

CAPÍTULO I.

1 MARCO TEÓRICO GENERAL

1.1 Tipo de Enfoque del Proyecto de Investigación

La investigación cuantitativa: estudia mediciones numéricas, parámetros (medición) estadísticas, medición de la observación, estudio de las variables obtenidas en el proceso.

La investigación cualitativa

Describe cada uno de los fenómenos, obtiene datos a través de encuestas, entrevistas, características, interpretaciones y sus repercusiones.

El enfoque mixto: es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema (Teddlie y Tashakkori, 2003; Creswell, 2005; Mertens, 2005; Williams, Unrau y Grinnell, 2005). Se usan métodos de los enfoques cuantitativo y cualitativo y pueden involucrar la conversión de datos cuantitativos en cualitativos y viceversa (Mertens, 2005). Asimismo, el enfoque mixto puede utilizar los dos enfoques para responder distintas preguntas de investigación de un planteamiento del problema

Enfoque cualitativo: Utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación.

Enfoque cuantitativo: Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. (Sampieri, 2010)

El presente proyecto de investigación utilizará un enfoque mixto obteniendo resultados:

Cualitativos en donde se logrará determinar en todo el proceso las características y variables como ser el grado de resistencia y permeabilidad.

Cuantitativa como ser mediciones numéricas de todo el comportamiento del material y parámetros lo cual generará estadísticas, repercusiones teniendo como resultado el estudio integral el cual nos permitirá estructurar la investigación.

1.2. Introducción

Uno de los problemas que más impacta a nivel global es la excesiva contaminación por residuos existentes en los que sobresale la contaminación del plástico; el cual desde hace muchos años es utilizado y genera uno de los principales contaminantes en el mundo, por el consumo en gran magnitud en la vida cotidiana.

La contaminación plástica en Bolivia es un problema latente y se estima que al menos 142.699 toneladas de este material son desechadas anualmente. De esta cantidad, alrededor del 5% termina en botaderos a cielo abierto o cuerpos de agua, contaminando la naturaleza y afectando los ecosistemas.

En Tarija la contaminación que más preocupa a los habitantes de la ciudad es la contaminación relacionada con las propias fuentes de agua, que guarda mucha relación con el río Guadalquivir, además de la atmosférica y del aire. Provocados especialmente por desechos plásticos, los gases generados por los vehículos y los desechos humanos. (U.P.D.S., 2022)

Estudio Sobre El Medio Ambiente Y La Contaminación En La Ciudad De Tarija – U.P.D.S.

Las construcciones en la ciudad de Tarija no dejan de ser nocivas y no dejan de ser un impacto negativo, normalmente son elaboradas con ladrillo de 6 huecos donde para su

elaboración degradan el medio ambiente ya que para su cocción de los ladrillos tradicionales requiere de su cocción afectando a tala de árboles, degradando bosques y áreas verdes naturales.

Actualmente el plástico invade en las áreas verdes de la región de Tarija, generando la contaminación visual en la naturaleza afectando los ecosistemas.

La contaminación visual en la ciudad de Tarija generada por residuos más propiamente por el plástico degrada el medio ambiente no solo visualmente sino también afecta físicamente como psicológicamente a la salud de las personas.

Las construcciones sostenibles buscan implementar nuevas técnicas de construcción como así de materiales de construcción ecológicos y sostenible que ayudan a reducir el impacto negativo en el medio ambiente.

Por lo que con el presente proyecto de investigación “ELABORACION DE LADRILLOS ECOLÓGICOS MEDIANTE EL RECICLADO DE PLÁSTICOS PET Y LDPE PARA LA CIUDAD DE TARIJA”, se pretende generar una nueva alternativa de construcción aportando al medio ambiente minimizando el impacto ambiental.

En Bolivia existen cada vez más construcciones que buscan generar el mínimo impacto en el medio ambiente ya que se están haciendo construcciones más amigables con el medio ambiente como ser:

En Santa Cruz: El complejo Alicanto, Samaipata vivienda ecológica “off-grid”

En La Paz: El Alto, Lorenzo Condori diseña y fabrica prensas manuales que pueden producir hasta 750 ladrillos ecológicos por día; las Factory Blocks son máquinas que aprovechan el material reciclado y cuidan el medio ambiente.

En Tarija: Los artífices de la construcción sostenible son los comunarios de San Jacinto Norte con la casa tipo “nave tierra” en Tarija.

1.3. Planteamiento Del Problema

La acumulación de residuos sólidos inorgánicos, principalmente los plásticos de uso masivo debido a que no existe un adecuado manejo de los mismos, a pesar que existen recicladoras que se encargan de darle un determinado proceso de reciclaje y re utilización, esto no es suficiente para combatir los daños causados al ambiente, porque la mayoría de los plásticos van a parar a los botaderos de basura, ríos y quebradas.

La falta de innovación tecnológica utilizando materiales de construcción que permita incursionar y generar alternativas que aporten con brindar un uso a la cantidad de desechos plásticos.

Alto consumo de energía no renovable para su elaboración de los materiales constructivos locales tradicionales como por ejemplo del ladrillo para su elaboración requiere de mucho carbón para su cocción, dando lugar a impactos ambientales negativos.

La ciudad de Tarija, sus calles, edificios y servicios tienen mucho que ver con nuestra salud, la contaminación del aire que respiramos, el exceso de ruido ambiental, la contaminación lumínica, la contaminación visual, la falta de zonas verdes cercanas a la vivienda y muchos otros factores afectan física y psicológicamente.

El sistema constructivo tradicional es otro de los factores que más generan enfermedades nocivas en la población debido a los elementos reactivos y tóxicos que contienen en sus materiales o elementos de construcción afectando de sobremanera la salud de las personas.

Falta de una reactivación económica, falta de fuentes de empleo para incentivar a la población a que sus desechos plásticos pueden tener valor en cuanto a costo y un destino útil.

La falta de conocimiento, investigaciones y políticas en la incursión de nuevos materiales constructivos ecológicos más amigables con el medio ambiente, da lugar al desaprovechamiento de la reutilización de materiales reciclables, que pueden ser utilizados para la elaboración de ladrillos ecológicos con la reutilización de los plásticos, con una visión ecológica proporcionando un destino útil a los mismos.

Falta de la incursión y utilización de nuevos elementos constructivos que tengan como base en su elaboración plásticos para reducir el porcentaje de plásticos en los residuos sólidos.

Falta de Alternativas de materiales constructivos para generar un confort térmico sin necesidad de requerir aparatos que requieren de energía.

1.3.1. Desventajas Del Material

- **Depende de recursos no renovables**

La mayoría de los plásticos se fabrican a partir de derivados del petróleo y el gas natural, recursos no renovables que se están agotando. La dependencia de estos insumos no es sostenible a largo plazo, por lo que se necesitan alternativas más ecológicas.

La producción global de plásticos depende en un 99% de los combustibles fósiles como materia prima. El plástico consume alrededor del 8% de la producción mundial de petróleo. El agotamiento de yacimientos obligará a buscar nuevos materiales sustitutos del plástico basados en recursos renovables.

- **Utiliza aditivos tóxicos**

Algunos plásticos contienen aditivos tóxicos como los retardantes de llama bromados, que pueden filtrarse al medioambiente y causar daños a la salud. Esto es motivo de preocupación y ha impulsado la búsqueda de plásticos más seguros.

Sustancias como los ftalatos y BPA se usan como aditivos en muchos plásticos para darles una mayor flexibilidad o resistencia al calor. Pero estas sustancias actúan como disruptores endocrinos que causan daños en el sistema reproductivo y el desarrollo infantil. Urge reemplazar estos aditivos por alternativas inocuas.

- **Difícil de reciclar**

Aunque el reciclaje de plásticos es posible, existen varios desafíos. Hay muchos tipos distintos de plásticos que dificultan su separación y procesamiento. Además, los plásticos sucios o mezclados generan materiales de baja calidad tras el reciclaje.

Existen más de 10 tipos de plástico con composiciones químicas muy variadas. Separar y clasificar estos plásticos para su reciclado es costoso y complejo. Además, los plásticos contaminados con restos de comida u otros materiales son difíciles de reciclar en productos de alta calidad. Los tipos 3,6,7 son los que no resisten a altas temperaturas de calor por lo que más fácilmente desprende sustancias tóxicas para la salud.

- **Uso excesivo de plásticos desechables.**

El uso generalizado de plásticos desechables como bolsas, envases, cubiertos y vasos de un solo uso está generando enormes volúmenes de residuos. Esto podría evitarse reduciendo el consumo de artículos plásticos que se usan pocas veces antes de tirarse.

Millones de toneladas de plástico terminan en vertederos cada año producto del consumo masivo de empaques, botellas, cubiertos y bolsas desechables.

Gran parte de estos artículos plásticos tienen una vida útil de minutos u horas antes de convertirse en basura. Reducir el uso de plásticos “de usar y tirar” es fundamental.

(Agency, 2024).

1.4. Justificación

Con el presente proyecto de investigación “Elaboración De Ladrillos Ecológicos Mediante El Reciclado De Plásticos PET y LDPE Para La Ciudad De Tarija, se logrará una innovación tecnológica.

El proyecto de investigación es una respuesta a la problemática ambiental de los residuos plásticos y la carencia del conocimiento en la elaboración de los ladrillos ecológicos mediante la reutilización, proyectando así una visión de nuevas alternativas de elementos constructivos ecológicos, que puedan volverse proyectos sostenibles.

Con el proyecto se logrará reducir el impacto ambiental elaborando ladrillos ecológicos con la reutilización de los plásticos, con una visión ecológica proporcionando un destino útil a los plásticos.

El presente proyecto de investigación contribuirá en fortalecer los conocimientos en nuevas alternativas en cuanto a materiales de construcción ecológicos, considerando que se tiene escasez de conocimientos adecuados de la elaboración de elementos constructivos ecológicos en la región de Tarija.

Esta investigación propone una opción para elaborar ladrillos ecológicos mediante el uso de plásticos usados, en combinación con materiales locales de uso común; para que los

mismos puedan ser utilizados como elementos de mampostería en la construcción de viviendas.

La importancia de re utilizar plásticos que son desechados, ayudará a reducir la contaminación y el impacto ambiental que producen los plásticos.

Minimizar la contaminación del plástico mediante la recolección de los mismos, generando la reutilización para generar ladrillos ecológicos sostenibles.

La elaboración de ladrillos ecológicos, conlleva a una visión ecológica proporcionando un destino útil a los plásticos, reduciendo de manera considerable el consumo de energía al no requerir su cocción.

Se genera una reactivación económica mediante la recolección de los plásticos, generando empleo tanto para su recolección de los plásticos como también para su elaboración de los ladrillos ecológicos.

1.5. Pregunta Científica Generadora

¿Es posible reducir el impacto ambiental negativo mediante la elaboración de ladrillos ecológicos a partir del reciclaje de plásticos PET y LDPE en la ciudad de Tarija?

1.6. Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Elaborar Ladrillos Ecológicos Sostenibles Mediante el Reciclado De Plásticos PET Y LDPE Para La Ciudad De Tarija proponiendo una nueva alternativa de un material constructivo que permita reducir los impactos negativos al medio ambiente, contribuyendo a la preservación de ecosistemas.

1.6.2. Objetivos Específicos:

- Comprobar si la elaboración de ladrillos ecológicos a partir del reciclaje de plásticos PET y LDPE logra minimizar los efectos negativos de la contaminación en los ecosistemas y en el medio ambiente, contribuyendo a la reducción de residuos plásticos y a la preservación del entorno natural.
- Analizar el comportamiento de la inclusión de plásticos PET y LDPE en la producción de ladrillos ecológicos.
- Conocer las propiedades del material para considerar o no una alternativa sostenible y de calidad para la construcción.

1.7. Hipótesis

Con el presente proyecto de investigación La elaboración de ladrillos ecológicos a partir del reciclaje de plásticos PET y LDPE, permitirá reducir los impactos negativos de la contaminación por plástico en la ciudad de Tarija, generando una nueva alternativa constructiva, que minimice la contaminación de los ecosistemas y el medio ambiente, reduciendo la huella de carbono y contribuyendo a mitigar el cambio climático actual, impulsando el desarrollo económico mediante la creación de nuevas fuentes de empleo, mejorando la calidad de vida de la población.

CAPÍTULO II.

2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. Conceptualización del Tema

2.1.1 Ladrillos Ecológicos

Son ladrillos producidos mediante formas de fabricación más respetuosas con el medioambiente que los ladrillos convencionales. Y esto implicaría emplear tanto materiales más sostenibles o no tan contaminantes, como procesos de elaboración que consuman menos recursos naturales y que conlleven una emisión de gases de efecto invernadero y CO₂ más reducida.

2.1.1.1 Propiedades Técnicas Del Ladrillo Ecológico

- ✓ El aislamiento acústico permite disipar el ruido proveniente del exterior y que así, apenas sea percibido o hasta incluso dejar de hacerlo. Del mismo modo también es útil para que el ruido o los sonidos generados en el interior, no salgan con la misma intensidad hacia afuera o se disipen por completo.
- ✓ El aislamiento térmico es la capacidad de controlar la transmisión de calor de un espacio climatizado hacia el exterior o hacia otros espacios. Para ello, es necesario materiales y técnicas de aislamiento térmico que se aplican sobre los elementos de una construcción.
- ✓ Impermeable es la dificultad que presenta un elemento o material para ser atravesado por un fluido, bien sea líquido vapor o gas. Por tanto, los factores de los que depende dicha impermeabilidad son el volumen, la distribución y el tamaño e interconexión de sus poros no permite el paso del agua. Por ejemplo, el vidrio, la cerámica, el metal, el plástico.

- ✓ La resistencia al fuego es una característica de los materiales estructurales, que viene determinada por la capacidad de un producto para mantener sus propiedades bajo la incidencia del fuego durante una franja de tiempo limitado, y se determina bajo diferentes criterios de rendimiento.

2.1.2 Reciclado de Plásticos

El reciclaje de plástico se refiere al proceso de recuperación de desechos o desperdicios de plástico y al procesamiento de materiales en productos funcionales y útiles. El objetivo de esta actividad es reducir las altas tasas de contaminación plástica y, al mismo tiempo, poner menos presión sobre los materiales vírgenes para producir nuevos productos plásticos. Además, ayuda a conservar los recursos y desvía los plásticos de los vertederos o destinos no deseados, como los océanos.

Figura 1

Reciclaje de Plásticos



Tomada de “Reciclaje de Plásticos” [Imagen] Etransresol, 2024, <https://etransresol.com/images/blog/lavado-y-picado-de-plastico-pet-polipropileno-hdpe-proceso-de-reciclaje-de-botellas-etrasresol-blog.jpg>

2.1.3. Impacto ambiental

El impacto ambiental es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada. Es decir, en términos simples el impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. Es el resultado de una actividad humana que genera un efecto sobre el medio ambiente que supone una ruptura del equilibrio ambiental. (RSyS, 2022)

Figura 2

Impacto Ambiental



Tomada de "Impacto Ambiental" [Imagen]
Responsabilidad Social, 2022,
<https://responsabilidadsocial.net/wp-content/uploads/2022/02/impacto-ambiental-que-es-definicion-tipos-causas-medicion-y-ejemplo.jpg>

2.1.4. Innovación tecnológica

Es el cambio a nivel técnico o científico que se realiza en el bien o servicio que ofrece una empresa y en los sistemas y procesos que tienen lugar en la misma. Su finalidad es trascender, evolucionar o alcanzar mayor competitividad y mejores resultados en el mercado en el que se encuentra esa empresa u organización. (Institute, 2022)

Figura 3

Innovación Tecnológica



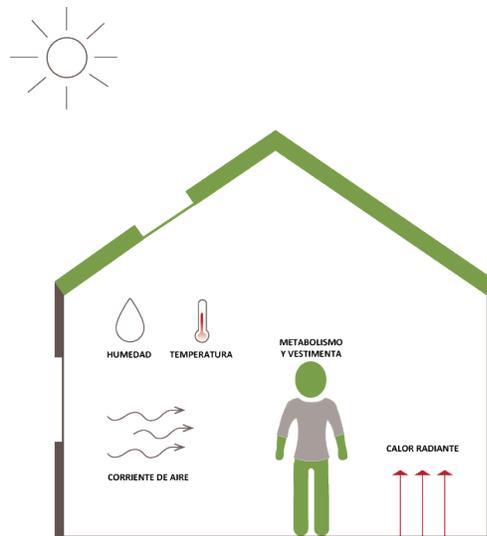
Tomada de “Innovación Tecnológica” [Imagen] E&T, 2019,
<https://constructivo.com/imgPosts/1547940754IXjvVZeN.jpg>

2.1.5. Confort Térmico

El concepto de confort térmico en la arquitectura es cuando se logra una situación de bienestar, salud y comodidad en la que, dentro del ambiente, no existe ninguna distracción o molestia que perturbe física o mentalmente a las personas, sirve para la creación de sistemas de construcción que puedan adaptarse al entorno local y las funciones del espacio.

