aguas para eliminar suciedades o grasas, y durante el proceso se van retirando los elementos de plástico, papel y otros residuos.

Una vez limpio, el vidrio es pasado por una serie de tamices y martillos, donde se tritura hasta lograr el tamaño deseado. Después se pasa por unos imanes que retiran los posibles residuos de metal.

Teniendo el vidrio triturado y preparado, pasa a ser derretido de nuevo, en este proceso se le denomina calcín. El calcín es calentado a 1600 grados, y es mezclado al 50% con arena, hidróxido de sodio y caliza para fabricar nuevos productos que tendrán idénticas propiedades con respecto al vidrio fabricado con anterioridad.

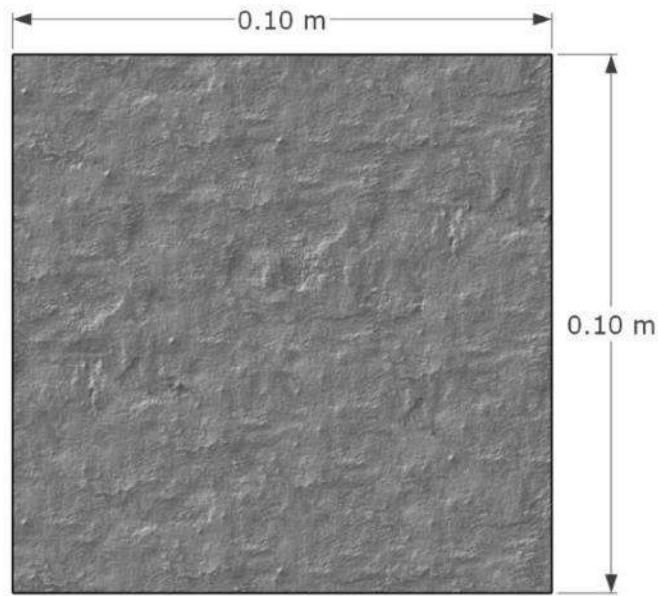
Sin embargo, el vidrio tiene una gran ventaja, es 100% reciclable y se puede reciclar las veces que se quiera sin perder calidad, por lo que se cierra el círculo del reciclaje. Con el vidrio reciclado se pueden realizar botellas o tarros, así como formar parte de la materia prima para la producción de nuevos objetos o componentes de nuevos productos.

CAPITULO 4

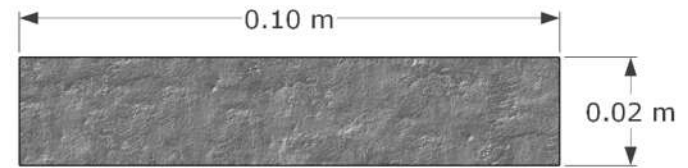
PROCESO DE DISEÑO Y FABRICACIÓN

4.1_ DISEÑO DIGITAL Y ELABORACIÓN DEL MOLDE

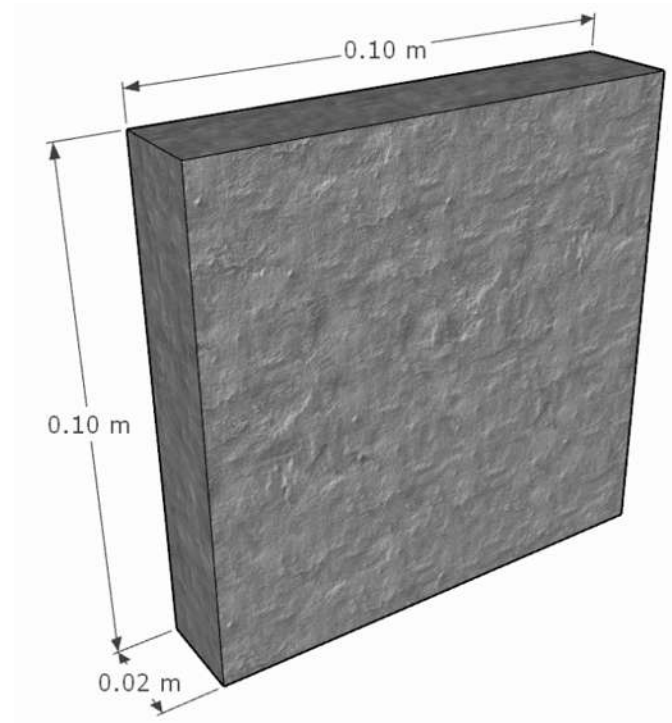
Para el desarrollo de las muestras se define una geometría simple, ya que para la exploración material que se pretende no se requiere complejizar la forma.



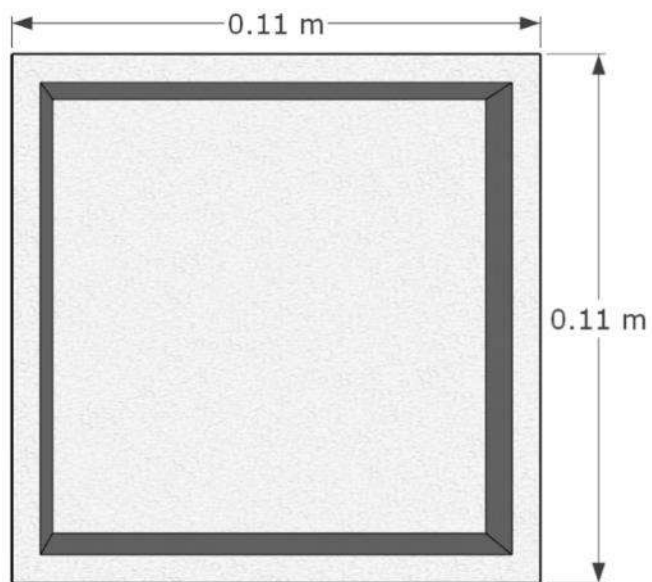
PLANTA



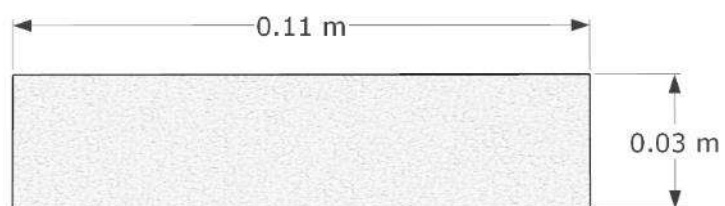
ALZADO



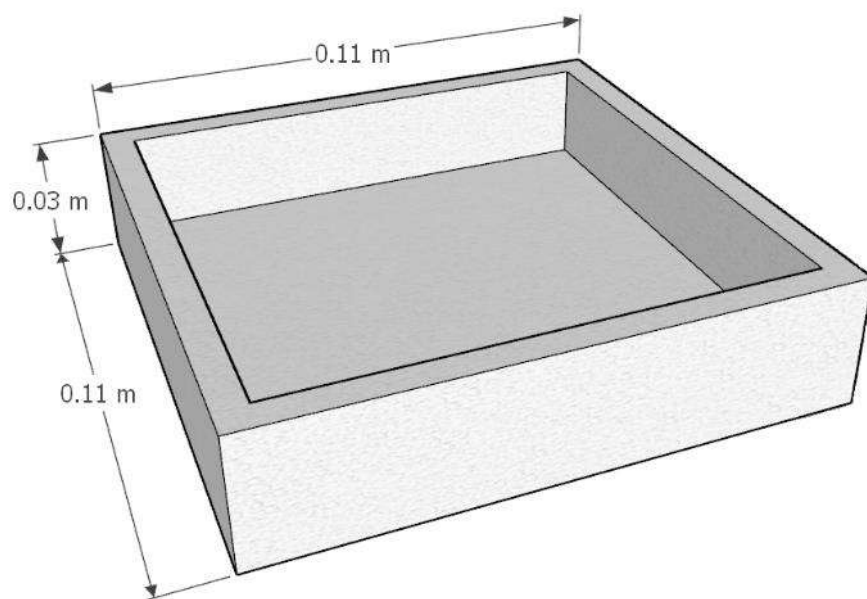
ISOMÉTRICO



PLANTA



ALZADO



ISOMÉTRICO

El molde se realiza con material foamboard, por ser un material resistente a la mezcla y lisa de superficie.



Imagen 10. Molde elaborado con material foamboard, para realización de las muestras.

Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.

4.2_ PROCESOS DE FABRICACIÓN

El proceso de fabricación consta de las siguientes etapas: dosificado, mezclado, moldeado, fraguado, secado y detallado.

4.2.1_ DOSIFICADO

El dosificado es el primer paso en el proceso, consiste en diseñar la mezcla, es decir establecer las proporciones de cada uno de los elementos. El objetivo es que el producto final adquiera propiedades adecuadas. La dosificación del cemento, agua y agregados depende de factores como: granulometría, propiedades fisicoquímicas de los agregados, tipo de cemento, relación agua-cemento, etc. Por la cantidad de variables a controlar, el proceso es complejo, y se maneja de manera experimental.



Imagen 11. Dosificado.
Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.

4.2.2_ MEZCLADO

El objetivo de esta etapa es obtener una mezcla homogénea. Para el desarrollo de este trabajo el mezclado se llevará acabo de manera manual con ayuda de herramientas básicas.



Imagen 12. Mezclado.
Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.

4.2.3_ MOLDEADO O VERTIDO AL MOLDE

La mezcla es vertida en los moldes, previamente elaborados. Una vez colocada la mezcla dentro del molde se dará una ligera vibración de manera manual, para evitar burbujas dentro de la muestra. La duración, frecuencia y amplitud de la vibración se determina experimentalmente.

4.2.4_ FRAGUADO

El fraguado es la reacción química que se produce entre el cemento, los agregados y el agua, mediante la cual se produce el endurecimiento. Este proceso se determina como el de mayor duración, ya que debemos permitir que la muestra logre su endurecimiento de manera natural. Debido al tamaño de las muestras, se verifico que, a las 24 horas de vertido al molde, las piezas ya se encontraban endurecidas y listas para detallar.