Figura 4

Confort Térmico



Tomada de “Innovación Tecnológica”
[Imagen], Consultoría Cero, 2024,

[https://zeroconsulting.com/hubfs/Contenidos%20web/Imagenes/b_thermal_comfort_factors\(1\).png](https://zeroconsulting.com/hubfs/Contenidos%20web/Imagenes/b_thermal_comfort_factors(1).png)

2.1.5. Arquitectura Sostenible

La arquitectura sostenible busca reducir estas emisiones y el impacto ambiental de los edificios mediante el uso de materiales de bajo impacto, la eficiencia energética y la conservación de los entornos naturales y urbanos existentes.

La Arquitectura Sostenible puede ayudar a las ciudades a adaptarse a las condiciones climáticas extremas y a ser más resilientes frente al cambio climático.

Figura 5*Arquitectura Sostenible*

Tomada de "Arquitectura Sustentable" [Imagen], Israel Vázquez, 2022, <https://econova-institute.com/wp-content/uploads/2021/05/casa-bioclimatica-1024x768.jpg>

2.1.6. Construcciones Sostenibles

Se consideran construcciones civiles diseñadas y construidas de manera segura, que incorporan componentes y materiales con bajos niveles de energía, materiales reciclables y renovables, hacen uso eficiente de la energía y el recurso hídrico.

Figura 6*Construcciones Sostenibles*

Tomada de “Construcciones Sostenibles”
[Imagen], Ekos Construcción, 2023,

<https://ekosnegocios.com/image/posts/October2023/M0xkIC75nCsW9oyDZ2N.jpg>

2.1.7. Construcciones Ecológicas

Las construcciones ecológicas, también conocidas como construcciones sostenibles o verdes, son edificaciones diseñadas y construidas con un enfoque respetuoso hacia el medio ambiente. Estas estructuras buscan reducir su impacto ambiental y promover la eficiencia energética, el uso responsable de recursos naturales, la minimización de residuos y la preservación del entorno.

Figura 7

Construcciones Ecológicas



Tomada de “Construcciones Ecológicas” [Imagen], Ekos
Construcción, 2015,

<https://www.revistaad.es/arquitectura/articulos/casa-gg-de-alventosamorell/16983>

2.1.8. La Arcilla

Las arcillas constituyen la principal materia prima para la fabricación de cerámicos de construcción. Éstas aparecen en todo tipo de formación rocosa, desde la más antigua a la más reciente, y en formaciones ígneas y sedimentarias de todo tipo; como consecuencia de ello, sus características físicas, químicas y mineralógicas varían ampliamente, incluso entre las capas de un mismo depósito arcilloso. Por tanto, en cualquier industria cerámica el control de la calidad de los productos empieza por la caracterización y control de la calidad de sus arcillas. (TUTA, 2009).

Figura 8

Arcilla



Tomada de "Arcilla" [Imagen], Mentactiva 2024,
<https://www.mentactiva.com/wp-content/uploads/2020/03/paul-robert-amojb6lvwU-unsplash-300x300.jpg>

CAPÍTULO III.

3. MARCO HISTÓRICO

3.1. Antecedentes

La industria de la construcción es un indicador del desarrollo económico de cualquier país. Cuanto mayor sea su desarrollo, mayor será su capacidad de construir y mantener todo tipo de infraestructuras. Es obvio que la construcción ha evolucionado gracias a la aparición de nuevos materiales y procedimientos constructivos a lo largo de la historia.

Desde siempre, los hombres han necesitado refugios para protegerse. Empezaron utilizando los refugios naturales, pero posteriormente pasaron a construir los suyos propios, probablemente formados por ramas y troncos y realizados con herramientas básicas como hachas o cuchillos de piedra. Como estos materiales eran perecederos no han perdurado en el tiempo.

Posteriormente empezaron a utilizar la piedra y el ladrillo de barro cocido. Estos materiales tienen mayor durabilidad, por lo que existen bastantes ejemplos realizados con estos elementos.

3.2. Historia

En 1980 nace el concepto de desarrollo sostenible, que es la base de la política socioeconómica actual, con la finalidad de proteger el medio ambiente y de no agotar los recursos naturales. Así, también surge el concepto de construcción sostenible con el fin de que la construcción sea capaz de reducir y gestionar los residuos generados, minimizar la utilización de recursos naturales, prevenir la contaminación y afectar lo menos posible al medio ambiente, es decir, sumarse a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

La primera ley de política ambiental nacional fue redactada en Estados Unidos en 1969. En ella se introduce por primera vez la evaluación de impacto ambiental; y en 1979 se aprueba el reglamento que lo convierte en obligatorio en todos los proyectos con financiación pública.

La Comunidad Económica Europea publica, en 1985, una directiva que obliga a la evaluación de impacto ambiental en todos los proyectos de carreteras, aeropuertos, ferrocarriles, centrales térmicas, cementeras, acerías, industrias químicas y eliminación de residuos peligrosos.

En España, esta directiva se traspa en 1986, y la evaluación de impacto ambiental pasa a ser obligatoria en todos los proyectos indicados en la norma europea y se amplía a las industrias extractivas a cielo abierto, a las presas y a las explotaciones agrícolas. En la actualidad se ha ampliado de nuevo, y todos los programas, planes y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente deben someterse a la evaluación de impacto ambiental.

En 1999, la Comisión Europea publicó el Informe Symonds, en el que se recogían los valores de producción y reciclaje de los residuos de construcción y demolición de todos los países que en aquel entonces formaban la Unión Europea. A raíz de este informe se pudo comprobar que se desconocía la producción real de estos residuos y que, si bien en algunos países, como Países Bajos, ya se reciclaban gran parte de ellos, en otros, como España, no.

A partir de ese momento, las administraciones empiezan a tener conciencia de este problema y se elaboran planes nacionales de gestión de residuos de construcción y demolición, para ser capaces de acotar la cantidad de residuos y de conseguir reciclar un valor

mínimamente aceptable para el medio ambiente. En España, en 2008 se da un paso más, obligando a que en todos los proyectos constructivos haya un estudio de gestión de estos residuos, en el que se deben incluir medidas encaminadas a generar menos residuos, a reutilizar los que se generen y a reciclar los que no se puedan reutilizar.

Así nacen las plantas que transforman los residuos de construcción y demolición en áridos reciclados. Estos ya se utilizan en muchas aplicaciones en las obras actuales. Con esto se consigue un triple beneficio medioambiental: se utilizan residuos, se consigue disminuir la explotación de las canteras y se reduce la cantidad a depositar en los vertederos.

De todo lo anterior se puede comprobar que, aunque la construcción afecte enormemente al medio ambiente, los profesionales del sector están evolucionando para mitigar esa afección, de forma que los perjuicios derivados de su actividad sean los menos posibles. Es necesario seguir trabajando en esta línea, consiguiendo generar menos residuos, reutilizar o reciclar más subproductos en la construcción, reducir el consumo de recursos naturales, obtener procedimientos constructivos menos dañinos con el medio ambiente, disminuir las emisiones a la atmósfera, lograr máquinas de construcción menos contaminantes y utilizar combustibles amigables con el medio ambiente.

Es necesario generar menos residuos y reutilizar o reciclar más subproductos en la construcción

Diseñar y construir con impacto cero.- La sostenibilidad de una casa o de un complejo edilicio es el resultado de un proceso que comienza desde su ubicación, y estudia todas sus fases hasta su desmantelamiento. La elección del lugar para un nuevo edificio es fundamental, ya que el nuevo elemento arquitectónico deberá coexistir con el entorno preexistente y, por tanto, tener el menor impacto posible. En el contexto urbano, es

fundamental la proximidad/presencia de transportes públicos y espacios verdes, para que sean respetados y no privados de su identidad, teniendo un valor multifuncional como espacio público, tanto residencial como comercial, para minimizar los desplazamientos por medios privados.

Otros elementos fundamentales para construir en modo sostenible son un buen aislamiento térmico, la ventilación y el aprovechamiento de la iluminación natural que, combinados con conocimiento de causa, permiten reducir considerablemente el consumo de energía, mientras que una buena ventilación interior, además de controlar la temperatura, contribuye a proteger la salud de quienes viven en el edificio.

Para que una vivienda sea realmente sostenible es importante considerar, siempre que sea posible:

la producción de energía a partir de fuentes renovables para su alimentación, como paneles fotovoltaicos o energía microeólica, en lo posible integrados con un sistema de almacenamiento de la energía producida, así como de estaciones de carga para vehículos eléctricos y aparcamientos para bicicletas para integrar el edificio en la movilidad sostenible;

o sistemas de calefacción o refrigeración con paneles solares térmicos en lugar de la llamada geotermia de baja entalpía; por último, es importante la utilización de materiales recuperados y reciclados o con bajo impacto medioambiental, junto a un uso responsable de componentes que no liberen partículas tóxicas.

- Estos son algunos de los materiales más utilizados en la arquitectura sostenible:
- la madera recuperada,
- la madera procedente de bosques gestionados de forma sostenible,
- los ladrillos elaborados mediante elementos reciclados.

- el acero reciclado.
- Plástico reciclado

En un contexto actual donde el cuidado del medio ambiente es muy importante para todo el mundo, entender cómo iniciaron las construcciones sostenibles es una buena forma de involucrarnos en parte de las soluciones que desde hace varios años se llevan a cabo para combatir esta clase de problemáticas, como es el caso del calentamiento global.

Ante la necesidad de darle a la sociedad mayores espacios de vivienda, comercio y esparcimiento, la industria de la construcción mostró un crecimiento considerable; sin embargo, también aparecieron efectos negativos como la emisión de sustancias tóxicas y el uso indiscriminado de recursos naturales.

Lo anterior comenzó a prender focos rojos en la sociedad de los años 70's, especialmente cuando la crisis del petróleo de 1973 hizo que se pensara en lo necesario que era ahorrar energía a través del uso moderado de combustibles fósiles como el gas y el carbón.

Una década después apareció el término “Desarrollo sostenible”, el cual establece la necesidad de pensar en los recursos que necesitarían las generaciones futuras para subsistir. Así comenzó un cambio gradual que actualmente involucra no sólo a la arquitectura y el urbanismo, también a la sociedad civil y los gobiernos.

Las construcciones sostenibles ya son una realidad en México; lo que se busca es contribuir al cuidado del planeta con acciones que frenen la huella negativa que hemos dejado con el paso del tiempo.

En estas acciones de conservación ambiental intervienen las empresas dedicadas a la construcción y el Gobierno, pues incluso existen lineamientos específicos que respaldan la edificación amigable con la naturaleza, podemos mencionar, por ejemplo, el Programa de

Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES) creado por la Secretaría de Medio Ambiente. (Aturmex, 2022)

Uno de los padres de la arquitectura sostenible nació hace 120 años en Alejandría (Egipto). Hassan Fathty, fallecido en 1989, echó la vista atrás, hacia las técnicas de construcción tradicional y los materiales naturales, para avanzar en una construcción más respetuosa con la biodiversidad. Se fijó en las propiedades del adobe, las arcillas y las arenas secadas al sol y mezclada con paja. Aplicó métodos de acondicionamiento termodinámico para la captación y regulación del aire. También utilizó las celosías para lograr una iluminación suave, y las fuentes de agua en paredes y suelos para humedecer y enfriar el aire por evaporación. En el siglo XX le conocían como ‘el arquitecto de los pobres’. Hoy, su contribución filosófica a la edificación sostenible es innegable: abaratamiento de costes, materiales reciclables, excelentes propiedades térmicas y acústicas, versatilidad. (BBVA, 2022)

Las paredes, la decoración y las estructuras de interior son bastante numerosas, y, por tanto, han seguido un recorrido diferente, pero siempre con la mira puesta hacia la sostenibilidad. Por ello, en este punto, vamos a realizar una retrospectiva de técnicas hasta llegar a las mejoras propuestas actualmente.

Uno de los primeros ejemplos que encontramos en la península es el tapial, propio de la arquitectura vernácula de los pueblos del norte. Esta pared, hecha con tierra amasada, se compacta a golpes gracias a un pistón de dos tablas, aunque también podía ser metálico. Este método no es sostenible pues el tapial transpira y, aunque eso provoque una buena inercia térmica, no aísla del exterior.

En la actualidad, para construir tapias, entre otros, se utilizan placas de yeso. Un adhesivo en espuma para placa de yeso es perfecto para acompañar a este método, y se puede aplicar en una amplia gama de materiales de construcción como hormigón, madera, membranas bituminosas, ladrillo cerámico, ladrillo de silicato, vidrio, metal, PVC. (QUILOSA, 2020)

Materiales para edificios sostenibles

Los productos pueden comunicar los impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida sobre la base de una serie de categorías de impacto definidas en la Norma Internacional ISO 14025 a través una Declaración ambiental de producto (DAP).²³ Las DAP son un tipo de Etiquetas ecológicas definidas en normas internacionales ISO (Organización Internacional de Normalización). Las categorías de impacto incluidas, basadas en un análisis de ciclo de vida, hacen referencia entre otros parámetros al agotamiento de recursos o el potencial de calentamiento global. A nivel europeo se cuenta con una norma marco para DAP, la EN 15804, emitida por el Comité Europeo de Normalización (CEN). Ambas normas se encuentran publicadas en español por AENOR.

Las DAP se verifican a través de un Administrador de Programa. En Europa ECO Platform²⁴ aglutina a los principales Administradores de verificación de DAP. En España, los Administradores de Programas son el Colegio de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de Barcelona, que emite DAP bajo la denominación DAPcons²⁵ y AENOR, que emite DAP bajo la denominación GlobalEPD.²⁶

La evaluación a nivel de edificios basada en Declaraciones ambientales puede hacerse con base en la Norma Europea EN 15978, también emitida por CEN y que emplea la misma

estructura modular para definir las distintas etapas de la vida del edificio que la empleada en la norma europea de DAP (EN 15804).

Los materiales adecuados para su uso en edificios sostenibles deben poseer características tales como bajo contenido energético, baja emisión de gases de efecto invernadero como CO₂ - NO_x - SO_x - material particulado, ser reciclados, contener el mayor porcentaje de materiales de reutilización, entre otros. La industria de la construcción consume el 50 % de todos los recursos mundiales y se convierte en la actividad menos sostenible del planeta. En el caso de maderas evitar las provenientes de bosques nativos y utilizar las maderas de cultivos como el pino, el eucaliptus entre otras especies.

Arquitectura y sostenibilidad social

El primer modelo de concepto fue realizado por el arquitecto George Fred Keck en 1933 para la Exposición Universal de Chicago y fue llamada la Casa del mañana (House of tomorrow). Hacia 1940, Keck construye para el empresario inmobiliario Howard Sloan en Glenview, Illinois una casa solar pasiva que fue llamada "Solar house o Casa solar" por el diario Chicago Tribune, y es el primer uso conocido del término.

En el campo experimental, los primeros desarrollos sistemáticos se aglutinaron en lo que se dio en denominar "Lista de edificios solares pioneros" que muestra una producción continua por parte del mundo académico desde 1939 cuando se construyera en Míchigan la Casa solar MIT #1 por parte de H.C. Hottel del Masachusset Institute of Technologies - MIT.

Mientras en los Estados Unidos son usuales las casas de construcción liviana (100 a 150 kg/m²), en América del Sur son mayoritariamente de construcción pesada (>150 kg/m²). Los materiales y modos de construcción son diferentes probablemente por la cultura que trajo cada tipo edificatorio. Dado que los cambios en las costumbres no son sencillos, se

requieren de enormes esfuerzos para generar alternativas válidas que sean adoptadas por la sociedad.

3.3. Exponentes Arquitectónicos

Arquitectos que contribuyen a la arquitectura sostenible:

En la arquitectura sostenible existen tres corrientes convergentes que interactúan y se retro-alimentan en una línea de tiempo. La primigenia formada en la práctica en los años 1930-40 como George Fred Keck (1895-1980) o en la teoría en investigación académica como Victor Olgyay (1919-1970) que desde EE. UU. llevaron al desarrollo de los métodos de diseño expresados en la Arquitectura solar primero que evolucionó en Arquitectura solar pasiva y Arquitectura bioclimática. Allí se suman el Ing. Felix Trombe (1906-1985) y el Arq. Jacques Michel en Francia, Baruch Givoni (1920-) en Israel, Jaime López de Asiain (1933-) en España, Enrico Tedeschi (1910-1978) en Argentina junto a Elías Rosenfeld (1934-2012) y Elio Di Bernardo (1920- 2018). En EE. UU. Edward Mazria (1939-) junto a físicos e ingenieros del Laboratorio de los Álamos genera el primer programa de simulación energética que en la actualidad permite predecir el comportamiento ambiental de los edificios y llevó a la certificación de estos. Desde Inglaterra Brenda & Robert Vale (1950-) propusieron la idea de una vivienda autosuficiente que hoy es el modelo a seguir en las edificaciones energía plus.

Otra corriente de arquitectos empíricos y comprometidos con movimientos sociales en los '70, principalmente en EE. UU., avanzaron en la recuperación de tradiciones constructivas ancestrales, redefiniéndolas al presente. El uso de la tierra cruda como material junto a la Arquitectura solar pasiva tuvo en David Wright un gran exponente. Con visiones concurrentes en relación con confrontar con el consumismo se destacaron Michael Reynolds y Tom Bender

en EE. UU. En Alemania Gernot Minke desde una visión académica como arquitecto y doctor en ingeniería buscó experimentar y monitorear el comportamiento de construcciones con contenido energético cercano a cero en el ciclo de vida de sus edificios. Su trabajo tiene muchos seguidores en el mundo. En Japón se destaca el aporte de hacer construcciones con materiales comunes o de reciclado de Shigeru Ban (1957-). Más cercano a la visión de la corporación de la arquitectura Glenn Murcutt (1936-) desde Australia se enrola en una visión de baja tecnología y obtuvo el premio Pritzker en 2002.

El tercer grupo lo integran arquitectos que originalmente adscribían a la Arquitectura high-tech, y luego incorporaron la sostenibilidad con el concurso de asesores. Sus obras se encuentran entre las más costosas y sofisticadas de la arquitectura contemporánea. Tiene como sus máximos representantes a Norman Foster (1935-) y Richard Rogers (1933-), con el concurso de la empresa consultora de ingeniería británica ARUP. (WIKIPEDIA, 2020)

La arquitectura sostenible ha dejado de ser una utopía para convertirse cada vez más en una realidad. En Colombia, una compañía ha logrado desarrollar un modelo de casas construidas con ladrillos reciclados, un negocio rentable que busca reducir la contaminación y llevar casas a quienes menos tienen.

Y es que, de acuerdo con datos de la Naciones Unidas, el 97% de las viviendas en países desarrollados o en vías de desarrollos no son accesibles para la mayoría de las personas. En Colombia, la empresa Conceptos plásticos promueve el desarrollo de casas construidas con ladrillos de plástico reciclado, un material rentable y de bajo costo.

Conceptos plásticos es una empresa fundada por fundada por Cristina Gámez, Henry Cañón y Oscar Méndez. Su visión es cerrar el ciclo del plástico transformándolo en soluciones

con sentido social. Con la incorporación de Fernando Llanos como socio, la compañía ha logrado construir casas sostenibles gracias a distintos bloques y láminas reciclables.

Este sistema constructivo, advierte la empresa, reduce los desperdicios plásticos, disminuye el consumo de agua y energía, así como las emisiones de CO2. También permite levantar viviendas de una o dos plantas en las que las paredes, vigas y otros elementos principales se consiguen a través de desechos plásticos.

Fernando Llanos, socio de la empresa, tuvo la idea de construir una vivienda sostenible ante el desafío que representaba tener su propia casa. Luego de comprar un lote ubicado en una zona remota en la que es difícil llevar materiales tradicionales de construcción, tomó las botellas de plástico que tenía y por medio de un proceso de extrusión construyó las primeras estructuras para levantar paredes.

Llanos utilizó aditivos para lograr que las láminas fueran resistentes al fuego y el resultado fue una vivienda de arquitectura sostenible, resistente y asequible.

Dinamarca y Francia impulsan azoteas y techos verdes para distintos propósitos

Copenhague, la ciudad más grande de Dinamarca, se ha convertido en una ciudad verde, por una política de estado que apuesta al desarrollo sostenible.

Reconocidos por su fuerte inclinación hacia el transporte en dos ruedas, hoy nos sorprenden nuevamente con una ley que obliga a los propietarios de nuevas azoteas a tener algún tipo de vegetación en ellas.

Un techo, azotea verde o cubierta ajardinada es el techo de un edificio que está parcial o totalmente cubierto de vegetación, ya sea en suelo o en un medio de cultivo apropiado. Se

refiere en cambio a tecnologías usadas en los techos para mejorar el hábitat o ahorrar consumo de energía, es decir tecnologías que cumplen una función ecológica.

Las metas que se pretenden conseguir con esta primera ley es mejorar el hábitat y ahorrar el consumo de energía. También existen planes para cubrir de vegetación las viejas azoteas de la ciudad con el fin de llegar a ser carbono neutral al 2025.

Copenhague además es la segunda ciudad en el mundo con una legislación sobre las azoteas verdes. La selva de cemento es una realidad en muchas grandes ciudades y Francia ha despertado a este grave problema y es por esto que está apostando por techos verdes para reducir el calentamiento.

Francia acaba de aprobar una nueva ley pionera que obliga a todos los nuevos edificios construidos ser cubiertos parcialmente por paneles solares o techos verdes.

Toronto en Canadá, también implementó una ley similar que ha permitido crear 1,2 millones de metros cuadrados de techos verdes centros comerciales, institucionales, casas y complejos de apartamentos.

En Suiza se ha implementado Ley Federal de Techos Verdes y contribuye a que los nuevos edificios que se han construido en los últimos años incorporen, bajo ciertos parámetros y de acuerdo a los recursos y área, elementos verdes en sus instalaciones.

En Buenos Aires, también existe la Ley 4428 Ley de Techos y Terrazas Verdes, que es muy similar a la de otras urbes europeas, aunque no es obligatoria para todos los ciudadanos, se hace un fuerte incentivo en promover y facilitar beneficios fiscales a quienes decidan apostar por techos verdes, más amigables con el planeta.

En el caso de Chile también existen políticas e incentivos para los que den el giro verde, aunque no es barato en términos de finanzas. Allí no existe una ley que genera obligatoriedad para instalar azoteas verdes. Chile ha logrado entre 60 mil metros cuadrados de techos y cubiertas verdes, aunque estos datos no son oficiales, se cree incluso exista una cifra mayor. (MEDIOS CIFRAS, s.f.)

CAPÍTULO IV.

4. MARCO TEÓRICO INVESTIGATIVO

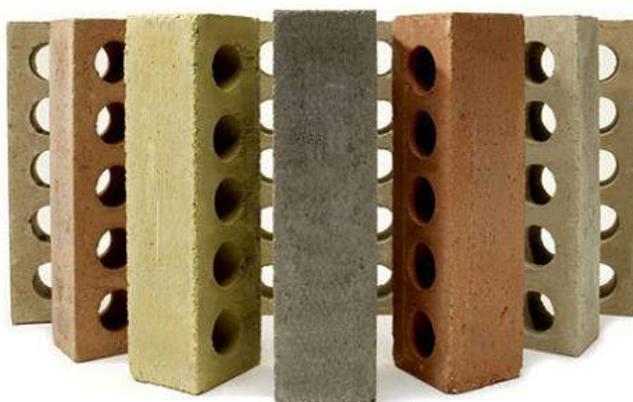
4.1. Sustento Teórico Investigativo

4.1.1. Ladrillos Ecológicos

Son ladrillos producidos mediante formas de fabricación más respetuosas con el medioambiente que los ladrillos convencionales, esto implica emplear tanto materiales más sostenibles o no tan contaminantes, como procesos de elaboración que consuman menos recursos naturales y que conlleven una emisión de gases de efecto invernadero y CO₂ más reducida, los ladrillos ecológicos son aquellos cuya fabricación, utilización y desecho conlleva un impacto ambiental menor que el que se desprende de los ladrillos tradicionales.

Figura 9

Ladrillos Ecológicos



Tomada de "Ladrillos Ecológicos" [Imagen], ABC rural, 2012, <https://www.abc.com.py/resizer/v2/https%3A%2F%2Farc-anglerfish-arc2-prod-abccolor.s3.amazonaws.com%2Fpublic%2FIS3TUAY3XRHDFLIUSTWDTPHK6U.jpg?auth=cea572a68e4dca734d419187ffacc70eae0a344edd090bf2189699cd3104de54&width=770&smart=true>

Todo ello partiendo, como ya sabemos, de que el término “ecológico” no puede ser entendido como un adjetivo perfecto sino como un término relativo y comparativo para ayudarnos a definir el nivel de sostenibilidad de un proceso, de un servicio o de un bien respecto al de otros. Y es que, siendo estrictos, no existe nada que sea 100 % ecológico o 100 % respetuoso con el medioambiente y que tenga un impacto ambiental nulo.

Con este tipo de ladrillos se pueden construir todo tipo de estructuras. Poseen las mismas ventajas, en cuanto a seguridad y comodidad, que los tradicionales.

4.1.1.1 Tipos de Ladrillos Ecológicos:

- Ladrillo de adobe
- Ladrillo de Tierra comprimida
- Ladrillos de ceniza de carbón.
- Eco ladrillos de cáñamo y paja.
- Eco ladrillos compactados.
- Ladrillos de plástico reciclado o PET.

4.1.1.2. Ladrillo de Adobe.

Es uno de los materiales más antiguos de construcción empleado hace más de 9 mil años. Su fabricación implica una mezcla de arcilla, arena y agua que se secan al sol en lugar de ser cocidas. Esta técnica de elaboración es ampliamente utilizada en todo el mundo, ya que el producto se produce directamente en el lugar de construcción, lo que lo hace más eficiente y ecológico.

Figura 10

Ladrillos de Adobe



Tomada de “Ladrillos de Adobe” [Imagen],
Turismo de Palencia, 2014,
<https://turismodepalencia.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/09/adobe.jpg>

4.1.1.3. Ladrillos de Tierra Comprimida.

Se elaboran mediante una mezcla de tierra, arena, arcilla y estabilizantes naturales o biodegradables, como la cal, que se compacta a través de maquinaria especializada para darles forma. La fabricación prescinde de la necesidad de cocción en horno, lo que conlleva una reducción significativa en el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. Aunque tienen un costo mayor, el nivel de aislamiento térmico supera con creces a otras opciones disponibles. (Pérez, 2023).

Figura 11*Ladrillo de Tierra Comprimida*

Tomada de “Ladrillos de Tierra Comprimida”
[Imagen], Fernanda Pérez, 2014,
<https://cementostorices.com/blog/construccion/ladrillo-ecologico/>

4.1.1.4. Ladrillos de Ceniza de Carbón.

Este tipo de ladrillos se fabrica a partir de cenizas de carbón provenientes de plantas termoeléctricas. Fueron inventados en 1999 por el ingeniero civil Henry Liu como una solución innovadora para reutilizar los residuos generados por la quema de este elemento. Por ende, representan una forma de aprovechamiento sostenible de los subproductos de la industria en la construcción.

Figura 12*Ladrillos De Ceniza De Carbón*

Tomada de “Ladrillos de Ceniza de Carbón” [Imagen], Fernanda Pérez, 2023, <https://cementostorices.com/blog/construccion/ladrillo-ecologico/>

4.1.1.5. Ladrillo de Cáñamo, Paja u otro Tipo de Fibra.

Por otra parte, los ladrillos fabricados con materiales sustentables para la construcción como cáñamo, paja u otras fibras vegetales, destacan por su resistencia y propiedades aislantes excepcionales.

Figura 13*Ladrillo De Cáñamo*

Tomada de “Ladrillos de Cáñamo” [Imagen], Fernanda Pérez, 2023, <https://cementostorices.com/assets/imagenes/webp/construccion/ladrillo->

4.1.1.6. Eco Ladrillos Compactados.

Este tipo de ladrillos se produce con botellas plásticas rellenas de residuos de empaques. Se conocen en Colombia y ya han sido probados en algunos proyectos. Su solidez proviene de la compactación, por eso cabe destacar que estudiantes y docentes de la Universidad de Medellín crearon una máquina, ya patentada, para facilitar su compactación. (Colombia, 2022).

Figura 14

Eco Ladrillos Compactados



Tomada de “Ladrillos de Cáñamo”

[Imagen], Arq., 2023,

<https://images.arq.com.mx/eyecatcher/590590/20310.jpg>

4.1.2. Ladrillos de Plástico Reciclado.

Se usan tanto para muros exteriores como interiores. Se elaboran con partículas de botellas plásticas recicladas, que se aglomeran con cemento y aditivos. Se moldean con una máquina manual, lo cual los hace más ecológicos.

En la actualidad, estos componentes constructivos se utilizan para cerramientos y no con finalidad estructural, por lo que se está trabajando en la modificación de la superficie del PET para aumentar la compatibilidad con el cemento, mediante la adición de productos químicos o

cambios en el proceso de producción, y mejorar así las propiedades mecánicas de los componentes. (Colombia, Stretto Colombia, 2023)

Figura 15

Ladrillos De Plástico Reciclado



Tomada de “Eco ladrillos” [Imagen], La Voz, 2017, <https://www.lavoz.com.ar/resizer/v2/ZQ7R7TYAFFAILOUCC45TYWGMRA.jpg?quality=75&smart=true&auth=2f07a6d8afc8b7af859df57ba66b78cb6e1f7>

4.1.2. Ventajas.

- ✓ **Impacto ambiental reducido:** Tienen un menor consumo energético, usan menos recursos naturales, generan menos emisiones de CO2 y evitan el uso de materiales contaminantes.
- ✓ **Son excelentes aislantes** del frío, el calor, el ruido y la humedad. En general, proporcionan un mayor nivel de protección termoacústica que los ladrillos convencionales.

Gracias a su peso se reduce el esfuerzo y el tiempo de construcción

- ✓ **Ahorro económico:** Al producirse con materiales de desecho y métodos artesanales de fabricación, resulta en un costo de producción más económico.

4.1.3. Desventajas.

Limitada variedad decorativa: Debido a la reciente introducción en el mercado, los ladrillos ecológicos tienen una gama más limitada de opciones decorativas en comparación con los bloques tradicionales.

En general, las ventajas del ladrillo ecológico superan a las desventajas, ya que ofrecen beneficios tanto para el medio ambiente como para las construcciones en términos de eficiencia energética, estética y sostenibilidad.

4.1.4. Proceso De Elaboración

Se lleva a cabo triturando los plásticos con un molino; luego en una hormigonera común se hace una mezcla con el cemento Pórtland y el aditivo, que posteriormente se coloca en una prensa manual que da forma a los ladrillos.

La materia principal es el plástico polietilentereftalato (pet). El ligante que se utiliza es cemento Pórtland común. La cuantía de cemento es de 224,5 kg/m³. Los residuos plásticos se seleccionan, se trituran con un molino especial, y así se incorporan a mezclas cementicias, sin necesidad de un lavado previo (salvo en el caso que se utilicen residuos muy contaminados de basura). No es necesario retirar rótulos y tapas de los envases. Para la fabricación de los elementos constructivos, se utiliza un procedimiento similar al de un hormigón común, pero reemplazando áridos por plásticos reciclados. Se agrega un aditivo químico en el agua de mezclado, consistente en polímeros acrílicos en suspensión, que mejora la adhesividad de las partículas plásticas con el cemento. La mezcla de hormigón se vierte en una máquina de fabricar ladrillos o bloques, según el elemento constructivo deseado, y se realiza una compactación. Luego del desmolde, los elementos constructivos se deben curar con agua en

forma de lluvia fina, o bien sumergir en un piletón con agua. A los 28 días se pueden utilizar en obra para levantar mamposterías o, en el caso de los ladrillos, para fabricar placas.

4.1.2. Residuos De Plásticos.

Se genera un residuo de plástico cuando cualquier elemento fabricado a partir de este material es descartado por su poseedor al no encontrarle valor o utilidad.

El reciclaje de plásticos es un proceso mediante el cual los residuos de plástico se recuperan y se utilizan como materia prima para producir nuevos productos. Los métodos más comunes de reciclaje de plásticos son el reciclaje mecánico y químico. El reciclaje mecánico consiste en la recuperación del plástico mediante la trituración y el lavado de los residuos de plástico para producir hojuelas de plástico reciclado que se pueden utilizar como materia prima para fabricar nuevos productos.

Figura 16

Residuos De Plásticos.



Tomada de “Contaminación del Agua” [Imagen],
Fan del Agua, 2017, <https://fandelagua.com/wp-content/uploads/2022/05/%C2%BFPor-que%CC%81-es-importante-reciclar.png>

Una de las características más notorias de los residuos plásticos es su larga duración. El tiempo de descomposición depende del tipo de plástico que se trate, el tamaño del residuo y el proceso de degradación asociado. Los mecanismos de degradación pueden ser biológicos,

de oxidación o de foto-oxidación, entre otros. En general, los plásticos tardan al menos 100 años en descomponerse. Aunque existen algunos que se demoran entre 500 y 1000 años y bajo ciertas condiciones, como, por ejemplo, al ser enterrados, inclusive parecen detener su descomposición.

4.1.3. Clasificación De Plásticos.

Los diferentes tipos de plástico han sido codificados internacionalmente para facilitar su reciclaje. En la Tabla 1 puede observarse esta clasificación.