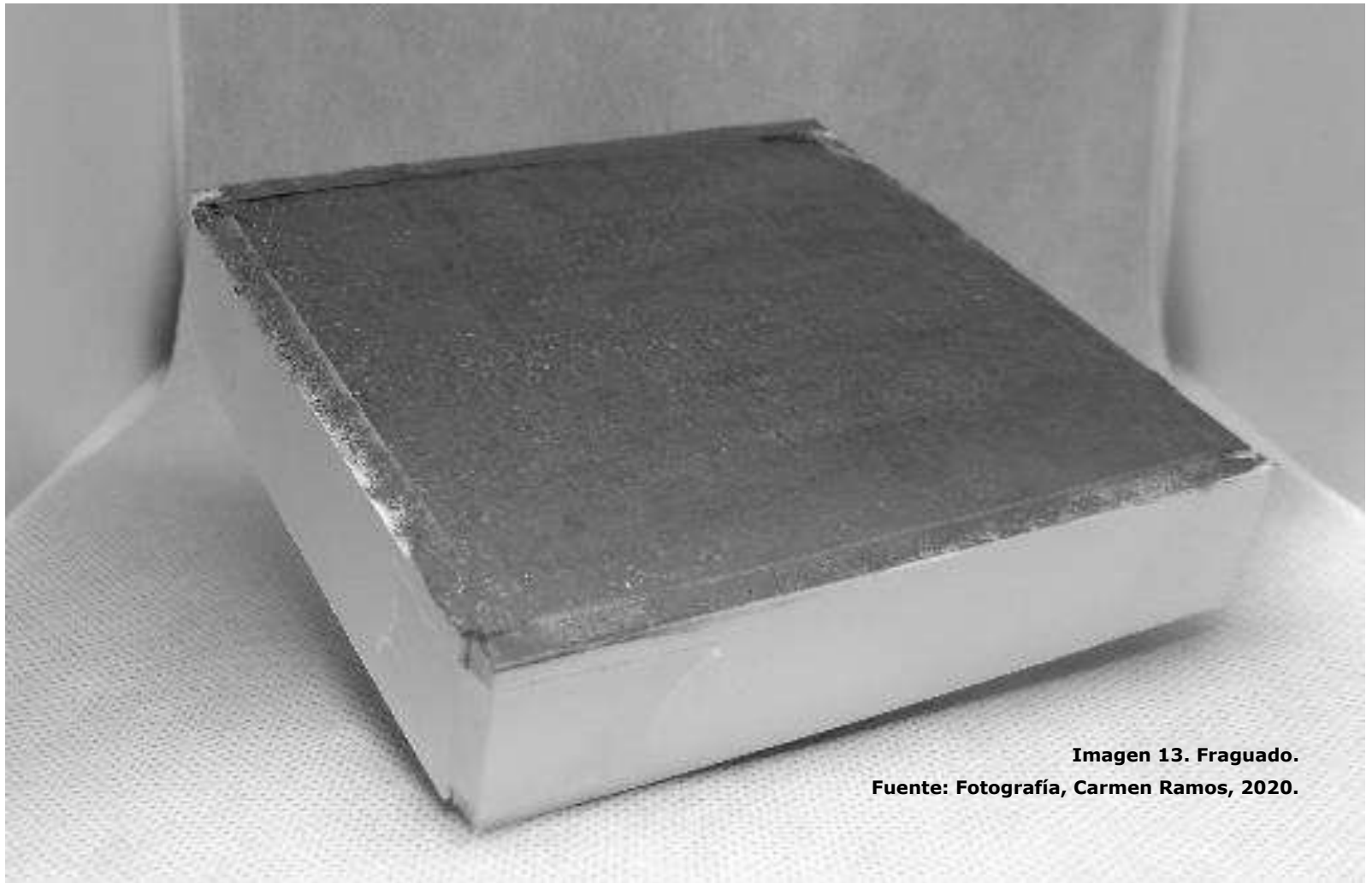


Imagen 13. Fraguado.
Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.

4.2.5_ DETALLADO Y SELLADO

Después de desmoldar la pieza, se deja secar perfectamente antes de empezar el pulido.

Lo ideal es trabajar con herramientas mecánicas como un esmeril o una lijadora orbital, ya que es necesario pulir profundamente para exponer los agregados.

Primeramente, se comienza puliendo con un esmeril con copa de piedra porque es lo más abrasivo, teniendo la piedra expuesta lo suficiente se puede continuar con la lija, de igual manera comenzando con la de mayor rugosidad (grano 80) hasta llegar a la más fina (grano 400).

Ya que se encuentra la pieza completamente pulida, se procede a sellarla. El sellado depende principalmente en el acabado que se quiera dejar, ya que puede ser uno que permita un terminado natural o un sellador que logre resaltar el color del concreto y agregado que se haya colocado en la mezcla.



Imagen 14. Detallado pulido.
Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.

Las variables encontradas durante el proceso fueron las siguientes:

Diseño de mezcla: ➤ Establecer los elementos a mezclar; color de vidrio, color de cemento, tipo de agregado. ➤ Establecer las proporciones de cada uno de los elementos. ➤ Factores variables: granulometría, propiedades fisicoquímicas de los agregados, tipo de cemento, etc.	DOSIFICADO	OBJETIVO: Reunir diferentes elementos en la proporción adecuada.
Mezclado: ➤ La variable en el mezclado depende principalmente del volumen de elementos a mezclar, puede ser manual siendo cantidad pequeña o incluso requerir equipo de mezclado para volúmenes más grandes.	MEZCLADO	OBJETIVO: Obtener una mezcla homogénea.
Diseño del molde: ➤ El diseño del molde puede provocar cambios respecto a los agregados, ya que por su granulometría no puede ser vaciado o puede provocar ruptura al desmoldar la muestra.	MOLDEADO O VERTIDO AL MOLDE	OBJETIVO: Verter en un molde una mezcla, para darle forma una vez endurecida.
Fraguado: ➤ El proceso de fraguado puede ser de manera natural, manteniendo las muestras a la intemperie. ➤ Se puede agregar un aditivo al dosificado para acelerar los tiempos de fraguado.	FRAGUADO	OBJETIVO: Obtener el endurecimiento de las muestras, logrando la pérdida de la plasticidad de la mezcla.
Detallado: ➤ El proceso de detallado tiene múltiples variables, ya que se puede realizar con diversos tipos de maquinaria, incluso puede ser manual, cada uno puede dejar una terminación diferente.	DETALLADO	OBJETIVO: Realzar la estética de una muestra empleando métodos de pulido, lijado, etc.
Sellado: ➤ El proceso de sellado varia dependiendo del tipo de producto sea aplicado a la muestra, puede ser acabado natural, mate, semimate, etc.	SELLADO	OBJETIVO: Proteger y realzar la estética de una muestra.

Cuadro 4. Variables generales encontradas durante el proceso de fabricación.
Fuente: Elaboración propia, a partir del proceso realizado. Carmen Ramos, 2020.

CAPITULO 5

DISEÑO DE MEZCLAS

DIAGRAMA 1

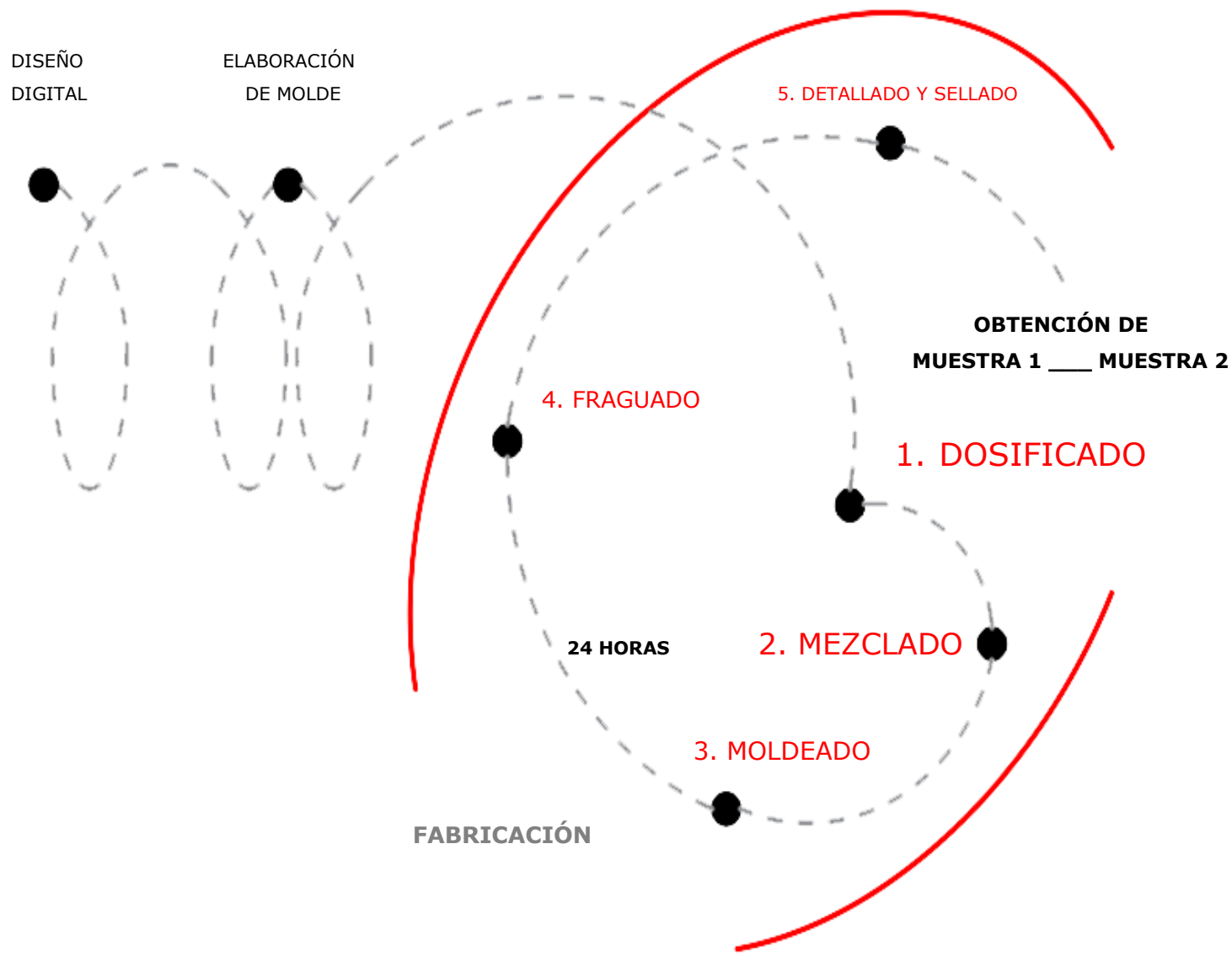


Diagrama 6. Diagrama de proceso / Diseño de mezclas_ 1er. Exploración.
Fuente: Elaboración propia a partir de la exploración realizada, Carmen Ramos, 2020.

5.1_ EXPERIMENTO_ MUESTRA 1

Objetivo del experimento:

Realizar una muestra a partir de la exploración material con cemento como aglutinante, en combinación con vidrio triturado color verde, como agregado grueso.

Para la elaboración de la primera muestra, se realizará una mezcla homogénea utilizando como agregado fino la marmolina, esto para favorecer el aspecto del vidrio una vez endurecida la muestra. La mezcla se colocará en el molde definido y una vez fraguada la pieza se procederá a detallarla con la finalidad de dejar el vidrio expuesto.

Materiales muestra no.1



Diagrama 7. Diagrama de proceso / Materiales Muestra no.1.

Fuente: Elaboración propia, a partir de la exploración realizada, Carmen Ramos, 2020.



Imagen 15. Muestra 1_Cemento blanco / Marmolina / Vidrio verde triturado.

Fuente: Fotografía. Carmen Ramos, 2020.

5.2_ EXPERIMENTO_ MUESTRA 2

Objetivo del experimento:

Realizar una muestra a partir de la exploración material con cemento como aglutinante, en combinación con vidrio triturado color claro como agregado grueso.

Para la elaboración se procederá a realizarlo de la misma manera que la muestra no.1, realizando una mezcla homogénea utilizando como agregado fino la marmolina, esto para favorecer el aspecto del vidrio una vez endurecida la muestra. La mezcla se colocará en el molde definido y una vez fraguada la pieza se procederá a detallarla para dejar expuesto el vidrio.

Materiales muestra no.2

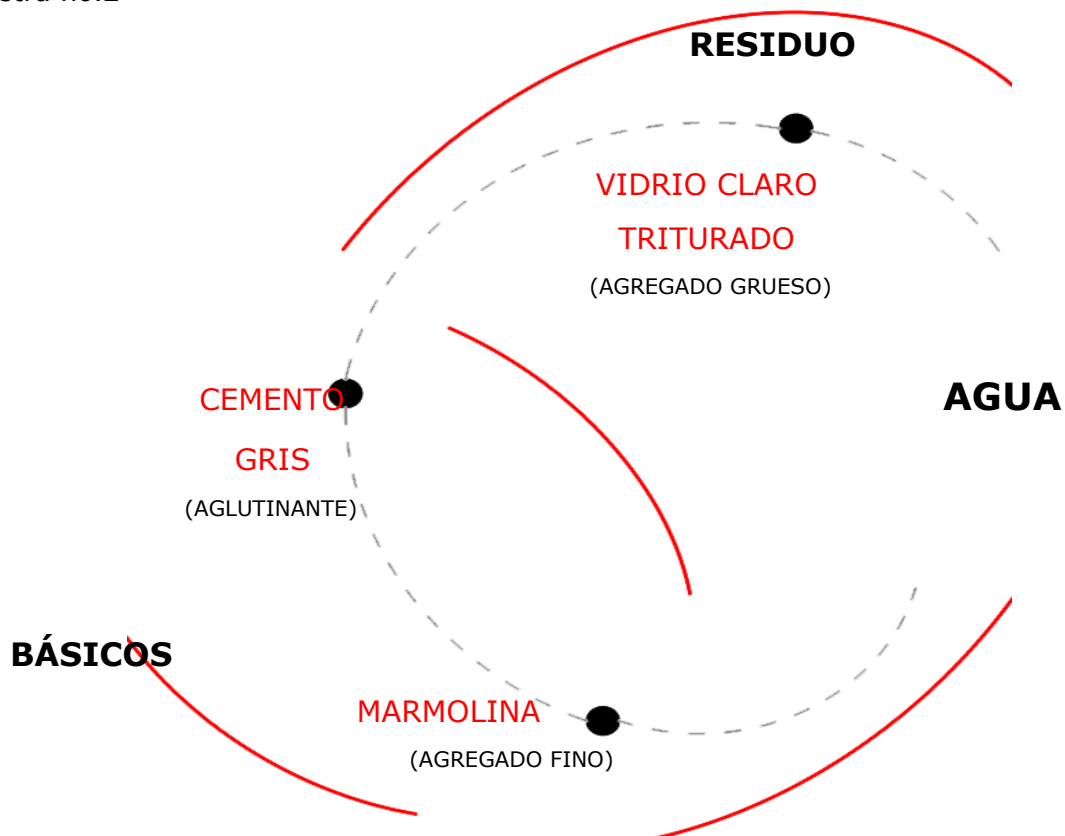


Diagrama 8. Diagrama de proceso / Materiales Muestra no.2.

Fuente: Elaboración propia, a partir de la exploración realizada, Carmen Ramos, 2020.



Imagen 16. Muestra 2_Cemento gris / Marmolina / Vidrio claro triturado.

Fuente: Fotografía. Carmen Ramos, 2020.

Las variables encontradas durante el proceso fueron las siguientes:

Diseño de mezcla: ➤ Se establecieron elementos diferentes a mezclar; color de vidrio y color de cemento, dando como resultado un color diferente en cada muestra. ➤ Factores variables: granulometría del vidrio.	DOSIFICADO
Mezclado: ➤ El mezclado en ambos casos fue manual.	MEZCLADO
Diseño del molde: ➤ El diseño del molde es igual para todos los muestreos. ➤ Tipo placa con medidas 0.10*0.10*0.02cms.	MOLDEADO O VERTIDO AL MOLDE
Fraguado: ➤ El fraguado fue de 24 horas para ambas muestras, siendo de manera natural a la intemperie. ➤ No se agregó ningún tipo de aditivos.	FRAGUADO
Detallado: ➤ El detallado fue realizado primeramente con pulidora y como acabado final se utilizó lija, para ambas muestras.	DETALLADO
Sellado: ➤ El sellado se realizó con resina en ambas muestras.	SELLADO

Cuadro 5. Variables encontradas durante la 1er. Iteración.
Fuente: Elaboración propia, a partir del proceso realizado. Carmen Ramos, 2020.

Teniendo como resultado las muestras del experimento 1 y 2, procedemos a redefinir el proceso, tomando como materia prima los residuos de las primeras muestras.

Estos residuos los obtendremos a partir de la demolición y trituración de la totalidad de ellas, esto nos servirá como sustento para ver si es posible reproducir una nueva muestra, insertando la totalidad del producto reciclado y así saber cuál es su comportamiento.

DIAGRAMA 2

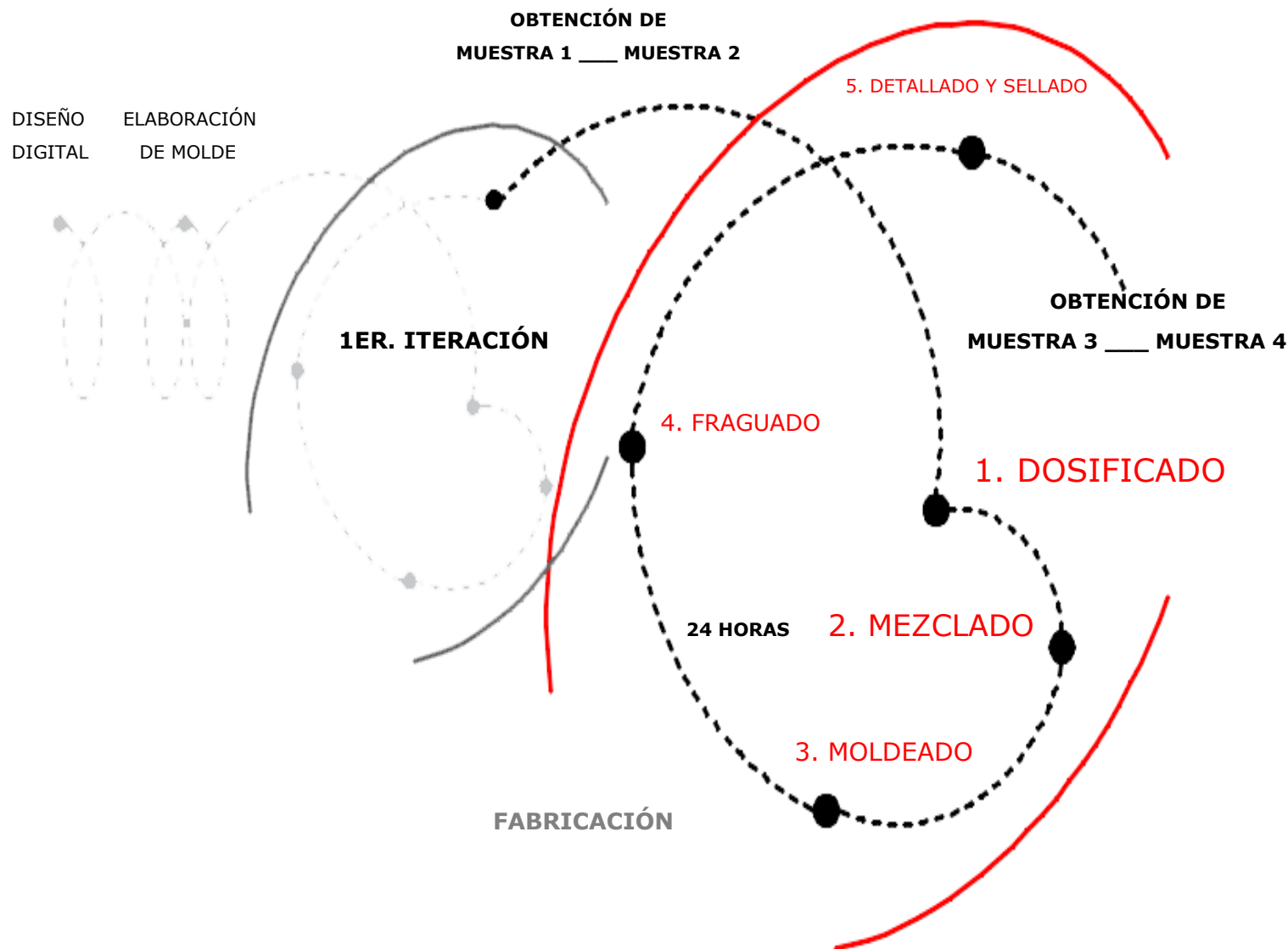


Diagrama 9. Diagrama de proceso / Diseño de mezclas_ 2da. Exploración.
Fuente: Elaboración propia a partir de la exploración realizada, Carmen Ramos, 2020.

5.3_ EXPERIMENTO_ MUESTRA 3

Objetivo del experimento:

Redefinir el proceso, haciendo una nueva muestra a partir de la reutilización de la totalidad de los residuos obtenidos de la muestra no.1.

Para la elaboración de esta muestra, se triturará la muestra no.1, la cual se utilizará para realizar la mezcla como agregado grueso, a su vez se le añadirá el cemento gris como aglutinante y posteriormente el agua. La mezcla se colocará en el molde definido y una vez fraguada la pieza se procederá a detallarla para dejar expuesto el vidrio.