Figura 17

Ladrillos De Plástico Reciclado

Sigla	Nombre	Código de reciclaje	Usos y aplicaciones
PET	Poliétileno tereftalato	1	Botellas para bebidas, aceite y otros alimentos.
PEAD/HDPE	Poliétileno de alta densidad	2	Envases y botellas para productos de limpieza. Membranas impermeabilizantes.
PVC	Policloruro de vinilo	3	Cañerías, electrónica.
PEBD/LDPE	Poliétileno de baja densidad	4	Bolsas, separadores, guantes.
PP	Polipropileno	5	Tapas de botellas,
PS	Poliestireno	6	Vasos y recipientes para alimentos, aislantes.
-	Otros	7	Comprende: policarbonato (PC), nailon, acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), entre otros.

Tomada de "Generación de residuos de plástico: la importancia de la prevención" [Imagen], PiPP, 2019, <http://www.politicaspUBLICAS.uncu.edu.ar/articulos/index/generacion-de-residuos-de-plastico-la-importancia-de-la-prevencion>

Elaborados a partir de compuestos derivados del petróleo, el gas natural o el carbón, estos plásticos cuentan con numerosos tipos, pero hay cuatro que podrían denominarse como principales:

- **Polietileno (PE).** Presente en bolsas de plástico, láminas y películas de plástico, contenedores, microesferas de cosméticos y productos abrasivos.
- **Polyester (PET).** Lo incluyen las botellas, los envases o la ropa.
- **Polipropileno (PP).** Forma parte de los electrodomésticos o las piezas de los vehículos.
- **Cloruro de polivinilo (PVC).** Presente en las tuberías, las válvulas o las ventanas.

4.1.4. Tipos de Reciclaje

Figura 18

Tipos de Reciclaje



Tomada de "Reciclaje" [Imagen], Pacto Global Colombia, 2019, https://www.pactoglobal-colombia.org/images/NoticiasHome/2023/RECICLAR-1_82425.png

4.1.4.1. Separación En La Fuente.

Si bien muchas veces se confunde con reciclaje, disponer un residuo de forma separada según sus características en el contenedor correspondiente no es propiamente reciclaje, sino separación en la fuente; una acción clave para lograr posteriormente un reciclaje eficiente.

Figura 19

Separación En La Fuente



Tomada de "Reciclaje " [Imagen], Pacto Global Colombia, 2019, https://www.pactoglobal-colombia.org/images/ich-optimize/rs/576/images NoticiasHome 2023 persona-haciendo-reciclaje-selectivo-basura_bc66a.webp

4.1.4.2. Reutilización.

Reutilizar muchas veces se confunde con reciclar, pero consiste en “dar un segundo uso a aquellos productos que ya no son útiles para la tarea que por la cual se adquirieron o bien repararlos para que puedan seguir cumpliendo con su función” (ONU Habitat). Antes de reciclar se debe intentar reutilizar.

Figura 20*Reutilización*

Tomada de "Reciclaje " [Imagen], Pacto Global Colombia, 2019, <https://www.pactoglobal-colombia.org/images/jch-optimize/ng/images NoticiasHome 2023 REC4 1af79.webp>

4.1.4.3. Reciclaje.

Existen diferentes definiciones para el término reciclaje:

“El reciclaje es un proceso de transformación mediante técnicas fisicoquímicas o mecánicas cuyo resultado es la obtención de nuevas materias primas a partir de materiales usados o desechados”. (recytrans.org)

Figura 21

Reciclaje



Tomada de "Reciclaje " [Imagen], Pacto Global Colombia, 2019 https://www.pactoglobal-colombia.org/images/jch-optimize/ng/images/NoticiasHome_2023_botella-plastico-vacia-varios-tejidos-hechos-tejido-sintetico-fibra-poliester-reciclado-sobre-fondo-azul_a9f35.webp

“El reciclaje es una de las alternativas utilizadas para reducir el volumen de los residuos sólidos y recuperar materiales. Este proceso consiste en recuperar materiales que fueron descartados y que pueden utilizarse para elaborar otros productos o el mismo. Ejemplos de materiales reciclables son vidrio, metal, plástico, papel y cartón. El Reciclaje es un ciclo que incluye varias etapas: separar, recuperar, procesar y elaborar nuevos productos cuya materia prima son los materiales recuperados”. (cempre.org)

Más allá de las múltiples definiciones que puedan existir, es importante tener en cuenta que el reciclaje implica procesamiento o transformación de los materiales para su posterior aprovechamiento en las cadenas productivas. No obstante, el reciclaje en la práctica se da de diferentes formas, algunas más alineadas que otras con los modelos de economía circular.

4.1.4.4. Supra Reciclaje – Upcycling.

Es un enfoque estratégico que busca seguir utilizando los materiales durante más tiempo, con menor transformación y un consumo de energía inferior; que el que es necesario en una estrategia que depende de materiales vírgenes. Con el supraciclaje se mantiene o aumenta el valor de los materiales en cada ciclo (UC Berkeley, 2020).

El supraciclaje no consiste en descomponer los materiales, sino en rehacerlos o transformarlos, de tal forma que el artículo supra ciclado tiene una calidad equivalente o superior a la del original (residuosprofesional.com).

Figura 22

Supra Reciclaje – Upcycling



Tomada de "Reciclaje " [Imagen], Pacto Global Colombia, 2019, https://www.pactoglobal-colombia.org/images/ich-optimize/ng/images_NoticiasHome_2023_Screenshot-8_d69bb.webp

Si queremos implementar estrategias de reciclaje sostenibles y con visión de circularidad, es muy importante que busquemos alternativas que generen menores consumos en los procesos de transformación, a la vez que se genera mayor valor en vez de disminuirlo en cada ciclo, como suele pasar en muchos casos. Un ejemplo de supraciclaje puede ser utilizar un residuo de bajo valor comercial y utilizarlo para fabricar productos de alto valor comercial como muebles o accesorios.

4.1.4.5. Infra Reciclaje – Downcycling.

Se produce cuando se transforman materiales en otros objetos, sin embargo, en el proceso una parte de las cualidades y el valor de esos materiales se pierde, lo que hace que en cada ciclo el valor sea menor y en muchos casos, los nuevos productos no pueden volver a reciclarse (residuosprofesional.com).

Desafortunadamente estas son prácticas muy comunes en el reciclaje, y muchos de los materiales pueden cumplir pocos e incluso un único ciclo de aprovechamiento; por ejemplo, cuando se fabrican productos con mezclas de diferentes tipos de resinas recicladas de plástico y una vez los productos terminan su vida útil los materiales no se pueden reciclar nuevamente. Es por esto que, desde la visión de la economía circular, es clave que analicemos desde el diseño de los productos, que estos y los materiales que los componen, puedan ser reciclados la mayor cantidad de veces posible. (Daza, 2023)

En resumen, la diferencia entre el reciclaje y el suprareciclaje es que: el reciclaje tiene que pasar por un proceso industrial para descomponer el producto y reutilizarlo en el proceso de fabricación y el upcycling o suprareciclaje se utiliza un producto usado o partes de él para fabricar otro sin haber pasado por ningún proceso industrial de descomposición y mezcla con otros materiales. (S.L., 2024)

Figura 23

Infra Reciclaje – Downcycling



Tomada de "Reciclaje " [Imagen], Pacto Global Colombia, 2019, https://www.pactoglobal-colombia.org/images/jchoptimize/ng/images_NoticiasHome_2023_360_F_586983964_6EpvxxqM5UST4MkO1bgQJGH2jbrp0z4f_05f50.webp

4.1.5. ¿Qué es un Disruptor Endocrino?

El término “disruptor” (perturbador, interruptor) endocrino, tomado del inglés endocrine disrupting chemicals, constituye una palabra muy utilizada, si bien no figura en el diccionario de la lengua española, y se emplea para definir un conjunto diverso y heterogéneo de compuestos químicos capaces de alterar el equilibrio hormonal y ser capaces de tener efectos adversos sobre la salud de un organismo o de su progenie (3). En otras palabras, de acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, un disruptor endocrino (DE) se trataría de “un agente que interfiere con la síntesis, secreción, transporte, unión o eliminación de hormonas naturales presentes en el organismo que son responsables del mantenimiento de la homeostasis, la reproducción, el desarrollo y/o el comportamiento (4). Simplificando, esto significa que los DEs son productos químicos o mezclas químicas, que interfieren con la función hormonal normal (5). (2020 & 2, 2020)

4.1.6. Síndrome del Edificio Enfermo

Síndrome del edificio enfermo (SEE) es el nombre que se da al conjunto de síntomas diversos que presentan, predominantemente, los individuos en estos edificios y que no van en general acompañados de ninguna lesión orgánica o signo físico, diagnosticándose, a menudo, por exclusión. La Organización Mundial de la Salud (OMS) diferencia entre dos tipos distintos de edificio enfermo. El que presentan los edificios temporalmente enfermos, en el que se incluyen edificios nuevos o de reciente remodelación en los que los síntomas disminuyen y desaparecen con el tiempo, aproximadamente medio año, y el que presentan los edificios permanentemente enfermos cuando los síntomas persisten, a menudo durante años, a pesar de haberse tomado medidas para solucionar los problemas. Características comunes a los edificios enfermos Normalmente para ningún edificio debe considerarse como evidente su pertenencia a la categoría de edificio permanentemente enfermo. Sin embargo, en la práctica, estos edificios tienen, según la OMS, una serie de características comunes:

- Casi siempre tienen un sistema de ventilación forzada que generalmente es común a todo el edificio o a amplios sectores y existe recirculación parcial del aire. Algunos edificios tienen la localización de las tomas de renovación de aire en lugares inadecuados mientras que otros usan intercambiadores de calor que transfieren los contaminantes desde el aire de retorno al aire de suministro.

- Con frecuencia son de construcción ligera y poco costosa.
- Las superficies interiores están en gran parte recubiertas con material textil, incluyendo paredes, suelos y otros elementos de diseño interior, lo cual favorece una elevada relación entre superficie interior y volumen.

- Practican el ahorro energético y se mantienen relativamente calientes con un ambiente térmico homogéneo.

- Se caracterizan por ser edificios herméticos en los que, por ejemplo, las ventanas no pueden abrirse. Síntomas y diagnóstico Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición. Año: 19 La sintomatología a observar para poder diagnosticar un edificio enfermo es muy variada, pudiendo llegar a ser compleja, ya que suele ser el resultado de la combinación de distintos efectos. Los síntomas más significativos incluyen:

- Irritaciones de ojos, nariz y garganta.
- Sensación de sequedad en membranas mucosas y piel.
- Ronquera.
- Respiración dificultosa.
- Eritemas (Erupciones cutáneas).
- Comezón.
- Hipersensibilidades inespecíficas.
- Náuseas, mareos y vértigos.
- Dolor de cabeza.
- Fatiga mental.
- Elevada incidencia de infecciones respiratorias y resfriados. En ciertos edificios pueden, además, estar potenciadas algunas enfermedades comunes del individuo, tales como sinusitis y algunos tipos de eczemas. Para diagnosticar la existencia de un síndrome de

edificio enfermo tiene que efectuarse una investigación cuidadosa entre el personal afectado, teniendo en cuenta los síntomas reseñados. Se considerará también que en estos edificios, según los estudios realizados, los síntomas son más frecuentes por la tarde que por la mañana, el personal de oficina es más propenso que el directivo a experimentar molestias, estas molestias son más frecuentes en el sector público que en el privado y las quejas son más abundantes cuanto menos control tiene la gente sobre su entorno. Posibles factores de riesgo

Contaminantes ambientales

El número de posibles contaminantes es enorme ya que pueden tener muy diversos orígenes. Los propios ocupantes del edificio pueden ser una de las fuentes más importantes ya que el ser humano produce de forma natural dióxido de carbono (CO₂), vapor de agua, partículas y aerosoles biológicos, siendo a la vez responsable de la presencia de otros contaminantes entre los que destaca el humo de tabaco que en sí contiene más de 3000 compuestos, entre ellos, monóxido de carbono (CO), aldehídos, óxidos de nitrógeno, metales, etc. Los materiales de construcción y decoración del edificio así como los muebles y demás elementos pueden también ser la causa de la presencia en el aire de compuestos tales como formaldehído, vapores orgánicos, polvos y fibras (asbestos, vidrio, textiles). Por otra parte los materiales usados para el trabajo de oficina, en las instalaciones o para el mantenimiento pueden aportar contaminantes al ambiente. Ese es el caso de los productos utilizados como correctores, del ozono desprendido por las fotocopiadoras, los biocidas, los productos de limpieza, los desodorantes, etc. Existen también casos en que estos contaminantes proceden del exterior del edificio como pueden ser los humos de escape de automóviles, el dióxido de azufre o el radón. El polvo presente en un aire interior está formado por partículas tanto orgánicas como inorgánicas, muchas de las cuales pueden clasificarse como fibras. El polvo total dependerá de la ventilación, la

limpieza, la actividad en la zona y el grado de presencia de humo de tabaco. Los contaminantes biológicos pueden ser responsables de enfermedades infecciosas y también de alergias. Hay que considerar los posibles efectos de bacterias, virus, hongos, ácaros, etc. Son, por el momento, muy pocos los límites ambientales existentes para estos contaminantes. No hay que olvidar que en el caso de los productos químicos, sus mezclas pueden tener sobre el ser humano efectos aditivos, sinérgicos o antagónicos y que el conocimiento de estas interacciones es aún muy limitado. Por otra parte tampoco se conocen los efectos de ciertas sustancias sobre el organismo cuando la exposición es a muy bajas concentraciones y durante largos periodos de tiempo. Todo lo cual dificulta el establecimiento de límites. (Subils, 2019)

4.1.7. Economía Azul

La economía azul promueve el crecimiento económico desde un prisma en el que el propio motor del desarrollo se basa en la preservación de los ecosistemas marinos y la sostenibilidad medioambiental.

A pesar de que los mares y océanos bañan más del 70 por ciento de la superficie del planeta, la necesidad de conocer en profundidad estos ecosistemas para lograr su conservación aún tiene mucho camino por delante.

“La vida en los océanos ha ido disminuyendo en todo el mundo debido a la sobrepesca, la destrucción del hábitat y el cambio climático. Sin embargo, solo el 7 por ciento del océano está actualmente bajo algún tipo de protección”, afirma el Explorador Residente de National Geographic Enric Sala en una entrevista a National Geographic. (Geographic, 2024)

Considerar los espacios acuáticos como motores de innovación y crecimiento para un desarrollo económico sostenible y rentable es el eje de la llamada economía

azul o *blue economy*, un concepto fundamentado en imitar el funcionamiento de la naturaleza, siguiendo el principio de la economía circular, para reconvertir los residuos de nuevo en materiales eficientes.

4.1.8. ¿Qué Pasa Si Calentamos Plásticos?

Cada vez que un envase de plástico se somete a altas temperaturas, corre el riesgo de que el plástico se descomponga cediendo sustancias nocivas a los alimentos y modificando sus características sensoriales produciéndose un fenómeno conocido como migración.

Que se produzca o no este fenómeno, depende del alimento, del tiempo de contacto del mismo con el envase y de la temperatura a la que se haya sometido.

Con el fin de minimizar este riesgo, la legislación contempla una serie de medidas en el Reglamento (CE) N° 1935/2004 sobre materiales y objetos plásticos destinados a estar en contacto con alimentos.

Este reglamento dispone que los materiales y objetos deben estar fabricados de conformidad con las buenas prácticas de fabricación para que cuando se utilicen, los plásticos no transfieran ningún componente tóxico a los alimentos provocando una alteración en sus características sensoriales.

Por lo tanto, para que no se produzca el efecto de migración, se deben seguir las recomendaciones del fabricante y hacer un uso correcto de los envases calentado a altas temperaturas sólo aquellos envases que estén destinados para ello. (Gil, s.f.)

4.1.9. Polietileno definición, tipos y características y límites de temperatura.

En su forma original el plástico es flexible ceroso, translucido y conserva su flexibilidad a muy bajas temperaturas a diferencias de muchos otros materiales

termoplásticos, se producen dos tipos de polietileno de baja densidad, y de alta densidad y tiene un límite de temperatura de ablandamiento más definido.

El polietileno de alta densidad posee mayor resistencia y rigidez soporta temperaturas más altas y tiene el punto de distorsión por calentamiento de los polietilenos de baja densidad es bajo; estos plásticos no son aconsejables para ninguna aplicación donde las temperaturas sean mayores a 150°F a diferencia de la mayor parte de los plásticos, este material es parcialmente cristalino es altamente inerte a solventes y sustancias químicas corrosivas de todo tipo a temperaturas normales. Por lo general en los polietilenos se combinan propiedades electro aislantes muy buenas con baja permeabilidad y escasa absorción de agua. (T.RICKETTS, 2007)

4.1.10. Toxicidad De Plásticos

4.1.10.1. Toxicidad del Polietileno de Alta Densidad:

Es uno de los plásticos seguros, y el más utilizado. No tiene componentes tóxicos y se pueden almacenar alimentos en él a temperatura ambiente.

4.1.10.2. Toxicidad Del Polietileno De Baja Densidad:

Resiste hasta 80° de forma continua y 95 durante un corto periodo de tiempo este material puede desprender partículas de plástico. Por favor no poner alimentos a esa temperatura.

Los aditivos que pueden llevar los plásticos pueden ser o no tóxicos. La temperatura es un factor que ayuda a la liberación de partículas en los plásticos. Nosotros recomendamos siempre el vidrio o el acero inoxidable como alternativa al plástico, como mejor alternativa el Tritan, el polipropileno, polietileno y otros plásticos libres de bisfenoles y ftalatos como SAN o ABS. (Romero, 2020)

4.1.11. ACV de un Material

La metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) permite considerar todos los atributos ambientales relacionados con la naturaleza, la salud humana y los recursos, con una óptica que difiere de las clásicas, puesto que analiza un sistema considerando todos los consumos y emisiones que ocurren en los distintos momentos de su vida útil.

El ACV puede entonces definirse como un procedimiento sistemático, objetivo y con base científica, que permite cuantificar todos los consumos de recursos y todas las emisiones asociadas a un producto, desde la cuna hasta la tumba. (ambiental, 2022)

Figura 24

ACV De Un Material



Tomada de "Reciclaje" [Imagen], Pacto Global Colombia, 2019, https://www.pactoglobal-colombia.org/images/ichoptimize/ng/images/NoticiasHome_2023_360_F_586983964_6EpxxqM5UST4MkO1bgQJGH2jbrp0z4f_05f50.webp

4.1.12. *Cradle To Cradle.* (C2C)

Significa, literalmente, de la cuna a la cuna. Es un concepto desarrollado por los arquitectos William McDonoug y Michale Braungart en 2002 con la publicación de su libro **Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things**, y evaluado por el Instituto Científico Alemán Agencia de protección del Medio Ambiente (EPEA).

Figura 25

Cradle To Cradle



Tomada de "Reciclaje " [Imagen], Pacto Global Colombia, 2019, <https://www.iep.edu.es/wp-content/uploads/2020/03/craddle-to-craddle.png>

El enfoque C2C promueve el concepto de empresa con lo que se conoce como circuito cerrado o economía circular.

Rompe, además, con la consigna tradicional del ecologismo: Reducir, Reutilizar y Reciclar. El C2C propone un nuevo enfoque basado en reducir el impacto sobre el medio ambiente, ralentizándolo, pero llegando a un mismo final.

En este sentido, los autores proponen que se atajen los problemas desde su raíz. Es decir, en lugar de reducir los consumos de energía, abordarlo desde el propio diseño, la estrategia o el producto. Busca promover un concepto nuevo dentro de la industria, en el que todo pueda reutilizarse.

Por ejemplo, que el producto vuelva a la tierra como nutriente y biológico (sin ser tóxico) o que vuelva a la industria para aprovecharlo técnicamente y que pueda ser reciclado una y otra vez. De esta manera, no se contempla la producción de residuos y lo que se pretende es cerrar el ciclo de vida de todo producto, haciendo del fin un nuevo inicio para la siguiente producción.

4.1.12.1. Nuevo enfoque de producción.

En este sentido, el C2C fomenta una **nueva manera de diseñar las cosas**. Todo debe ser pensado previamente para que una vez usado no termine en un vertedero, sino que forme parte de un nuevo inicio en la cadena productiva. Los creadores del C2C denominaron este proceso “basura=alimento”.

Según este enfoque, las conocidas como 3R's (Reutilizar, Reducir y Reciclar) dejan de tener sentido, ya que se está evidenciando que no son eficientes y es necesario un cambio de paradigma en la cadena productiva.

Para el Cradle to Cradle:

Reutilizar ya no es una solución, porque los residuos, normalmente, se trasladan a otro lugar, y no se acaba con el problema de agotamiento de los recursos, sino que simplemente se provoca su ralentización.

Reducir las emisiones son una solución a medio y largo plazo porque siguen siendo peligrosas para nuestro sistema respiratorio, además de dañar los ecosistemas.

En la actualidad, se está demostrando que el reciclaje tampoco está funcionando y los datos son confusos al respecto. Además, los productos reciclados suelen tener un fin para el cual no fueron diseñados.

Así, el Cradle to Cradle es una alternativa que presenta ventajas sobre el modelo que ya se conoce y presenta soluciones mejoradas.

4.1.12.2. ¿Cómo Se Podría Llevar A La Práctica El C2C?

La idea pasaría por construir fábricas no contaminantes desde su inicio, en las que se elaboren productos seguros para el medio ambiente. Incluso su diseño estaría pensado para reducir los gastos de energía y no contaminar. Se trataría de una nueva revolución industrial, en la que la reinención de los procesos industriales aportaría soluciones saludables. En este tipo de industrias todo podría reutilizarse. El objetivo es reestructurar la industria y la arquitectura utilizando como modelo el equilibrio de los ecosistemas naturales. (Postgrado, 2020)

4.1.13. Generación de Residuos Plásticos a Nivel Mundial

En sólo dos décadas, la producción anual de residuos plásticos en todo el mundo se ha duplicado, pasando de 180 millones a más de 350 millones de toneladas, según el informe Perspectivas Mundiales del Plástico de la OCDE. Gran parte de estos residuos no se gestionan adecuadamente. En todo el mundo, casi una cuarta parte (22%) acaba en vertederos abiertos o en la naturaleza. Sólo el 9% se recicla, mientras que el resto (69%) se incinera o entierra.

4.1.14. Reciclado Del Plástico.

El reciclaje del plástico comienza con la recolección de residuos, que luego se clasifican según su tipo. Posteriormente, se trituran y fusionan para convertir los desechos en materia prima que se convertirá en nuevos productos plásticos. Hay que tener en cuenta que este material supone toda una amenaza para los ecosistemas, sobre todo para la vida marina. Es en los mares y océanos donde se depositan el grueso de este tipo de residuos que, en ocasiones, quedan depositados en el fondo marino en forma de micro plásticos. Reducir el consumo de envases, utilizar bolsas reciclables y reciclar plástico, es clave para ayudar al planeta. (bbva, 2024)

El plástico se produce a partir de recursos no renovables, como el petróleo y el gas natural. Estos recursos son limitados y su extracción y procesamiento tienen un impacto significativo en el medio ambiente. Al reciclar el plástico, podemos reducir la necesidad de extraer nuevos recursos, lo que nos permite conservar los valiosos recursos naturales de nuestro planeta. Además, el reciclaje de plásticos también implica un menor consumo de energía en comparación con la producción del plástico virgen. Esto se debe a que el reciclaje requiere menos energía que la fabricación de plástico a partir de materias primas.

El reciclaje de plásticos no solo ayuda a preservar los recursos naturales, también ayuda a reducir la cantidad de residuos que llegan a los vertederos y los océanos. Al reciclar, podemos darles una segunda vida a los plásticos, evitando que terminen en lugares no deseados y causen daños ambientales.

Figura 25

Reciclado Del Plástico



Tomada de "Economía Circular, Plásticos" [Imagen], País Circular, 2023, https://www.paiscircular.cl/wp-content/uploads/2023/12/reciclaje_pet.jpeg

El reciclaje de plásticos desempeña un papel crucial en la transición hacia una economía circular. En lugar de seguir un modelo lineal de producción, uso y eliminación, la economía circular busca cerrar el ciclo de vida de los productos y materiales, fomentando su reutilización y reciclaje. Al reciclar, podemos convertir el plástico en nuevos productos y materias primas, fomentando así un ciclo más sostenible.

La economía circular también presenta oportunidades económicas significativas, ya que el sector del reciclaje de plásticos genera empleos locales y contribuye al crecimiento económico. Además, al reducir la dependencia de la producción de plástico virgen, el reciclaje puede ayudar a estabilizar los precios de los materiales y reducir la vulnerabilidad a las fluctuaciones del mercado.

Sin duda alguna, el reciclaje desempeña un papel fundamental en la protección del medio ambiente y la promoción de la sostenibilidad. Al preservar los recursos naturales,

reducir los residuos y fomentar la economía circular, podemos mitigar el impacto negativo del plástico en nuestro planeta. Cabe destacar que, cada uno de nosotros puede contribuir al reciclaje de plásticos mediante pequeñas acciones, como separar los residuos adecuadamente y apoyar a las empresas y organizaciones que promueven el uso de envases fabricados con materiales reciclables.

4.1.14.1. Fases Del Reciclado De Plásticos

- ✓ Depósito de envases en el contenedor correspondiente. Este es, sin duda, el primer paso para poder seguir impulsando la lucha contra el plástico a través del reciclaje. Para ello, es fundamental la labor ciudadana y de las empresas. Pero, ¿qué se puede introducir en este contenedor para reciclar? Envases de plástico (como por ejemplo botellas de suavizante), envases metálicos (como las latas de conservas) y tetrabriks (como los de la leche o el zumo). También es posible depositar las bandejas de corcho.
- ✓ Recogida y traslado a la planta de selección. Todos los envases introducidos en este contenedor son trasladados a una planta, donde se procede a seleccionar los materiales y se clasifican por colores.
- ✓ Trituración y lavado. Una vez hecha la selección, los envases se trituran y se lavan para eliminar las impurezas. Una vez realizado este paso, se procede al secado y centrifugado de los mismos con el objetivo de eliminar posibles restos que hayan quedado y se homogeneiza con un proceso mecánico para lograr un color y textura uniforme.

- ✓ Generación de un nuevo envase o producto. Tras una nueva depuración del material, el plástico ya estaría listo para darle una nueva forma y color según la demanda, pasando posteriormente por los controles de calidad pertinentes.

4.1.15. Innovación Tecnológica.

La innovación sostenible se define como el proceso de desarrollo y aplicación de nuevos productos, servicios, tecnologías o modelos empresariales que tienen un impacto medioambiental, social y económico positivo. Implica encontrar soluciones creativas y eficientes para afrontar retos acuciantes, como el cambio climático, el agotamiento de los recursos, la contaminación, la desigualdad y la pobreza.

Permite reducir su impacto ambiental y mejorar la eficiencia energética de sus proyectos.

Recurrir al medio ambiente y a una forma de vida más ecológica ya no es ninguna excentricidad, sino una necesidad. Los hogares sostenibles son más confortables y saludables. Y lo consiguen al mismo tiempo siendo respetuosos con el medio ambiente.

4.1.15.1. Ventajas

- En invierno mantienen mucho mejor la temperatura interna, ya que gasta menos combustible para calentar la casa. Del mismo modo, en verano la vivienda sostenible queda aislada del calor exterior y conserva más tiempo el frescor del aire acondicionado
- Consume menos energía y, por lo tanto, genera menos combustibles fósiles. De tal forma que emite menos gases de efecto invernadero que causan el cambio climático.
- Las construcciones sostenibles tienen mayor calidad y menor coste de mantenimiento. Consumen menos y se han construido siguiendo técnicas innovadoras. Por lo tanto, son una propiedad de mayor valor.

4.1.15.2. Desventajas

- Las viviendas sostenibles requieren más paciencia debido al uso de técnicas y elementos distintivos que pueden retrasar un poco la construcción.
- Según su localización geográfica se usarán unas técnicas de construcción u otras, por lo tanto, hay que conocerlas bien y eso requiere un mayor tiempo de construcción.
- Estas viviendas sostenibles requieren de materiales específicos, más difíciles de encontrar y, por lo tanto, más costosos.

4.2. Definición Del Método Científico De Estudio

Es un conjunto de pasos y normas que se siguen para investigar y generar conocimiento de manera objetiva, sistemática y rigurosa. Su objetivo es transformar suposiciones subjetivas en hechos objetivos, se puede clasificar en:

4.2.1. Método Teórico

El **método teórico** sirve para descubrir cualidades y relaciones en el objeto de estudio que no se pueden percibir por los sentidos.

Dentro del **método teórico** podemos conceptuar la realidad desde perspectivas históricas, lógicas, hipotéticas, causales y dialécticas.

Para ello se utiliza:

La abstracción, conocer un rasgo o cualidad concreta del objeto separándolo del conjunto para analizarlo aisladamente.

El análisis, distinguir y separar las partes del todo para conocer su composición.

La deducción, por la lógica se procede de lo universal a lo particular.

La inducción, extraer los principios generales de la cosa a partir de su observación y análisis.

La síntesis, conocer el todo a partir de sus partes.

4.2.3. Método Empírico

El **método empírico** consiste en observar, medir y experimentar la realidad que queremos conocer.

La **observación científica** es el proceso más básico y fundamental de una investigación. Consiste en el examen directo de una realidad (una cosa, una conducta, etc.) tal y como se presenta de manera espontánea y tomar datos y analizarla. Para observar necesitamos tener criterios de estudio a los que llamaremos *categorías*, para intentar comprender y para poder describir lo que estamos viendo.

La **medición** consiste en describir con números alguna cualidad o cantidad del objeto o conducta observados: estas magnitudes numéricas deben ser comparables con otras fuentes de información.

En la **experimentación** el investigador interviene sobre el objeto de estudio realizando modificaciones o creando condiciones para conocer su naturaleza.

Para experimentar, el investigador comienza por **aislar** el objeto de estudio de otros factores, lo que se puede conseguir reproduciendo ese objeto en condiciones controladas o modificando las condiciones en las que se encuentra.

De esta manera la manipulación (hecha con un sistema) del objeto nos proporciona los datos que buscamos.

Además, podemos identificar los siguientes métodos:

- **Método lógico-deductivo.** Consiste en aplicar principios generales a casos particulares, a partir de ciertos enlaces de juicios. Esto pasa por: 1) encontrar principios

desconocidos a partir de los ya conocidos, y 2) descubrir consecuencias desconocidas de principios ya conocidos.

- **Método deductivo directo.** Empleado sobre todo en la lógica y el razonamiento formal, extrae de un conjunto finito de premisas comprobadas una conclusión única y verdadera.

- **Método deductivo indirecto.** Es el método basado en la lógica del silogismo, es decir, de la comparación de dos premisas iniciales para obtener una conclusión final. Generalmente la premisa inicial es general o universal, la segunda premisa es particular, y la conclusión puede ser lo uno o lo otro.

- **Método hipotético deductivo.** Se trata del método que parte de una hipótesis o explicación inicial, para luego obtener conclusiones particulares de ella, que luego serán a su vez comprobadas experimentalmente. Es decir, comprende un paso inicial de inferencias empíricas (observación, por ejemplo) que permiten deducir una hipótesis inicial que sea luego sometida a experimentación.

- **Método lógico inductivo.** Propone el camino inverso: a partir de premisas particulares, se infieren conclusiones universales o generales, ya sea mediante inducciones completas (se consideran todos los elementos que integran el objeto de estudio) o incompletas (se consideran solamente algunos de los elementos que lo componen).

En el presente proyecto de investigación se utilizará un enfoque de carácter mixto:

Teórico con un Enfoque Hipotético Deductivo con el cual se logrará deducir de lo general a lo particular, en base a comprobar una hipótesis; explicando de esta manera los fenómenos y resultados que se vayan obteniendo con la investigación acerca del nuevo material de construcción, ladrillos ecológicos.

Empírico, con el cual mediante la experimentación se podrá ver si las consecuencias de las pruebas son verificadas con hechos, posteriormente se podrán describir sus componentes, sus partes, el comportamiento y los resultados que se vayan generando con el desarrollo de la investigación; también podrán descubrirse diferentes características propias del nuevo material de construcción que más adelante permitirán comprobar o no las hipótesis formuladas.

4.3. Definición De Investigación

La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema.

El objeto es describir, explicar, comprender, controlar, predecir hechos, fenómenos y comportamientos.

4.3.1. Definición del Tipo De Investigación

- ✓ **Exploratoria.** - Muestra aspectos relacionados con un problema particular, evento o situación poco conocida.
- ✓ **Descriptiva.** - En la investigación descriptiva se profundiza un poco más y se logra caracterizar la situación u objeto de estudio. Se trata de un tipo de investigación para describir el fenómeno, diferenciándolo de otro o reconociendo aquellos elementos distintivos.
- ✓ **Causal.** - ¿Busca explicar las relaciones entre las diferentes variables, busca identificar claramente fortalezas y debilidades explicando el Por Qué? ¿Y el Como? Suceden las cosas. Se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado.

- ✓ En el presente proyecto de investigación se realiza una exploración más a detalle del ladrillo ecológico sustentable, utilizando como tipo de investigación:
- ✓ **Exploratoria** por qué se va a explorar un nuevo material constructivo
- ✓ **Descriptiva** se va a ir describiendo propiedades, cualidades y posibles defectos o problemas que se presenten durante su proceso.
- ✓ **Causal** se va a analizar las causas y repercusiones de las pruebas que se puedan realizar en el proyecto.

4.3.2. Diseño De Investigación

Plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento.

El término **diseño** se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema (Wentz, 2014; McLaren, 2014; Creswell, 2013a, Hernández-Sampieri et al., 2013 y Kalaian, 2008). (Hernández-Sampieri, 2013)

(Plan o Estrategia que debe responder a las Preguntas de la Investigación y Cumplir con los Objetivos del Estudio).

4.3.4. Investigación experimental

Según Fidias Arias, autor del libro El Proyecto de Investigación (2015), “la investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos en determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)” (Arias, 2015).