Materiales muestra no.3

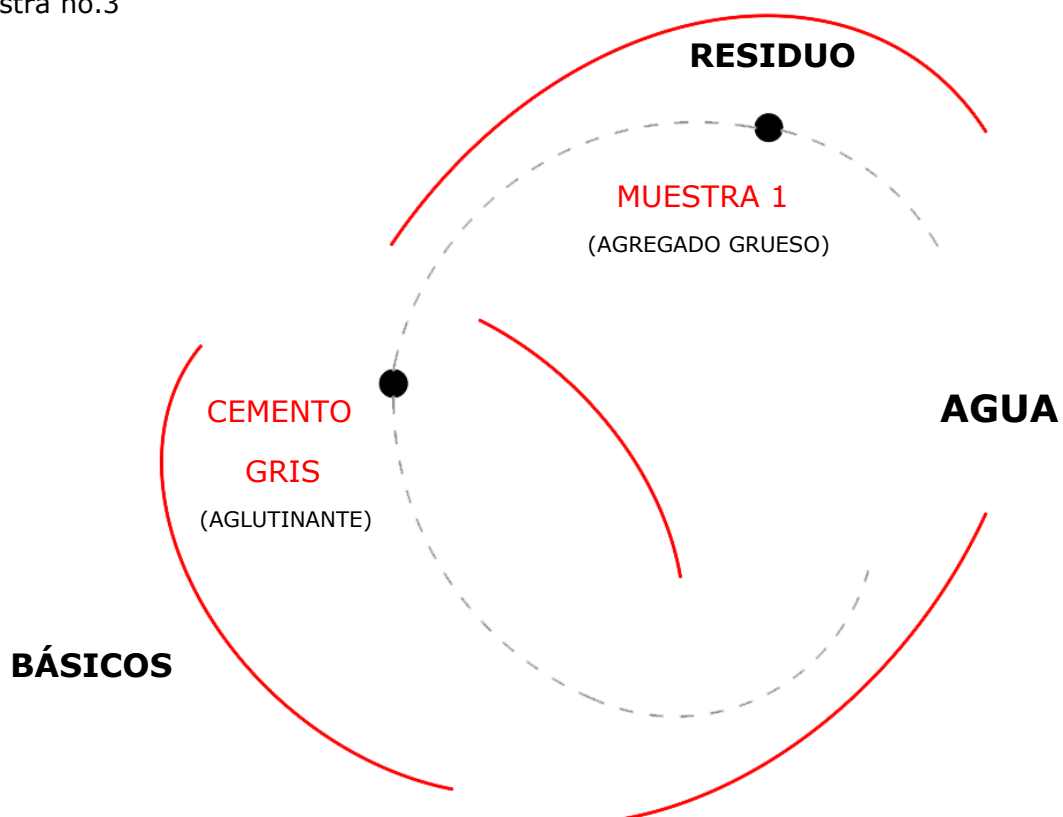


Diagrama 10. Diagrama de proceso / Materiales Muestra no.3.

Fuente: Elaboración propia, a partir de la exploración realizada, Carmen Ramos, 2020.



Imagen 17. Residuos triturados de la muestra no.1.

Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.

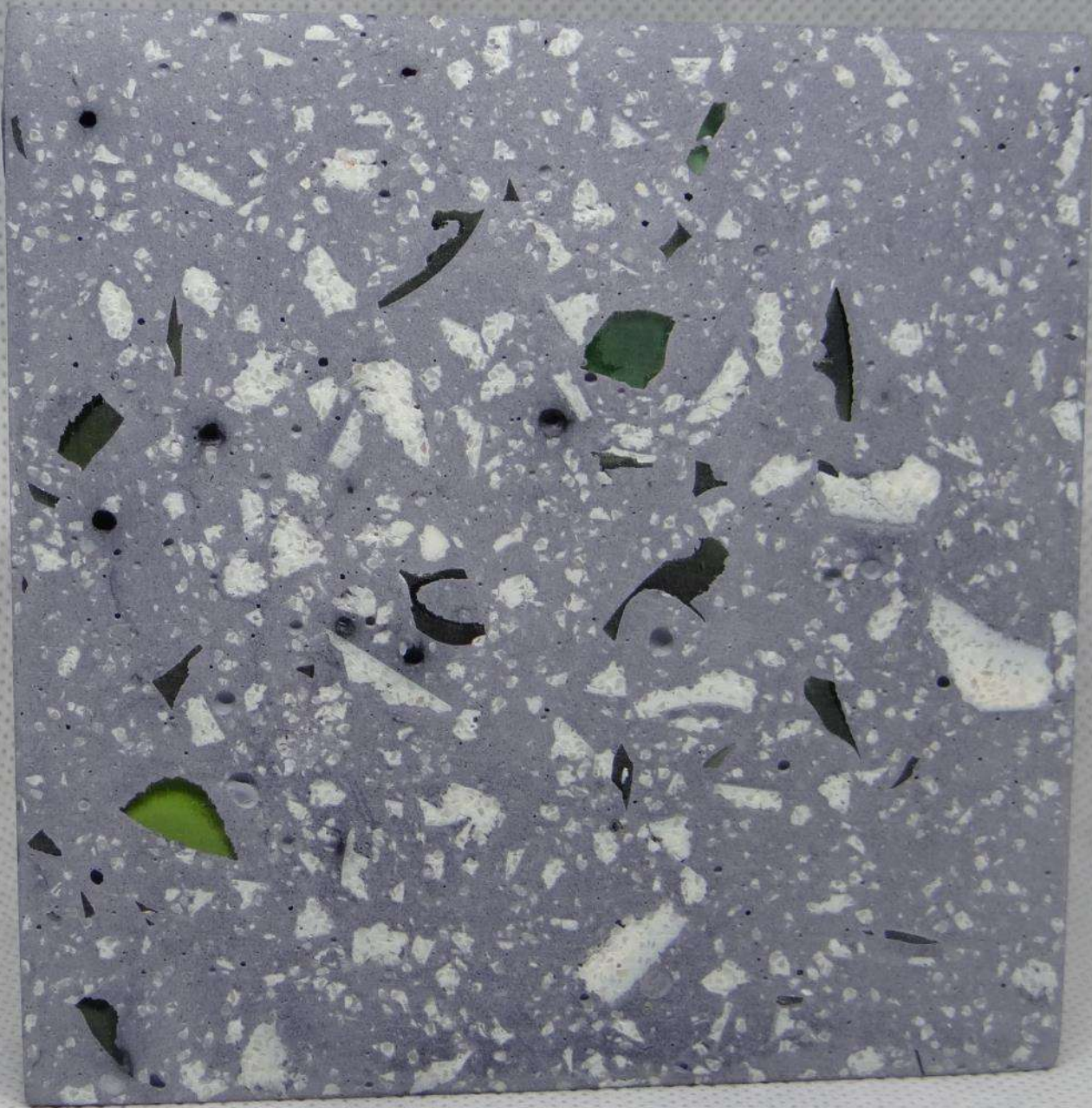


Imagen 18. Muestra 3_ Residuos triturados de la muestra no. 1 / Cemento gris.

Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.

5.4_ EXPERIMENTO_ MUESTRA 4

Objetivo del experimento:

Redefinir el proceso, haciendo una nueva muestra a partir de la reutilización de la totalidad de los residuos obtenidos de la muestra no.2.

Para la elaboración de esta muestra, se triturará la muestra no.2, la cual se utilizará para realizar la mezcla como agregado grueso, a su vez se le añadirá el cemento gris como aglutinante y posteriormente el agua. La mezcla se colocará en el molde definido y una vez fraguada la pieza se procederá a detallarla para dejar expuesto el vidrio.

Materiales muestra no.4

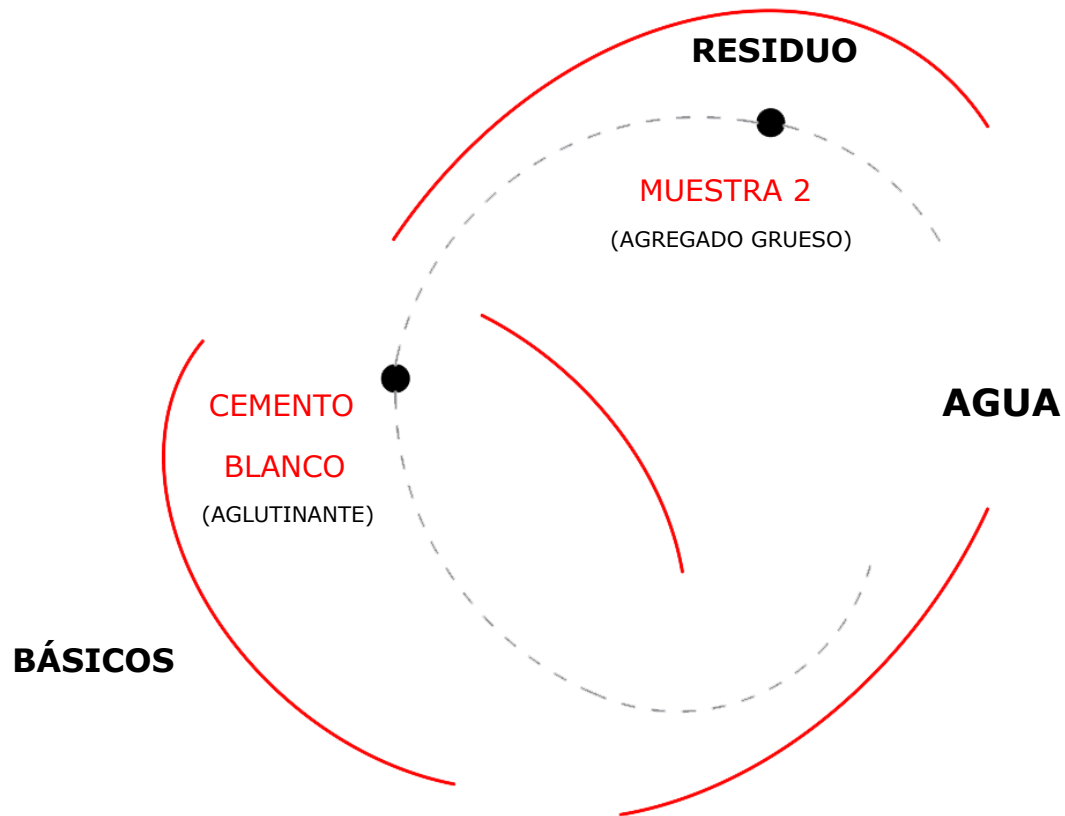


Diagrama 11. Diagrama de proceso / Materiales Muestra no.4.