En la investigación de enfoque experimental el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Para Douglas Montgomery, especialista en diseños de experimentos y profesor de la Universidad de Arizona en Estados Unidos, define el experimento como “un ensayo en el que se manipula deliberadamente una o más variables” (A. Alonso, 2016).

Una verdadera investigación experimental se considera exitosa sólo cuando el investigador confirma que un cambio en la variable dependiente se debe a la manipulación de la variable independiente. Es importante para este tipo de investigación, establecer la causa y el efecto de un fenómeno, debe ser claro que los efectos observados en un experimento se deben a la causa. (recimundo, 2020).

4.4. Definición de Variables

Propiedad que tiene una variación que puede medirse u observarse.

4.4.1. Tipos De Variables

- ❖ **Independientes:** son las causas que generan y explican los cambios en la variable dependiente. En los diseños experimentales la variable independiente es el tratamiento que se aplica y manipula en el grupo experimental.
- ❖ **Dependientes:** son aquellas que se modifican por acción de la variable independiente. Constituyen los efectos o consecuencias que se miden y que dan origen a los resultados de la investigación.

En el presente proyecto se determina que la variable independiente es la incorporación del plástico reciclado; como variable de pendiente será el resultado del ladrillo ecológico sostenible mediante el reciclado de plásticos.

Se analizarán las características y cualidades que puede presentar el material y que en el presente trabajo se transforman que podrán ser modificadas, medidas y controladas de acuerdo a la experimentación y manipulación de cada una de ellas en el desarrollo y procedimiento del presente proyecto de investigación.

En el presente proyecto se determina que:

La Variable Independiente:

- Ladrillo Ecológico elaborado mediante el reciclado de Plásticos PET y LDPE

Variable Dependiente:

- Resistencia a la compresión simple no confinada
- Absorción
- Aislante Acústico
- Aislante Térmico

4.5. Operacionalización De Variables

Consiste en un conjunto de procedimientos y actividades que se desarrollan para medir una variable. En otras palabras, especifica qué actividades u operaciones deben realizarse para medir una variable e interpretar los datos obtenidos (SAMPIERE, 2013).

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumentos de medición	Valor de interpretación	Valor final
Contenido de plástico reciclado	Incorporación de plástico reciclado a diferentes porcentajes en peso	Cantidad de plástico	Porcentajes de adición: 10%, 20%, 30%, 40%	Masa: kilogramo (kg)	- Balanzas	Curva de resistencia vs. Contenido de plástico	Contenido de plástico optimo
Ladrillo ecológico <i>LADECO</i>	El ladrillo ecológico sostenible mediante el reciclado de plásticos, <i>LADECO</i> , es un elemento constructivo para muros portantes y de tabiques, que tiene resistencia a la compresión simple.	Características físicas: peso unitario, porcentaje de absorción. Características mecánicas: resistencia simple	Resistencia a la compresión simple no confinada y de carga, color, textura, forma	Masa: kilogramo (kg) Fuerza: newton (N) Presión, esfuerzo: pascal (Pa)	- Balanzas - Calibrador Pie de Rey - Horno - Prensa para resistencia a la compresión no confinada	Resistencia baja Resistencia media Resistencia alta Porcentaje de absorción	Resistencia media Resistencia alta Porcentaje de absorción

CAPÍTULO V.

5. MARCO TÉCNICO Y PROCESO INVESTIGATIVO.

5.1 Diseño Práctico de la Investigación

5.1.1. *Diseño Experimental Aleatorio*

- **Muestras:** Se elabora 14 muestras diferentes a las que se denominan MP1, MP2, M01, M02, M1, M2, M3, M4, MA, MB, MC. Las cuáles serán sometidas a pruebas para analizar y conocer sus características.
- **Pruebas:** Cada muestra será sometida a pruebas para determinar la mejor opción para su aplicación.

Para la producción de las muestras se debe seguir un proceso, registrando datos y tomando fotografías.

Los pasos para la creación de las muestras son los siguientes:

- ✓ Pesar las cantidades de los elementos.
- ✓ Mezclar cada uno de los materiales en seco
- ✓ Añadir la cantidad necesaria de agua a la mezcla.
- ✓ Adicionar a la mezcla las fibras de Plásticos.
- ✓ Proceder al amasado de la mezcla, hasta formar masa homogénea.
- ✓ Colocar la mezcla en el molde de madera
- ✓ Dejar reposar la mezcla.
- ✓ Desmoldar la muestra cuando esta fragüe correctamente.
- ✓ Pesar la muestra una vez que esta fragüe por completo.
- ✓ Anotar todos los resultados y datos obtenidos por la muestra.

- ✓ Comparar los resultados con una muestra sin Plásticos.
- ✓ Llevar un registro fotográfico de la muestra.

5.2. Selección de la muestra

5.2.1. Objetivo de Estudio.

Seleccionar y caracterizar una muestra de ladrillo que permita evaluar de manera precisa y confiable las propiedades físicas del ladrillo ecológico, asegurando la validez y optimización de resultados obtenidos en el presente estudio.

5.2.2. Definición del Universo de Estudio

El universo de estudio se compone de los diferentes tipos de plásticos reciclados disponibles, así como las variadas formulaciones y métodos de producción de ladrillos ecológicos. En esta investigación, el universo incluye plásticos reciclados como PET, HDPE, y LDPE, y sus combinaciones en la producción de ladrillos.

5.2.3. Criterios de Inclusión

Se seleccionarán plásticos reciclados que sean comúnmente disponibles en la región y que tengan un potencial significativo para ser utilizados en la producción de ladrillos ecológicos. Además, se considerarán diferentes tipos de aditivos y mezclas que puedan influir en las propiedades finales del ladrillo.

5.2.4. Criterios de Exclusión

Se excluirán plásticos que no cumplan con los requisitos de reciclaje o que presenten características que impidan su uso efectivo en la fabricación de ladrillos ecológicos, como aquellos que no sean aptos para el proceso de extrusión o que contengan contaminantes nocivos.

5.2.5. Método de Muestreo

Se empleará un muestreo estratificado para asegurar que se consideren las distintas categorías de plásticos reciclados. La combinación de estos tres tipos de plásticos será la base para la elaboración de las muestras con distintos porcentajes para ajustar los parámetros del estudio.

5.2.6. Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se determinará en función del objetivo del estudio y la capacidad de análisis. Se establecerán al menos tres muestras representativas para cada porcentaje de plástico reciclado considerado. Esto permitirá realizar comparaciones significativas entre las diferentes formulaciones y evaluar el rendimiento de los ladrillos ecológicos producidos.

5.2.7. Procedimiento de Recolección

Los plásticos reciclados serán recolectados de centros de reciclaje locales y proveedores de materiales reciclados. Se seguirán normas estrictas para asegurar la pureza y calidad del material recolectado.

5.3. Recolección de Datos.

5.3.1. Instrumentos de Recolección de Datos.

Para el desarrollo de la investigación se utilizará equipos de laboratorio como ser:

Máquina de compresión Simple, sonómetro, termopar.

5.3.2. Métodos recolección de datos.

Se utilizará documentos y registros: Se examinan los datos presentes en documentos ya existentes, sobre la gestión de residuos en la Ciudad de Tarija.

Se realizarán Encuestas:

- A las recicladoras de la ciudad de Tarija, para cuantificar los plásticos.
- A la población de la ciudad de Tarija para conocer el interés por un nuevo material de construcción ecológico.

5.4. Dosificaciones y Porcentajes

Tabla 1

Muestra MP1

MP1 = Arcilla + Cemento + Plásticos	
Peso Mezcla (g) =	2000
Contenido Plástico (%) =	5,0
Peso Plástico (g) =	100,00
Contenido Cemento (%) =	10,0
Peso Cemento (g) =	200,00
Peso Arcilla (g) =	1700
Cantidad de agua (mL) =	1000

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 2*Muestra MP2*

MP2 = Arena + Cemento + Plásticos	
Peso Mezcla (g) =	2000
Contenido Plástico (%) =	5,0
Peso Plástico (g) =	100,00
Contenido Cemento (%) =	10,0
Peso Cemento (g) =	200,00
Peso Arena (g) =	1700
Cantidad de agua (mL) =	500

Nota. Fuente: Elaboración Propia.**Tabla 3***Dosificación Banco 1.*

MUESTRAS	M01	M02	M1	M2	M3	M4
Peso Mezcla (g)	3200	3000	3000	2600	2800	3000
Contenido Plástico (%)	0.0	0.0	3.0	5.0	8.0	10.0
Peso Plástico (g)	0.00	0.00	90.00	130.00	224.00	300.00
Contenido Cemento (%)	0.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Peso Cemento (g)	0.00	450.00	450.00	390.00	420.00	450.00
Peso Arcilla (g)	3200	2550	2460	2080	2156	2250

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4*Dosificación Banco 2.*

MUESTRAS	M01	MA	MB	M2	MC	M4
Peso Mezcla (g)	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Contenido Plástico (%)	0.0	0.0	3.0	5.0	8.0	10.0
Peso Plástico (g)	0.00	0.00	90.00	150.00	240.00	300.00
Contenido Cemento (%)	0.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Peso Cemento (g)	0.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00
Peso Arcilla (g)	3000	2550	2460	2400	2310	2250

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

5.4.1. Dimensiones del ladrillo Ecológico.

Ancho	13
Largo	24
Espesor	6

5.5. Proceso de Elaboración

5.5.1. *Proceso de Elaboración Descriptiva.*

Para la producción de las muestras se debe seguir un proceso, registrando datos y tomando fotografías.

Los pasos para la creación de las muestras son los siguientes:

- ✓ Pesar las cantidades de los elementos.
- ✓ Mezclar cada uno de los materiales en seco
- ✓ Añadir la cantidad necesaria de agua a la mezcla.
- ✓ Adicionar a la mezcla las fibras de Plásticos.
- ✓ Proceder al amasado de la mezcla, hasta formar masa homogénea.
- ✓ Colocar la mezcla en el molde de madera
- ✓ Dejar reposar la mezcla.
- ✓ Desmoldar la muestra cuando esta fragüe correctamente.
- ✓ Pesar la muestra una vez que esta fragüe por completo.
- ✓ Anotar todos los resultados y datos obtenidos por la muestra.
- ✓ Comparar los resultados con una muestra sin Plásticos.
- ✓ Llevar un registro fotográfico de la muestra

5.5.2. *Materiales*

- ✓ Fibras de plásticos
- ✓ Cemento
- ✓ Arcilla
- ✓ Arena
- ✓ Agua

5.5.3. Herramientas

- ✓ Espátula
- ✓ Badilejo
- ✓ Moldes
- ✓ Poruña
- ✓ Guantes

5.5.4. Equipos

- ✓ Prensa Hidráulica
- ✓ Balanza

5.5.5. Actividades Preliminares.

Tabla 5

Lavado y Preparación del Plástico.



<p>Para la preparación de la producción de las fibras de plásticos se realizó primeramente el lavado y secado de los plásticos.</p>	<p>Se procedió a pesar la botella completa y sin la tapa, para conocer el peso de la botella y así conocer cuánto se iba a requerir para las demás muestras.</p>	<p>Se recortó y pesó las partes de las cuales no se utilizará para la producción de fibras de plástico</p>
---	--	--

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6

Producción de las Fibras de Plástico

		
<p>Se pesó las partes que no se utilizarán para la producción.</p>	<p>Se realizó cortes de manera que se pueda introducir en la guillotina para su posterior corte fino.</p>	<p>Se recortó y pesó las partes de las cuales no se utilizará para la producción de fibras de plástico.</p>

		
<p>Se realizó la extracción para la muestra de arcilla de la zona de Miraflores, Banco 1.</p>	<p>Cerca al lugar hay varias ladrillas que optan por utilizar las arcillas del lugar.</p>	<p>Se logró observar terrones de varios tamaños y de color uniforme.</p>
		
<p>Seguidamente se hizo la molienda de este material</p>	<p>Después de moler el material los terrones.</p>	<p>Se continuó golpeando hasta lograr este resultado para</p>

<p>mediante golpes hasta desarmar los terrones.</p>	<p>redujeron en tamaño fácilmente.</p>	<p>logar un mejor trabajo en la mezcla.</p>
		
<p>Se realizó la extracción para la muestra de arcilla de la zona de la av. 2da Circunvalacion.</p>	<p>El color varió con relación a la arcilla del Banco 1, un color más gris que amarillento.</p>	<p>Los terrones de esta arcilla fue más laborioso el trabajo de moler.</p>

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

5.5.5.1. Caracterización De La Arcilla.

BANCO 1: MIRAFLORES

Ensayo de Granulometría – Norma: AASHTO T 27 – 11 / ASTM D 6913.-

Tabla 7

Granulometría Banco 1.

Tamices	Tamaño Abertura (mm)	% Pasa Total
3"	76.20	100.0
2"	50.80	100.0
1½"	38.10	100.0
1"	25.40	100.0
¾"	19.05	100.0
½"	12.50	100.0
⅜"	9.53	100.0
Nº 4	4.75	100.0
Nº 10	2.00	100.0
Nº 40	0.425	99.1
Nº 200	0.075	96.4

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 8

Composición Porcentual del Suelo Banco 1.

Composición Porcentual del Suelo			
Grava:		0.0	
Arena:	3.6	Gruesa:	0.0
		Media:	0.9
		Fina:	2.7
Limo y Arcilla:		96.4	

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Análisis granulométrico por sedimentación. - Se ha realizado el ensayo de sedimentación y se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 9

Análisis Granulométrico por Sedimentación

Limo	35.0 %
Arcilla	65.0 %

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Ensayo de Límite Líquido – Norma: AASHTO T 89 / ASTM D 4318.- El suelo con un contenido de agua de 32 %, indica que es la cantidad frontera entre el estado líquido y estado plástico del comportamiento del suelo. Si el suelo consigue mayor humedad, se comportará como una pasta viscosa sin resistencia al esfuerzo cortante. Y con menor humedad el suelo se comportará en estado plástico, admitiendo deformaciones.

Ensayo de Límite Plástico – Norma: AASHTO T 90 / ASTM D 4318.- El suelo con un contenido de agua de 21 %, indica que es la cantidad frontera entre el estado plástico y estado semisólido del comportamiento del suelo. Si el suelo consigue mayor humedad, se comportará en estado plástico, admitiendo deformaciones. Y con menor humedad el suelo se comportará en estado semisólido.

Índice de Plasticidad. - La diferencia matemática entre los valores del límite líquido y límite plástico, representa el índice de plasticidad de un suelo.

El suelo tiene un *I.P. de 11 %*. El suelo es de media plasticidad.

Clasificación del suelo. - El suelo tiene la siguiente clasificación según los dos sistemas usados en nuestro medio.

Tabla 10

Clasificación del Suelo Banco 1.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
SISTEMA UNIFICADO - NORMA ASTM D 2487	
Símbolo:	CL
Nombre:	Arcilla de media plasticidad
SISTEMA AASHTO - NORMA ASTM D 3282	
Símbolo:	A - 6 (11)
Nombre:	Suelo arcilloso

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

BANCO 2: SEGUNDA CIRCUNVALACION

Ensayo de Granulometría – Norma: AASHTO T 27 – 11 / ASTM D 6913.-

Tabla 11

Ensayo de Granulometría Banco 2.

Tamices	Tamaño Abertura (mm)	% Pasa Total
3"	76.20	100.0
2"	50.80	100.0
1½"	38.10	100.0
1"	25.40	100.0
¾"	19.05	100.0
½"	12.50	100.0
⅜"	9.53	100.0
Nº 4	4.75	100.0
Nº 10	2.00	100.0
Nº 40	0.425	100.0
Nº 200	0.075	97.8

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12

Composición Porcentual del Suelo Banco 2.

Composición Porcentual del Suelo			
Grava:		0.0	
Arena:	2.2	Gruesa:	0.0
		Media:	0.0
		Fina:	2.2
Limo y Arcilla:		97.8	

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Análisis granulométrico por sedimentación. - Se ha realizado el ensayo de sedimentación y se obtuvo los siguientes resultados

Tabla 13

Análisis Granulométrico por Sedimentación Banco 2.

Limo	15.0 %
Arcilla	85.0 %

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Ensayo de Límite Líquido – Norma: AASHTO T 89 / ASTM D 4318.- El suelo con un contenido de agua de 54 %, indica que es la cantidad frontera entre el estado líquido y estado plástico del comportamiento del suelo. Si el suelo consigue mayor humedad, se comportará como una pasta viscosa sin resistencia al esfuerzo cortante. Y con menor humedad el suelo se comportará en estado plástico, admitiendo deformaciones.

Ensayo de Límite Plástico – Norma: AASHTO T 90 / ASTM D 4318.- El suelo con un contenido de agua de 29 %, indica que es la cantidad frontera entre el estado plástico y estado semisólido del comportamiento del suelo. Si el suelo consigue mayor humedad, se comportará en estado plástico, admitiendo deformaciones. Y con menor humedad el suelo se comportará en estado semisólido.

Índice de Plasticidad. - La diferencia matemática entre los valores del límite líquido y límite plástico, representa el índice de plasticidad de un suelo.

El suelo tiene un *I.P. de 25 %*. El suelo es de media plasticidad.

Clasificación del suelo. - El suelo tiene la siguiente clasificación según los dos sistemas usados en nuestro medio.

Tabla 14

Clasificación del Suelo Banco 2.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
SISTEMA UNIFICADO - NORMA ASTM D 2487	
Símbolo:	CH
Nombre:	Arcilla de alta plasticidad
SISTEMA AASHTO - NORMA ASTM D 3282	
Símbolo:	A - 7 - 6 (29)
Nombre:	Suelo arcilloso

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

5.5.6. Elaboración de las muestras Preliminares

Tabla 15

Elaboración de Muestras Preliminares

		
<p>Se realizó los pesajes correspondientes a MP1.</p>	<p>Una vez teniendo todo pesado se procedió a la mezcla.</p>	<p>Se mezclaron arcilla y cemento cuando este bien integrado adicionamos el agua poco a poco.</p>
		

<p>Se adicionó los plásticos y se mezcló, hasta lograr una mezcla homogénea.</p>	<p>Luego de mezclar se procedió al vaciado en el molde provisorio para dejarlo en reposo.</p>	<p>Se observó que al vaciar al molde la mezcla elaborada ocupa un 95% casi lleno.</p>
		
<p>Realizamos los pesajes correspondientes a MP1.</p>	<p>Se incorporó arena y cemento.</p>	<p>Se adicionó el agua poco a poco.</p>
		

Se adicionó los plásticos.	Se vertió al molde la mezcla.	Dejamos reposar ambas muestras.
----------------------------	-------------------------------	---------------------------------

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

5.5.7. Elaboración de las muestras Definidas

Tabla 16

Elaboración de Muestras Definidas

		
Elaboración M1, M2, M3. Procedemos a pesar las fibras de plástico.	Se pesó la arcilla y la arena.	Se tiene todos los materiales pesados de cada muestra.

		
<p>Se mezcló la arcilla con el cemento.</p>	<p>Se incorporó las fibras de los plásticos a la mezcla.</p>	<p>Se agregó el agua poco a poco hasta lograr que se integren todas sus partes.</p>
		
<p>Una vez tenido la mezcla se preparó para el vaciado en los moldes respectivos</p>	<p>Fue preparado el molde y la superficie donde se hizo el vaciado.</p>	<p>Se vació la mezcla para luego dejar reposar.</p>

		
<p>Elaboración M4 se inició con los pesajes respectivos de los materiales a utilizar para la mezcla.</p>	<p>Se observa que las fibras de plástico requerido para esta muestra tienen un volumen visual considerable.</p>	<p>Se pesó la arcilla según lo requerido para esta muestra.</p>
		
<p>Se pesó el cemento.</p>	<p>Se procedió a mezclar la arcilla con el cemento.</p>	<p>Se añadió los plásticos.</p>

		
<p>Se agregó el agua poco a poco hasta que se integre bien la mezcla.</p>	<p>Se percibe gran volumen por la cantidad de plasticos que contiene.</p>	<p>Una vez bien mezclado se procedió al vaciado en molde.</p>
		
<p>Para la elaboración de M02 se inició con los pesajes respectivos.</p>	<p>Se pesó la arcilla.</p>	<p>Se pesó el cemento.</p>

		
<p>Se mezcló el cemento y la arcilla para luego adicionar el agua poco a poco.</p>	<p>Hasta lograr una mezcla homogénea.</p>	<p>Se vació la mezcla en el molde.</p>
		
<p>Para la elaboración de M01 se inició con los pesajes respectivos.</p>	<p>Se procedió a mezclar la arcilla con el agua.</p>	<p>Poco a poco se agregó el agua mientras se continuó mezclando.</p>

		
<p>Se vació al molde la ultima muestra para luego dejar en reposo.</p>	<p>Se afinó detalles para un acabado mas prolijo.</p>	<p>Luego de 7 dias se procede al delmolde de las muestras.</p>

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

5.5.8. Elaboración de la Maqueta para Pruebas.

Tabla 17

Elaboración de Maqueta para Pruebas

		
<p>Se inició el proceso de elaboración moliendo la arcilla para lo cual se realizó en piedra.</p>	<p>Se produjeron las fibras plásticas, este es el proceso más moroso.</p>	<p>Se inició la mezcla para la producción de los ladrillos, mezclando la arcilla, cemento y plásticos.</p>
		

<p>Se procedió al vaciado y al desmolde de cada molde.</p>	<p>Una vez curados se dio inicio a elaborar la maqueta.</p>	<p>Se llegaron a producir 60 ladrillos.</p>
		
<p>Se inició con la mezcla y el armado del muro.</p>	<p>Las juntas se las realizó con el mismo material, solo arcilla y agua.</p>	<p>Una vez concluido el muro se deja que tome su proceso de secado.</p>
		

Después de 8 días se observó que ya está seco.	Finalmente se colocó una cubierta en forma de tapón para luego realizar pruebas.	
--	--	--

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

5.6. Observación y Pruebas.

5.6.1. Pruebas de Resistencia a la Compresión MP1 y MP2

Tabla 18

Pruebas de Resistencia a la Compresión Pruebas Preliminares.

		
La máquina de Compresión sirve para determinar la resistencia y deformación de un material cuando se le aplica presión.	Se pesó las muestras MP1 con la que se obtiene un peso de 190.40 gr. De igual manera se pesa MP2.	Se introdujo las muestras MP1 y MP2 sobre el disco de la máquina de compresión.

		
<p>Se leyó los datos teniendo como resultado MP1 3.5 MPa y MP2 con 5.5MPa</p>	<p>Se observó leves fisuras en MP1, siendo MP2 la que más tubo perdida y fisuras.</p>	<p>MP2 presentó más fisuras y quiebres, con algo de pérdida del material.</p>

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

5.6.2. Pruebas de Resistencia M1, M2, M3.

Tabla 19

Pruebas de Resistencia de M1, M2 y M3.



<p>Se midió cada una de las muestras: M1, M2, M3.</p>	<p>Se pesó la muestra M1.</p>	<p>De la misma manera se pesó la muestra M2.</p>
		
<p>Se pesó la muestra M3, para luego insertar la muestra en los discos.</p>	<p>Se inició la prueba, se colocó cada muestra de la misma manera sobre los discos.</p>	<p>En cada muestra se observó que los bordes del ladrillo tienen algo de pérdida del material.</p>
		

Se leyeron los valores dados por la pantalla de cada una de las muestras.	La muestra que menos reflejó pérdida de material es la M3.	Las muestras presentaron pérdidas en sus esquinas y bordes.
---	--	---

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

5.6.3. Pruebas de Resistencia MA, MB, MC.

Tabla 20

Pruebas de Resistencia MA, MB, MC.

		
La máquina de Compresión sirve para determinar la resistencia y deformación de un material cuando se le aplica presión.	Se pesó las muestras comenzando por la MA con la que se obtiene un peso de 2724.1 gr.	Se introdujo el ladrillo sobre el disco de la máquina de compresión.

		
<p>Se leyó los datos teniendo como resultado 178.4 KN y 23.6 MPa</p>	<p>Los restos de la muestra quedaron mayormente divididos debido a que no contiene plásticos.</p>	
		
<p>Se procedió a pesar la siguiente muestra MB la cual tiene un peso de 2502.5 gr.</p>	<p>Se colocó la muestra MB sobre el disco, para proceder a iniciar la prueba.</p>	<p>Se observó que los bordes se quiebran.</p>

		
<p>Se leyó los datos teniendo como resultado 955.5 KN y 30.62 MPa.</p>	<p>No se percibieron fisuras el ladrillo permaneció sin quiebres, solo el borde reflejó deformidad.</p>	
		
<p>Se procedió a pesar la siguiente muestra MC la cual tubo un peso de 2636.2 gr.</p>	<p>Se colocó la muestra MC sobre el disco, para proceder a iniciar la prueba.</p>	<p>Se observó que los bordes se quiebran y rápidamente cayeron trozos del material.</p>

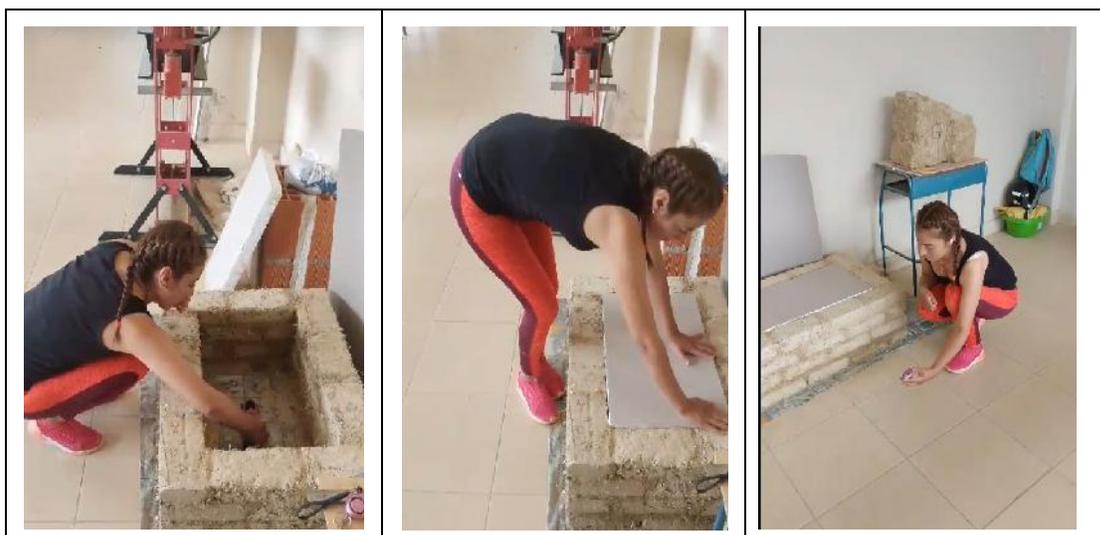
		
<p>Se leió los datos teniendo como resultado 792.5 KN y 25.61 MPa.</p>	<p>El ladrillo reflejó quiebres en los bordes mayormente divididos.</p>	

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

5.6.4. Pruebas de Reducción al Sonido.

Tabla 21

Pruebas de Reducción al Sonido



<p>Se introdujo el Sonómetro dentro de la maqueta.</p>	<p>Se prendió el equipo y configuró para que registre el valor máximo.</p>	<p>Se inició a retirar el gatillo de la alarma durante un periodo corto de tiempo.</p>
		
<p>Se sacó la cubierta para lecturar el dato que alcanzó a medir el sonómetro.</p>	<p>Se observó que el aparato detectó un aumento de sonido debido a la activación de la alarma.</p>	<p>El dato es 88.1</p>
		

<p>En el mismo ambiente de laboratorio se procedió a cambiar de lugar al sonómetro</p>	<p>Se midió el sonido de la alarma en dentro del mismo ambiente.</p>	<p>Se colocó el sonómetro sobre el meson de actividades del laboratorio.</p>
		
<p>El cual inicialmente marcaba 60.2 se activó la alarma liberando el sonido.</p>	<p>Y se observó que se detecta un valor de 109.8</p>	

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

5.6.5. Pruebas de Absorción por Sumergimiento a 24 hrs.

Tabla 22

Pruebas de Absorción a 24 h.

		
<p>Se pesó las muestras M1, M2, M3, antes de sumergirlas en agua.</p>	<p>Se sumergió cada una de las muestras durante 24 hrs.</p>	<p>Se inició a retirar del agua cada una de las muestras.</p>
		

<p>M1 luego de la inmersión pesó 2014 gr. se observó mucha pérdida.</p>	<p>M2 luego de la inmersión pesó 2813 gr. Se observó pérdida en menos medida.</p>	<p>M3 saturado pesó 3460 gr. Es el que menos pérdida presentó.</p>
		
<p>Se colocó las muestras saturadas para dejarlas reposar al sol.</p>	<p>Luego de 24 hrs. Las muestras están secas.</p>	<p>La muestra que mejor resultado tubo fue la M3.</p>

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

5.6.6. Pruebas de Absorción por Sumergimiento Entre Tiempos.

Tabla 23

Pruebas de Absorción entre tiempos

		
<p>Se procedió a pesar la muestra M3 para sumergirla en agua. Se registró un peso de 2371 gr.</p>	<p>En un recipiente de agua se sumergió la muestra en diferentes tiempos. 30min, 1,2 y 3 hrs.</p>	<p>Pesando M3 se tiene que la muestra saturada pesó 2987 gr. Luego de 30 min de sumersion.</p>
		

Luego de 1 hrs. de sumersion la muestra saturada pesa 2990 gr.	Luego de 2 hrs. de sumersion la muestra saturada pesa 2990 gr.	Luego de 3 hrs. de sumersion la muestra saturada pesa 2991 gr.
--	--	--

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

5.6.7. Pruebas de Determinación de la Conductividad Térmica de Materiales.

Tabla 24

Pruebas de Conductividad Térmica.

		
Se procedió a instalar un foco de calor para introducirle calor a la maqueta.	Se instaló y se conectó los cables del termopar a las caras del muro tanto interior como exterior.	Se verificó sobre todo que tenga contacto con el muro. Se encendió los equipos

		
<p>Se inició la prueba y se registró una temperatura de 24 °C del muro exterior.</p>	<p>Se registró una temperatura de 24 °C del muro interior.</p>	<p>Después de 30 min. se tubo una temperatura de 35 °C del muro interior.</p>
		
<p>el muro exterior tiene una temperatura de 24 °C manteniendose constante.</p>	<p>Después de 1 h. se registró una temperatura de 37 °C del muro interior.</p>	<p>El muro exterior registró una temperatura de 24 °C manteniendose constante.</p>

		
<p>Después de 2 h. se registró una temperatura de 40 °C del muro interior.</p>	<p>El muro exterior registró una temperatura de 25 °C.</p>	<p>Durante todo el proceso de la práctica la tapa siempre cerrada y los aparatos conectados.</p>
		
<p>Después de 3 h. se registró una temperatura de 42 °C del muro interior.</p>	<p>el muro exterior registró una temperatura de 25 °C.</p>	

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

5.7. Reporte de Resultados.

5.7.1. Análisis de resultados De las Pruebas de Resistencia a la Compresión Muestras Preliminares.

Con las pruebas preliminares se ha logrado determinar que la resistencia a la compresión cumple resistencias para ladrillos. Analizando las variables para las pruebas preliminares y dado que la propuesta de la investigación desea alcanzar un enfoque ecológico y sostenible se opta por continuar las siguientes pruebas con Arcilla, Plásticos y un porcentaje mínimo de cemento; debido a que la arena es producto de la extracción de áridos de los ríos y estos están siendo sobre explotados en nuestro medio para la construcción. Por tal razón se propone utilizar la Arcilla como material base para la elaboración del ladrillo ecológico ya que este material, predomina en la ciudad de Tarija.

5.7.2. Análisis de Resultados De las Pruebas de Resistencia a la Compresión Muestras Definidas.

El ladrillo elaborado con arcilla “M - 01”, presenta resistencia a la compresión simple muy baja, de 3.97 kgf/cm^2 , no adecuada para uso como ladrillos en mampostería.

El ladrillo elaborado con arcilla y cemento “M - 02”, presenta resistencia a la compresión simple de 25.83 kgf/cm^2 , adecuada para uso como ladrillos en mampostería.

De los resultados mencionados anteriormente; se determina que la elaboración de ladrillos de arcilla no cocidos, debe incorporarse cemento, para conseguir resistencias a la compresión aceptables para el uso en mampostería.

El cemento en contacto con el agua y mezclándolo con la arcilla, luego del fraguado del cemento, y curado del ladrillo, se incrementa la resistencia.

Con la incorporación de plásticos reciclados, a la arcilla y cemento, de acuerdo a los resultados obtenidos y explicado en la gráfica adjunta; se observa un incremento del doble a la resistencia a la compresión, con respecto al ladrillo de arcilla y cemento con la incorporación del 3% de plásticos.

Tabla 25

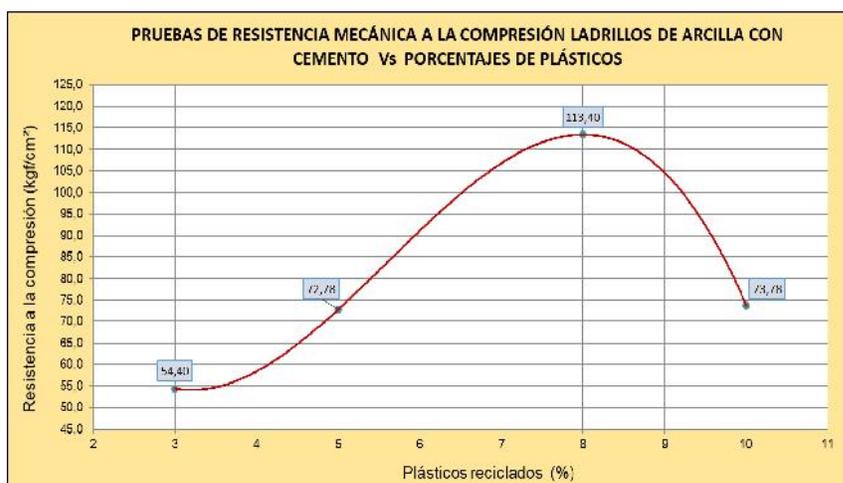
Resistencia a la Compresión Banco 1.