Fuente: Elaboración propia, a partir de la exploración realizada, Carmen Ramos, 2020.

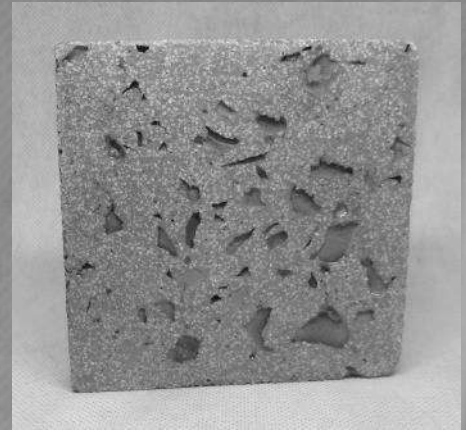


Imagen 19. Residuos triturados de la muestra no.2.

Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.

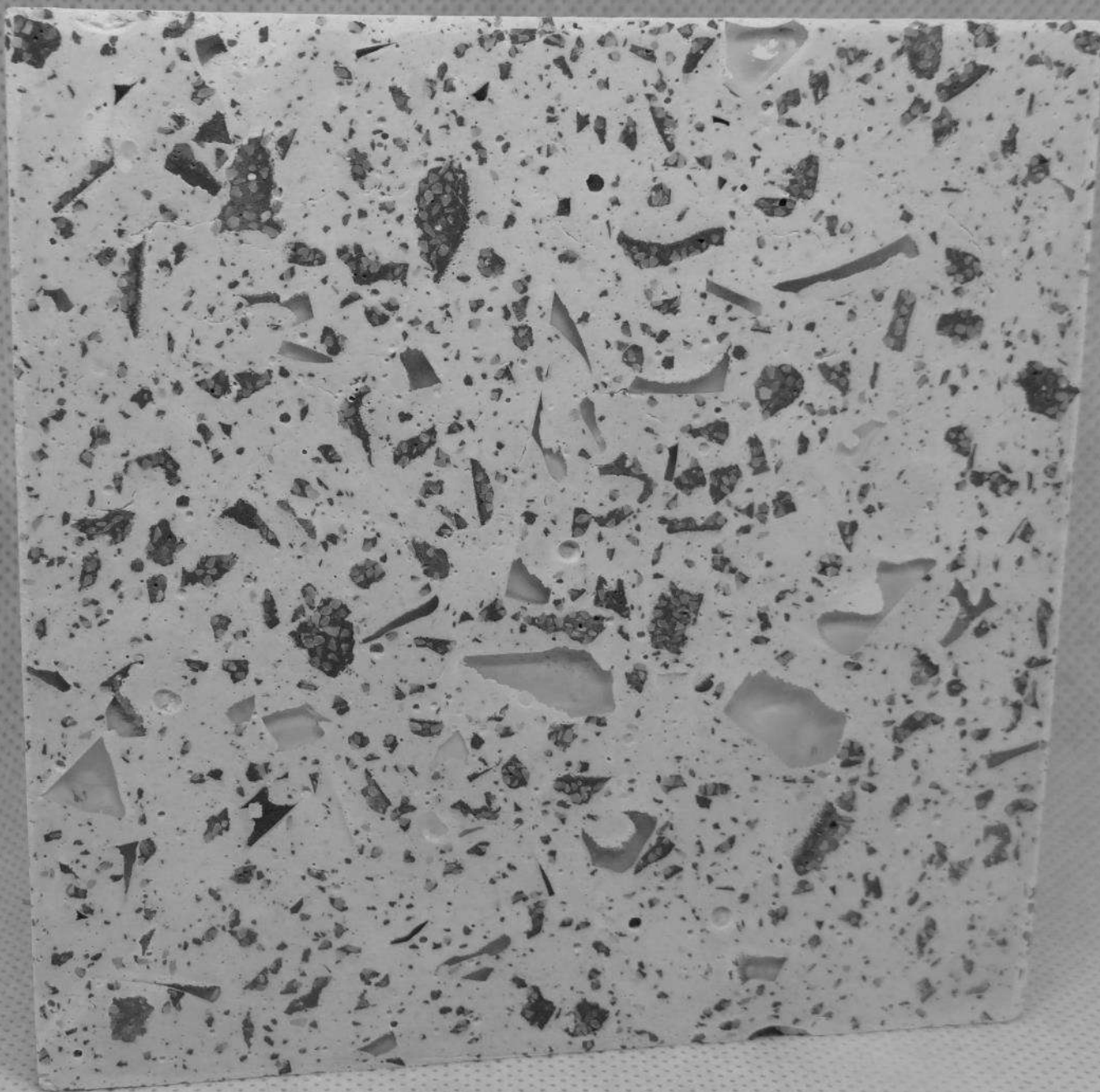


Imagen 20. Muestra 4_ Residuos triturados de la muestra no. 2 / Cemento blanco.

Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.

Las variables encontradas durante la 2da. Exploración fueron las siguientes:

Diseño de mezcla: ➤ Se redefinió la dosificación, estableciendo como agregado la totalidad de los residuos obtenidos de las muestras de la 1era. Iteración, así como el color del cemento para cada una, logrando como resultado un color diferente en cada muestra. ➤ Se dosifican únicamente los residuos, con el aglutinante y agua. Haciendo más rápido el proceso y gastando menos material.	DOSIFICADO
Mezclado: ➤ El mezclado en ambos casos continuó siendo manual.	MEZCLADO
Diseño del molde: ➤ El diseño del molde es igual para todos los muestreos. ➤ Tipo placa con medidas 0.10*0.10*0.02cms.	MOLDEADO O VERTIDO AL MOLDE
Fraguado: ➤ El fraguado fue de 24 horas para ambas muestras, siendo de manera natural a la intemperie. ➤ No se agregó ningún tipo de aditivos.	FRAGUADO
Detallado: ➤ El detallado fue realizado con pulidora y como acabado final se utilizó lija, para ambas muestras.	DETALLADO
Sellado: ➤ El sellado se realizó con resina en ambas muestras.	SELLADO

Cuadro 6. Variables encontradas durante la 2da. Iteración.
Fuente: Elaboración propia, a partir del proceso realizado. Carmen Ramos, 2020.

Como resultado de estas iteraciones, podemos concluir que es posible reutilizar la totalidad de los residuos, haciendo que el proceso de dosificación sea más rápido y de menor costo, ya que no influye el mismo gasto de material. Teniendo estos resultados, se prosigue a realizarles pruebas de compresión a las 4 muestras, esto nos permitirá conocer la capacidad que tiene el material para ser utilizado como elemento arquitectónico, y de esta manera obtener los supuestos para su implementación.

CAPITULO 6

ANÁLISIS Y RESULTADOS

6.1_ PRUEBAS DE LABORATORIO

Fueron sometidas a pruebas de compresión la Muestra No.2 de la 1er. Iteración y la Muestra No.3 de la 2da. Iteración, debido a que se tenía por objetivo conocer el comportamiento de las muestras, siendo una elaborada a partir de los residuos de la primera iteración.



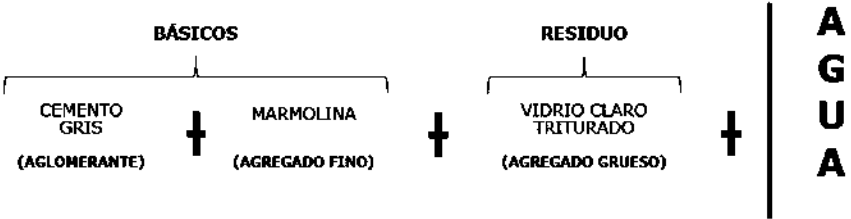
Imagen 21. Prueba de compresión a Muestra 1, 2, 3 y 4.

Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2021.

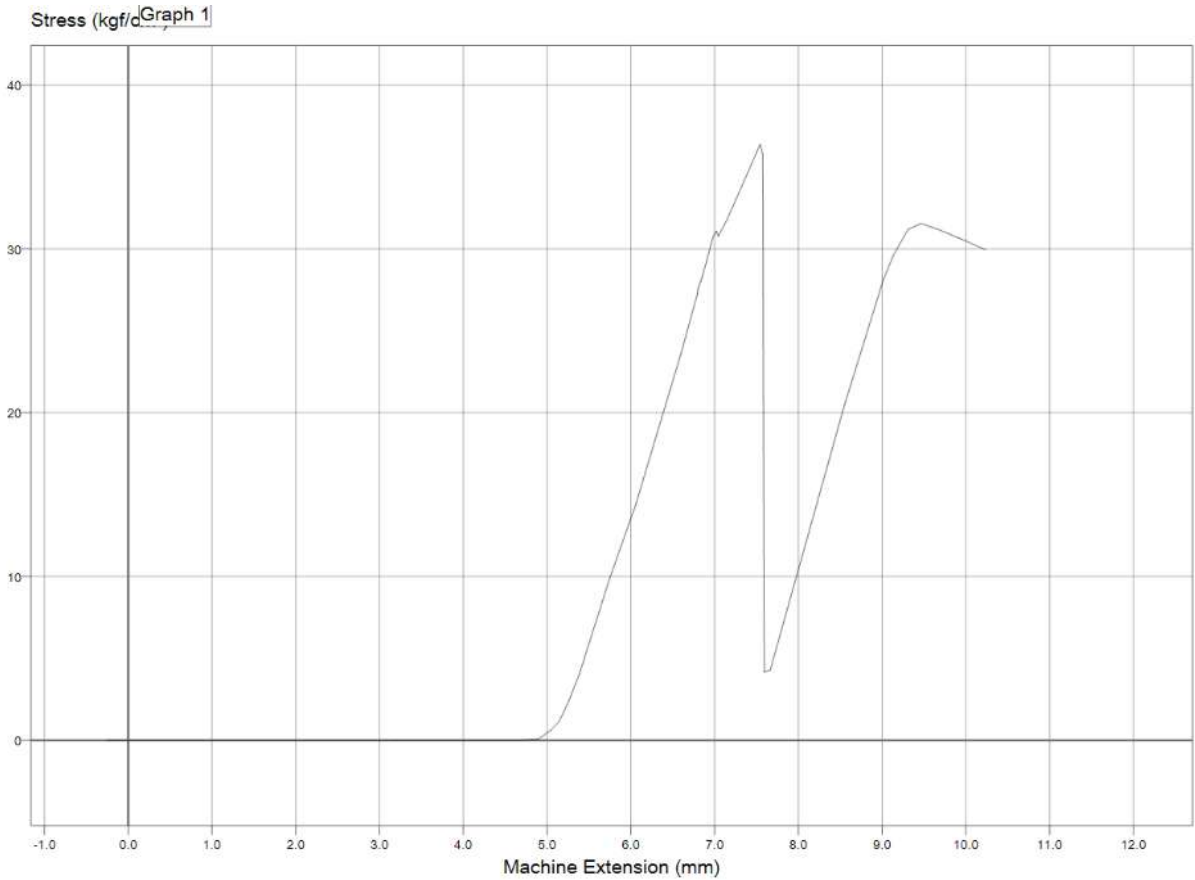
1ER. ITERACIÓN (GRÁFICA ANEXO 5)



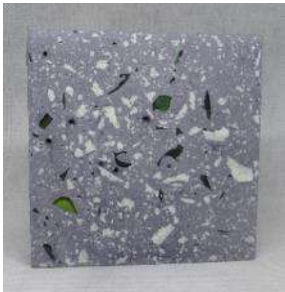
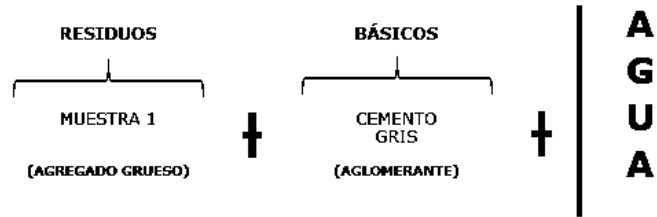
MUESTRA 1



MUESTRA 2



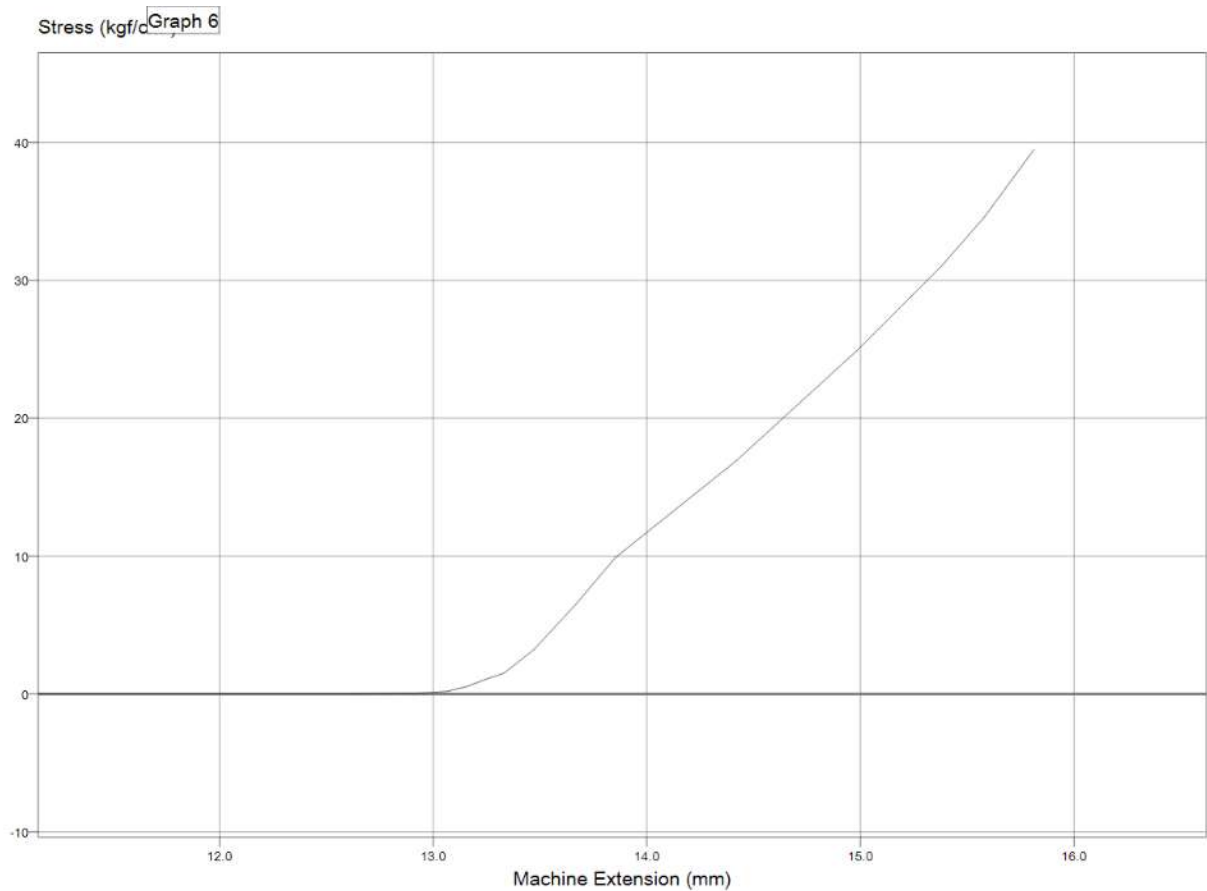
2DA. ITERACIÓN (GRÁFICA ANEXO 6)



MUESTRA 3



MUESTRA 4



Teniendo como sustento estas pruebas base, podemos corroborar que la resistencia a la compresión de la Muestra No.3 es mayor a la Muestra No.2. De esta manera podemos dar como cumplido el objetivo de que las muestras logran tener un mejor comportamiento a la compresión, siendo elaboradas a partir de residuos.

6.2_ ESQUEMA DE RESULTADOS

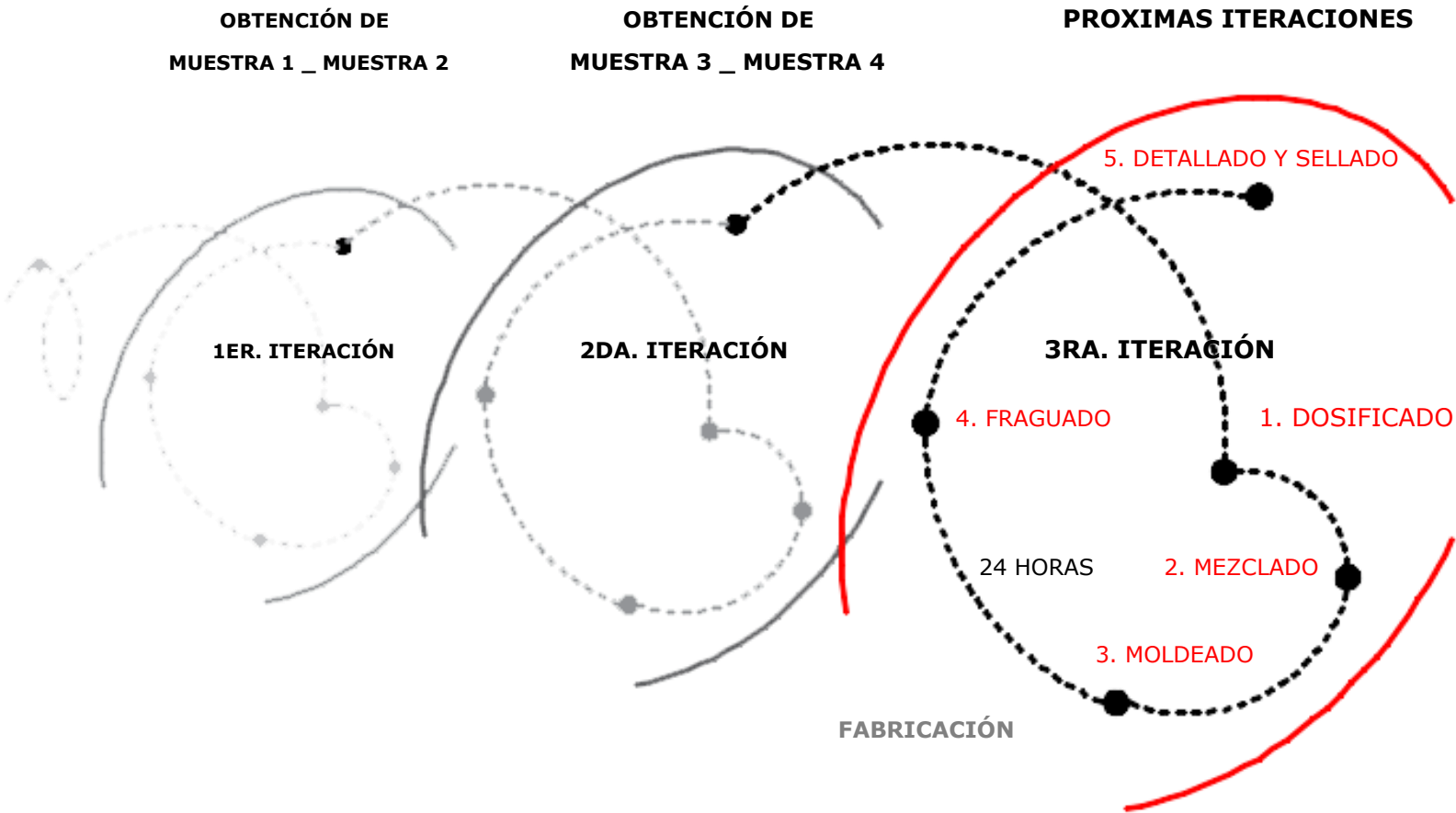


Diagrama 12. Esquema de resultados y supuestos para próximas iteraciones.

Fuente: Elaboración propia, Carmen Ramos, 2021.

Para unas próximas iteraciones es posible emplear un análisis más detallado en el dosificado, y la implementación de un método de pulido más riguroso para las piezas. También existe la posibilidad de agregar algún aditivo durante el dosificado para ver si la muestra logra obtener una mayor resistencia.

Partiendo del conocimiento material con el cual se realizaron las muestras, podemos comprender que los residuos del vidrio pueden ser reciclados en un 100% más de una vez; a su vez, si realizamos una adecuada mezcla podemos obtener que la marmolina, así como el cemento permiten realzar su naturaleza, haciendo que el producto resalte una vez detallada y pulida la pieza.

Como resultado de las primeras muestras, obtuvimos unas piezas simples, donde el vidrio forma parte del contraste, en cuanto al color que proporciona en su terminación. En la materialidad, la mezcla es homogénea llevando aglutinante como el cemento, el agregado fino utilizado fue la marmolina, ya que nos permitió jugar con el color del vidrio a utilizar.

Para la segunda exploración, el proceso se vuelve más sencillo, ya que primeramente tomamos la totalidad de los residuos de las primeras muestras, estos residuos los obtuvimos triturando las muestras, posteriormente la dosificación es menor, ya que únicamente agregamos el aglutinante y el agua para después mezclarla y vaciarla en el molde.