Prueba N°	Referencia	Resistencia a la Compresión	
		MPa	(kgf/cm ²)
M - 01	Arcilla	0,39	3,97
M - 02	Dosificación de prueba arcilla - cemento	2,53	25,83
M - 1	Dosificación de prueba arcilla - cemento - plásticos 3%	5,33	54,40
M - 2	Dosificación de prueba arcilla - cemento - plásticos 5%	7,14	72,78
M - 3	Dosificación de prueba arcilla - cemento - plásticos 8%	11,12	113,40
M - 4	Dosificación de prueba arcilla - cemento - plásticos 10%	7,24	73,78

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 1

Curva de Resistencia a la Compresión Banco 1.



Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 26

Resistencia a la Compresión Banco 2.

Prueba N°	Referencia	Resistencia a la Compresión	
		MPa	(kgf/cm ²)
M - 1	Dosificación de prueba arcilla - cemento - plásticos 3%	25,96	264,76
M - 2	Dosificación de prueba arcilla - cemento - plásticos 5%	27,43	279,74
M - 3	Dosificación de prueba arcilla - cemento - plásticos 8%	30,88	314,91

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 2

Curva de Resistencia a la Compresión Banco 2.



Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Con la incorporación de plásticos reciclados en la elaboración de los ladrillos, la resistencia a la compresión simple va en aumento, hasta llegar a un valor pico de resistencia de 113.40 kgf/cm², a un porcentaje de plásticos del 8%. Posteriormente, se observa que, a mayor cantidad de incorporación de plásticos reciclados a los ladrillos, la resistencia a la compresión simple va desmejorando.

En la elaboración del ladrillo de arcilla, cemento y 10% de plásticos, fue complicada la confección por el abultamiento de los plásticos en el molde del ladrillo.

5.7.3. Análisis de Resultados De las Pruebas de Absorción por 24 hrs.

De las pruebas de absorciones en 24 horas de inmersión de los ladrillos, se observa por la gráfica adjunta, que la arcilla con cemento absorbe 30.2% de agua; posteriormente, los ladrillos de arcilla, cemento y plásticos reciclados al 3%, 5%, 8%, tienen tendencia de ir disminuyendo la capacidad de absorción a medida que más plásticos se incorporen, la curva se comporta en descenso.

Tabla 27*Absorción por 24 hrs.*

Nº de Prueba		M - 1	M - 2	M - 3
Plásticos reciclados	%	3,0	5,0	8,0
Peso muestra saturada luego de la inmersión, P _{SS}	g	2014	2813	3459
Peso muestra seca, P _S	g	1530	2163	2691
Absorción, $[(P_{SS} - P_S) * 100] / P_S$	%	31,6	30,1	28,5

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 3

Curva de Prueba de Absorción.



Nota. Fuente: Elaboración Propia.

La menor cantidad de absorción de agua del ladrillo es debido a que los plásticos no permiten una mayor absorción del agua en el ladrillo, porque los plásticos son impermeables.

5.7.4. Análisis de Resultados De las Pruebas de Absorción en los periodos de 30min, 1h, 2h, y 3h.

Tabla 28

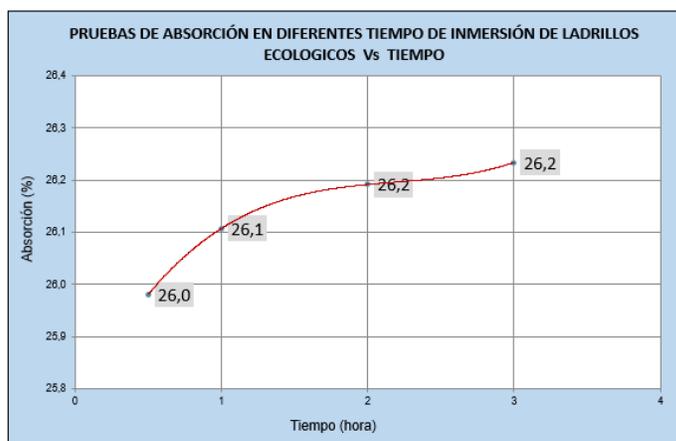
Absorción en periodos de tiempo.

Nº de Prueba		1	2	3	4
Tiempo de inmersión en agua de la muestra		30 min.	1 hora	2 hora	3 horas
Peso muestra saturada luego de la inmersión, P _{SS}	g	2987	2990	2992	2993
Peso muestra seca, P _S	g	2371	2371	2371	2371
Absorción, $[(P_{SS} - P_S) * 100] / P_S$	%	26,0	26,1	26,2	26,2

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 4

Curva de Pruebas de Absorción en periodos de tiempo.



Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Se observa una absorción uniforme a partir de los 60 min. de absorción.

ANÁLISIS DE COSTOS

Para analizar el costo de los ladrillos ecológicos con plásticos reciclados, mencionamos los materiales que se utilizan en la investigación: arcilla, plásticos y cemento.

Se hizo una entrevista con el señor Javier Gómez Huarachi, propietario de la ladrillera de “GOMEZ”, ubicado en la avenida Los Sauces en el Barrio German Buch. La empresa del señor Gómez, fábrica ladrillos artesanales tipo Gambote, de arcilla cocida.

El señor Gómez proporciono el costo de la arcilla, de Bs. 250 por una volqueta de 12 metros cúbicos.

El costo de los materiales se calcula por los rendimientos que se necesitan para fabricar un ladrillo con plásticos reciclados. Por consiguiente, el peso promedio de un ladrillo es de 3000 gramos o 3 kilos, para elaborar un ladrillo, se necesita 240 gramos de plástico, equivale al 8% en peso del ladrillo. La tonelada de plásticos reciclados triturados es de Bs. 800. Equivale en precio productivo a Bs. 0.80 por 1 kilogramo de plástico para elaborar 1 ladrillo ecológico.

La cantidad de cemento para 1 ladrillo, es de 300 gramos o 0.300 kilogramos. El precio de una bolsa de cemento es Bs. 45, la bolsa de cemento pesa 50 kilogramos. Equivale en precio productivo a Bs. 0.90 por kilogramo de cemento para elaborar 1 ladrillo ecológico.

Se necesita 2460 gramos o 2.46 kilogramos de arcilla para elaborar 1 ladrillo ecológico. El peso unitario suelto de la arcilla suelta que se transporta en una volqueta es de 1300 kg/m³. Relacionando el peso de arcilla entre el peso unitario suelto (2.46 kg / 1300 kg/m³), se obtiene el rendimiento de la arcilla en volumen, de 0.0019 metros cúbicos para elaborar 1 ladrillo ecológico.

El precio productivo de la arcilla lo obtenemos con los datos proporcionados por la ladrillera “GOMEZ”, Bs. 250 / 12 m³ = 20.83 pesos bolivianos cuesta 1 metro cubico de arcilla.

El costo del personal para elaborar los ladrillos, implica un ladrillero y un ayudante. El precio productivo y rendimiento está en base a la experiencia de la ladrillera “GOMEZ” y tiempos de ejecución de los ladrillos ecológicos que se realizaron en la investigación.

Con los datos determinados de costos y rendimientos de los materiales y mano de obra, se elabora el siguiente cuadro de análisis de precio unitario para elaborar 1 pieza de ladrillo ecológico.

Unidad:	Pieza
Cantidad:	1
Moneda:	Pesos Bolivianos

1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO Bs.	COSTO TOTAL Bs.
Arcilla	m ³	0.0019	20.83	0.039
Cemento Portland Tipo I - P30	kg	0.3000	0.90	0.270
Plástico reciclado	kg	0.2400	0.80	0.192
TOTAL MATERIALES, Bs. :				0.50
2. MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
Ladrillero	hr	0.01300	22.73	0.30
Ayudante	hr	0.02300	13.63	0.31
MANO DE OBRA, Bs. :				0.61
PRECIO UNITARIO DE UN (1) LADRILLO, Bs :				1.11

El precio para elaborar un ladrillo ecológico, es de Bs. 1.11 (Un con 11/100 pesos bolivianos). Se va calcular la cantidad de ladrillos que se necesita para construir un metro cuadrado de muro.

Dimensiones del ladrillo ecológico y espesores de las juntas vertical y horizontal

Largo =	0.24	m
Ancho =	0.13	m
Altura =	0.06	m
Junta vertical =	0.025	m
Junta horizontal =	0.025	m
Espesor del muro: ancho =	0.13	m

Nº de ladrillos fila horizontal = $1 / (0.24+J.v.) =$	3.77	pza / m
Nº de ladrillos columnas vertical = $1 / (0.06+J.h.) =$	11.76	pza / m
Total ladrillos netos por cada m ² de muro (c) =	44.395	pza / m ²

Total ladrillos ecológicos =	45	pzas / m ²
------------------------------	----	-----------------------

Para construir 1 metro cuadrado de muro con ladrillos ecológicos, se necesita 45 piezas de ladrillos, multiplicado por el precio unitario por ladrillo, Bs. 1.11; el costo del metro cuadrado de muro es de Bs. 50.0.

La ladrillera “GOMEZ”, facilitó una proforma con el costo unitario de tres productos de ladrillos gambotes artesanales de arcilla cocida, que venden. Ladrillo gambote de primera, costo de Bs. 1.50 la pieza. Ladrillo gambote intermedio, costo de Bs. 1.40 la pieza. Ladrillo gambote de segunda, costo de Bs. 1.20 la pieza.

El ladrillo gambote de primera es principalmente utilizado para pisos, cámaras de agua.

Los ladrillos gambote intermedio y de segunda, son utilizados para muros divisorios.

Se hace un análisis comparativo de costos en el caso si se utilizaría ladrillos gambote cocidos.

Dimensiones del ladrillo gambote Ladrillera “GOMEZ” y espesores de las juntas vertical y horizontal

Largo =	0.23	m
Ancho =	0.12	m
Altura =	0.06	m
Junta vertical =	0.025	m
Junta horizontal =	0.025	m
Espeor del muro: ancho =	0.12	m

N° de ladrillos fila horizontal = $1 / (0.23+J.v.)$	=	3.92	pza / m
N° de ladrillos columnas vertical = $1 / (0.06+J.h.)$	=	11.76	pza / m
Total ladrillos netos por cada m ² de muro (c) =	=	46.136	pza / m ²

Total ladrillos Gambotes =	47	pzas / m ²
----------------------------	----	-----------------------

Para construir 1 metro cuadrado de muro con ladrillos gambotes cocidos, de intermedio y segunda, se necesita 47 piezas de ladrillos, multiplicados por los precios unitarios por cantidad de ladrillos, Bs. 1.40 y Bs. 1.20; los costos del metro cuadrado de muros son de Bs. 65.80 y Bs. 56.40, respectivamente.

Con los costos estimados, se concluye que usar ladrillos ecológicos para la construcción de muros divisorios, es más económico respecto con los ladrillos tipo gambotes de arcilla cocida.

5.7.5. Análisis de Resultados De las Pruebas de Conductividad Térmica.

Se observa mediante la prueba de inducción de calor a la maqueta que el ladrillo tiene propiedades adecuadas de aislamiento térmico óptimo, el ladrillo ecológico tiene la capacidad de oponerse al paso del calor.

La temperatura se incremento de 24°C. a 42°C. En el interior de la maqueta y en el exterior se registro una temperatura constante de 24°C. a 25°C. con una variación de 1°C.

5.8. Conclusiones.

Las conclusiones que se obtienen son las siguientes:

- ✓ **Adecuación del Material:** La arcilla empleada en la fabricación de ladrillos cumple con las especificaciones técnicas requeridas para la mampostería, demostrando su idoneidad para la producción de ladrillos.
- ✓ **Método de Fabricación:** La producción de las muestras no contempla la cocción, evitando así el consumo de madera, lo que representa una opción más sostenible.
- ✓ **Mejora de Cohesión:** Para optimizar la cohesión de los ladrillos sin cocción, se ha añadido un porcentaje controlado de cemento, contribuyendo a la integridad estructural del producto.
- ✓ **Incremento de la Resistencia:** La incorporación de fibras plásticas en la mezcla de ladrillos mejora significativamente la resistencia a la compresión, lo cual es fundamental para su durabilidad y desempeño.
- ✓ **Justificación del Uso de Arcilla:** La elección de arcilla para la elaboración de los ladrillos se justifica por la abundancia de este tipo de suelo en la región de Tarija, lo que facilita el abastecimiento del material y reduce los costos de producción.
- ✓ **La incorporación de fibras plásticas en el ladrillo ecológico reduce significativamente la absorción de agua, dado que las fibras plásticas presentan propiedades impermeables que limitan la penetración de humedad.**

- ✓ La elaboración de los ladrillos ecológicos no requiere mano de obra calificada es auto construible por lo que promueven accesibilidad, inclusión comunitaria y reducen costos de construcción.
- ✓ Reducción de Absorción: Las fibras plásticas mejoran la impermeabilidad, disminuyendo la absorción de agua.
- ✓ El material ofrece buena resistencia al paso del calor.
- ✓ La incorporación de las fibras plásticas ayuda a que los materiales se adhieran y se logre una mayor cohesión evitando fisuras.
- ✓ La complejidad en la producción de fibras de plástico plantea una preocupación significativa respecto al tiempo requerido para su producción.

5.9. Recomendaciones.

Aplicación en muros divisorios internos:

- ✓ Los ladrillos ecológicos son ideales para su uso en muros divisorios internos, ya que ofrecen un alto nivel de aislamiento térmico y acústico. Esto mejora la eficiencia energética y el confort en espacios habitacionales, especialmente en climas extremos o áreas urbanas con altos niveles de ruido.
- ✓ Se recomienda la implementación de ladrillos ecológicos en proyectos de viviendas sociales y privadas debido a su bajo costo de producción, lo que los convierte en una alternativa económica y accesible para atender la demanda de soluciones habitacionales en comunidades de bajos recursos.

En cuanto al posible desprendimiento de toxinas del plástico:

- ✓ Los ladrillos ecológicos, al incorporar fibras plásticas, son considerados un material seguro bajo condiciones normales de temperatura. La liberación de

compuestos tóxicos de estos plásticos solo ocurre a partir de temperaturas superiores a 80°C, lo que garantiza su estabilidad y seguridad en aplicaciones habituales.

En cuanto a la producción de fibras de plástico:

- ✓ Se recomienda optimizar el proceso de producción de la materia prima, de las fibras de plástico, ya que no se cuenta con maquinaria requerida que pueda realizar el tipo de corte.

5.9.1. Posibles Líneas de Acción

1. Mejora del diseño y composición de los ladrillos

Proporciones óptimas de materiales reciclados: Investigar cómo diferentes proporciones de PET, LDPE, y otros aditivos afectan la resistencia, durabilidad y aislamiento térmico/acústico.

Alternativas de aglutinantes: Explorar el uso de resinas naturales, polímeros biodegradables, o cementos alternativos de bajo impacto ambiental.

2. Optimización del proceso de fabricación

Métodos de procesamiento térmico: Analizar técnicas de prensado o calentamiento más eficientes y de menor consumo energético.

Uso de energías renovables: Incorporar paneles solares o energía eólica para reducir la huella de carbono del proceso productivo.

3. Evaluación de impacto ambiental y social

Análisis del ciclo de vida (LCA): Cuantificar la huella ecológica desde la recolección de plásticos hasta el uso final del ladrillo.

Gestión de residuos plásticos: Diseñar sistemas eficientes para recolectar y clasificar plásticos PET y LDPE en la ciudad de Tarija.

Impacto en comunidades locales: Analizar cómo este proyecto podría generar empleo y mejorar la calidad de vida en áreas urbanas y rurales.

4. Caracterización técnica y validación del producto

Cumplimiento de normas: Evaluar el cumplimiento de estándares internacionales y locales para materiales de construcción.

Pruebas en condiciones reales: Instalar prototipos en construcciones y monitorear su desempeño a lo largo del tiempo (clima, humedad, estrés mecánico).

Comparativa con ladrillos tradicionales: Determinar las ventajas (económicas, técnicas y ecológicas) frente a ladrillos convencionales.

5. Aplicaciones alternativas del material

Desarrollo de otros productos: Investigar cómo los plásticos reciclados pueden usarse para fabricar adoquines, tejas o paneles de construcción..

7. Exploración de mercados

Estudio de viabilidad económica: Evaluar los costos de producción y el precio competitivo del ladrillo en el mercado.

Exportación: Analizar la posibilidad de expandir el producto a otras regiones con problemas similares de residuos plásticos.