Como resultado de esta segunda exploración obtuvimos unas piezas más interesantes estéticamente, ya que el marmoleado que presentan conlleva más color.

Como conclusión, en un análisis de todo el proceso, son los materiales empleados en las mezclas los únicos que influyen directamente en cada parte del proceso, desde su dosificación, hasta el detallado y sellado de las piezas. Se lograron los objetivos deseados, ya que las muestras desarrolladas fueron realizadas en base a iteraciones cuyo objetivo era lograr una mejora en cada redefinición como se pudo observar en las pruebas. A su vez, es posible que las muestras puedan ser recicladas en su totalidad, ya que no se presenta ningún desperdicio una vez reciclada la pieza.

Aún existen múltiples opciones para continuar mejorando las muestras; indagar sobre una mejor proporción en la mezcla, un mayor tratamiento en el detallado, etc. Se anexan algunos supuestos donde pudieran ser insertadas las mezclas que se realizaron, no sin antes mencionar, que las variables empleadas tendrán que ser analizadas una vez manejando el material ahora en un formato de reproducción más grande.

Se deja este trabajo abierto a múltiples posibilidades.

6.3_ SUPUESTOS



Imagen 21. Supuesto 1_ Muestra No.3 propuesta como encimera de baño para recibir ovalines.
Elaboración: Gerardo A. Lozano Sarmiento, Carmen Ramos, 2020.



Imagen 22. Supuesto 2_ Muestra No.4 propuesta como encimera de baño para recibir ovalines.
Elaboración: Gerardo A. Lozano Sarmiento, Carmen Ramos, 2020.



Imagen 23. Supuesto 3_ Muestra No.4 propuesta como encimera de cocina.
Elaboración: Gerardo A. Lozano Sarmiento, Carmen Ramos, 2020.



Imagen 24. Supuesto 4_ Muestra No.3 propuesta como encimera de cocina.
Elaboración: Gerardo A. Lozano Sarmiento, Carmen Ramos, 2020.

BIBLIOGRAFIA

Mootee, I., *Design Thinking para la innovación estratégica*, Ed. Idea Couture, 2014.

Gouter, P., *The Blue Economy (La economía azul)*, Ed. Tusquets, 2013.

Packard, V., *The Waste Makers*, Ed. David Mckay, 1960.

Pentatonic. Fuente: <http://pentatonic.com>, 11/Enero/2021.

Agne Kucerenskaite Fuente: <https://www.agne-k.com>, 21/Diciembre /2020.

Koizumi Junichiro, *Las 3Rs, reduce, reusa y recicla*. Fuente: <http://sostenibilidad3rs.com>, 10/Noviembre/2020.

Rathje. Murphy C., *Cinco mitos principales sobre la basura, y porqué están equivocados*, Smithsonian Magazine, 1992. 113-122pp.

Bernache, G., *Cuando la basura nos alcance. El impacto de la degradación ambiental*, Ed. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social Hidalgo y Matamoros, 2006.

Hauff, V., *Informe Brundtland "Nuestro futuro común"*, Ed. Oxford University Press, 1987.

Costanza, R., Cumberland J., Daly H., Goodland R., Norgaard., *Introducción a la economía ecológica*, Ed. AENOR, Madrid, 1999.

McDonough W., Braungart M., *De la cuna a la cuna: Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*, Ed. McGraw-Hill, 2005.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), *Residuos Sólidos Urbanos (RSU)*
Internet: Recuperado de <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/residuos-solidos-urbanos-rsu>
diciembre 20, 2020.

Acurio, G., A. Rossin, P.F. Texeira y F. Zepeda., *Diagnóstico de la situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe.*, Ed. BID, Organización Panamericana. 1997.

Kaza, Silpa; Yao, Lisa C.; Bhada-Tata, Perinaz; Van Woerden, Frank., *What a Waste 2.0: una instantánea global de la gestión de residuos sólidos para 2050. Desarrollo Urbano.*, Ed. Banco Mundial.
Internet: Recuperado de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317> Licencia: CC BY 3.0 IGO ".
Noviembre 24, 2020.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México.*, Ed. 2017. SEMARNAT, México.

Castells, E., *Clasificación y gestión de residuos.*, Ed. Colección monografías. España. Editorial Diaz de Santos.

McDonough W., Braungart M., *The Upcycle: Beyond Sustainability Designing for Abundance.*, Ed. New York, North Point Press. 2013.

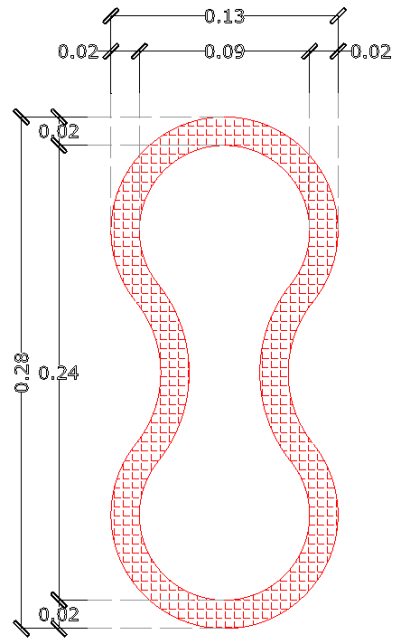
INECC, Semarnat. *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos.* INECC, Semarnat. México. 2018.

DOF. *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.* DOF. México. 2018 (8 de octubre).

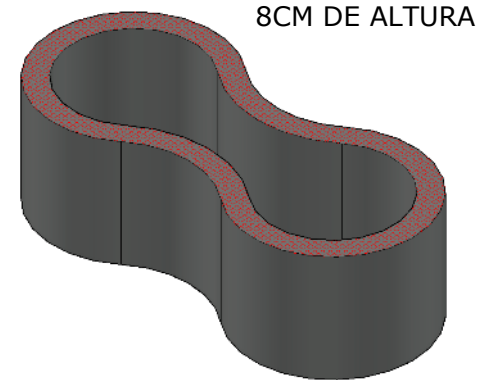
Banco Mundial, *What a Waste 2.0., Los desechos 2.0: Un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050 (bancomundial.org)*, <http://bancomundial.org>, Noviembre 24, 2020.

ANEXOS

DISEÑO DE PROTOTIPO _ **PROTOTIPO 1**

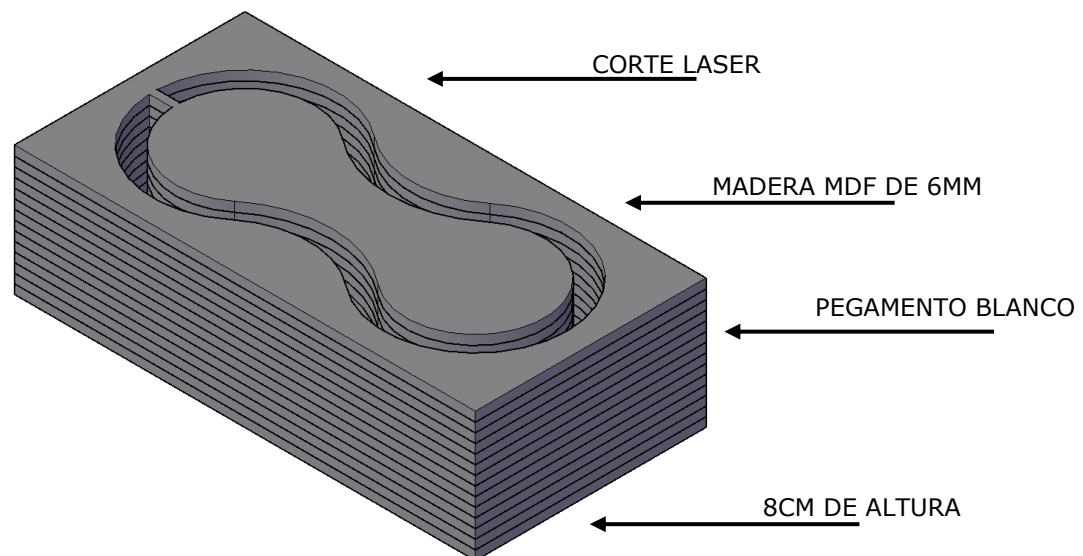


PLANTA



ISOMÉTRICO

DISEÑO DE MOLDE _ **PROTOTIPO 1**

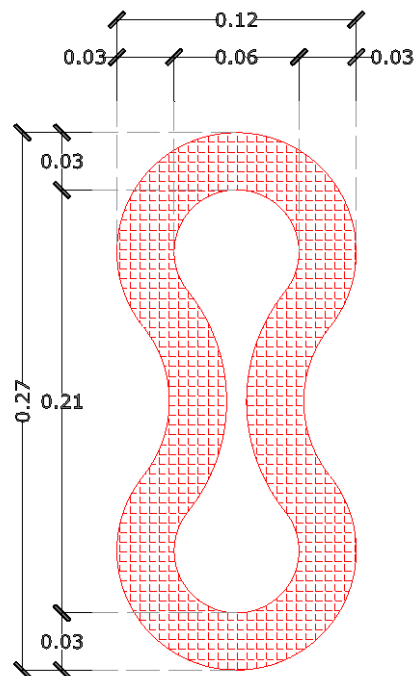




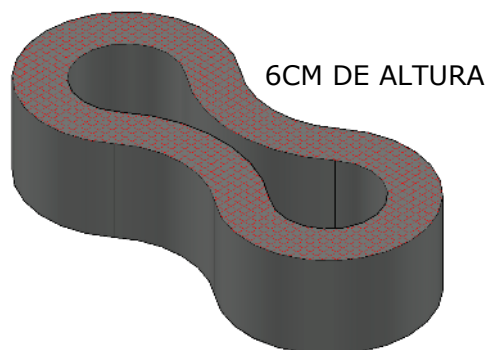
Molde prototipo 1, 1er. Exploración.
Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.

DISEÑO DE PROTOTIPO _ **PROTOTIPO 2**

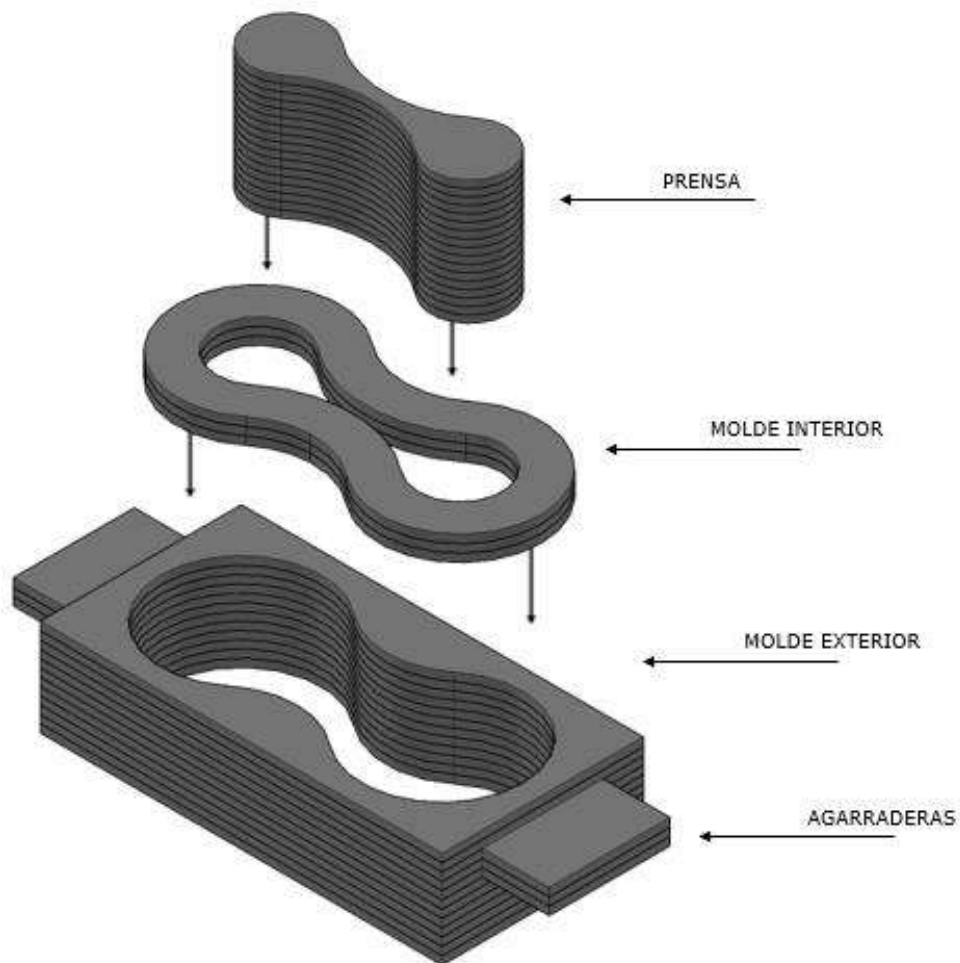
DISEÑO DE MOLDE _ **PROTOTIPO 2**



ISOMÉTRICO



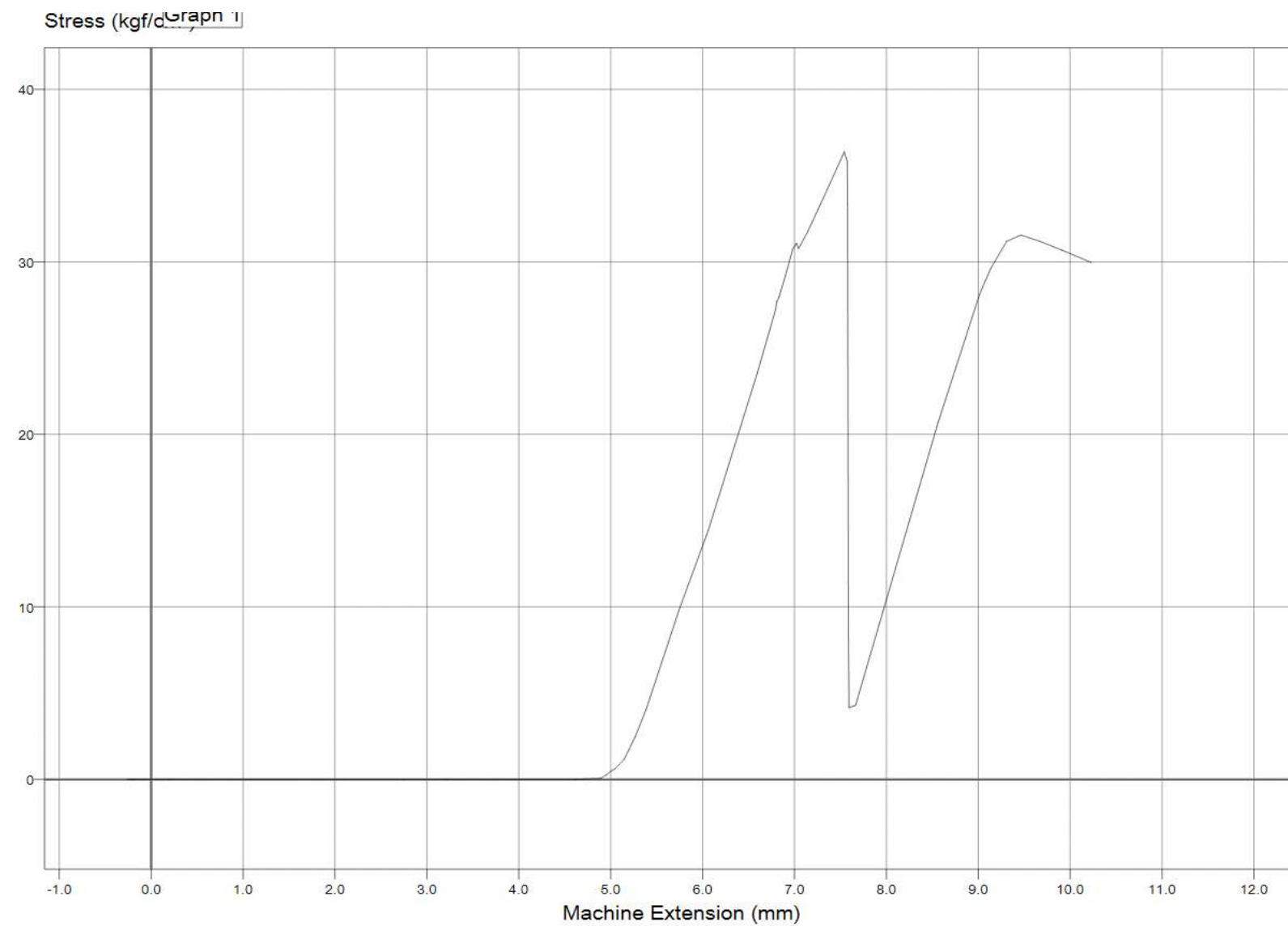
PLANTA

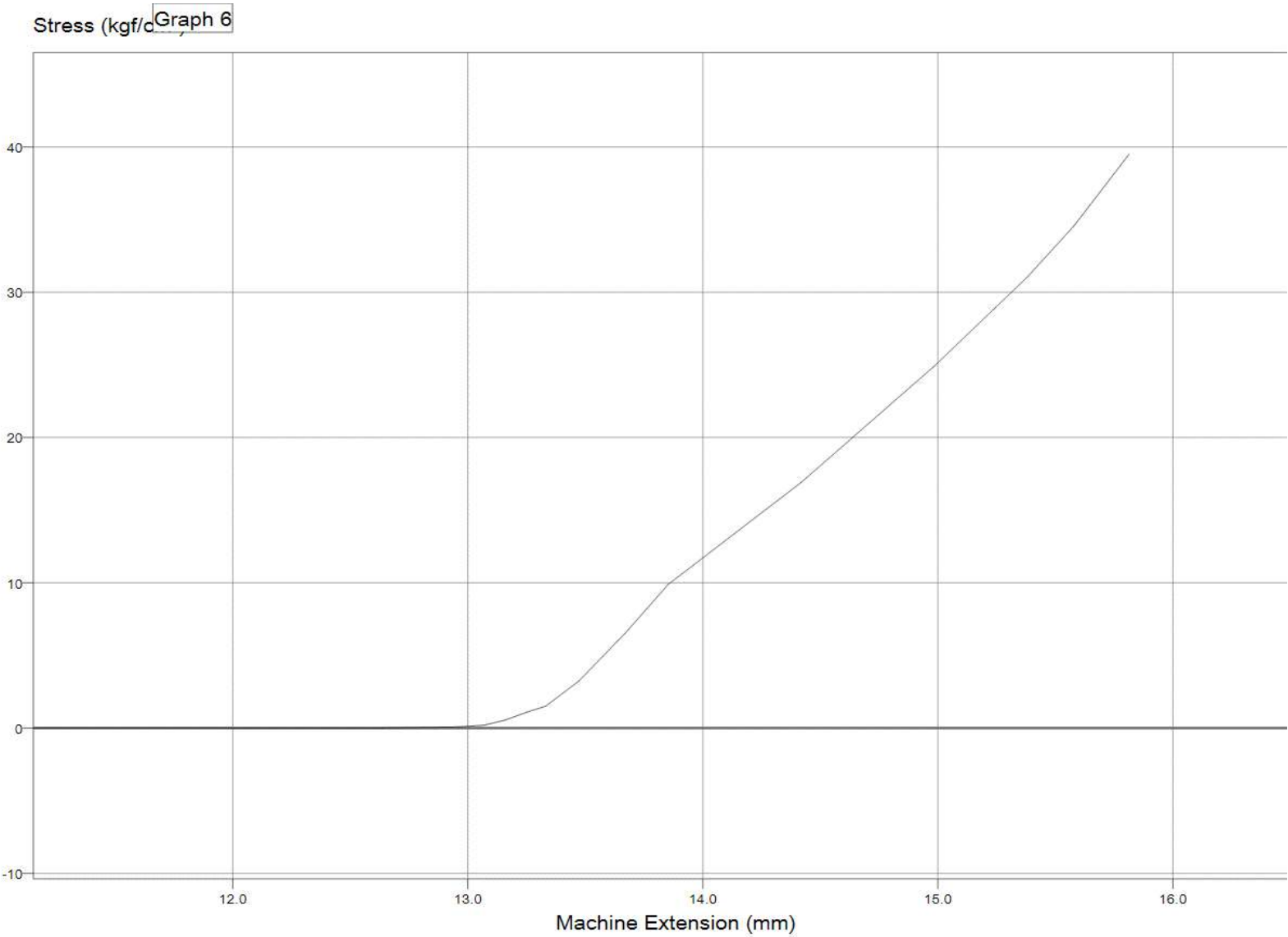




Molde prototipo 2, 2da. Exploración.

Fuente: Fotografía, Carmen Ramos, 2020.





EXPLORACIÓN MATERIAL EN CONCRETO EMPLEANDO VIDRIO TRITURADO COMO AGREGADO

