

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Arquitectura



TESIS DE GRADO

LADRILLO ECOPETO

PLANTEAMIENTO Y PROPUESTA DE UN LADRILLO ECOLÓGICO A BASE DE PET

Tutor: Daniel Ricardo Posada

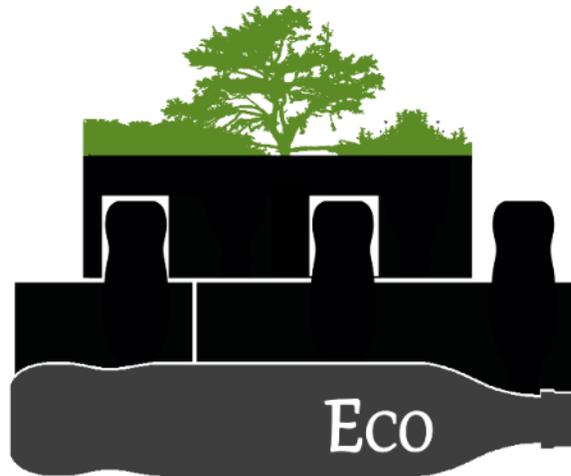
Autores: Juan David López Pareja

Daniel Rojas Trejos



LADRILLO ECOPETO





LADRILLO ECOPETO

PLANTEAMIENTO Y PROPUESTA DE UN LADRILLO ECOLÓGICO A BASE DE PET

Tutor: Daniel Ricardo Posada

Autores: Juan David López Pareja

Daniel Rojas Trejos

“La tierra es nuestra casa, parece convertirse cada vez más en un inmenso depósito de porquería”

Papa San Francisco

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios por darnos la vida y el talento para llevar acabo nuestra profesión y por tener la oportunidad de ayudar a las personas por medio de la Arquitectura, a nuestra familia por su apoyo incondicional y grato empeño en lo que más amamos hacer, su constancia y su esfuerzo por formarnos como personas de bien, a nuestros amigos por su entrega, su amistad y por impulsarnos a pensar en grande y conocer el mundo, a la Universidad Católica de Manizales por brindarnos los espacios para realizar nuestro Proyecto de grado, por enseñarnos a hacer primero personas y luego profesionales, Y finalmente, al Arquitecto – Tutor Daniel Ricardo Posada, por su disposición, colaboración y seguimiento en el desarrollo del Proyecto.

A todos muchas gracias.

Juan David López Pareja, Daniel Rojas Trejos.

RESUMEN

Se propone diseñar un ladrillo ecológico en la UCM a base de materiales PET y Ecoladrillos con botellas PET, con la finalidad de generar un ahorro de los materiales de uso tradicional tales como el cemento, arena, siendo diferente a los ladrillos ecológicos ya propuestos en la industria ya que se incluye el Ecoladrillo. Este elemento es el que nos hace mas innovadores, teniendo como resultado un tipo de ladrillo ecologico hibrido, que emplea dos formas de reciclaje, primero las partículas de Pet trituradas, y segundo las envolturas de dulces que se encuentran en el interior de los ecoladrillos, generando diferentes tipos de soluciones arquitectónicas las cuales disminuyan la contaminación ambiental provocada por las técnicas tradicionales.

Para el desarrollo del ladrillo, se realizó fichas descriptivas que contienen las especificaciones técnicas de los ladrillos tradicionales con materiales como arcilla y cemento y los ecologicos a base de PET que se están empleando actualmente en el mercado los cuales nos sirvieron de referente para la construcción de nuestro ladrillo ECOPETO.

Finalmente la intención del proyecto es construir una pieza completa o ladrillo Ecopeto que cumpla con las especificaciones tecnicas de resistencia de uno tradicional y que sea amigable con el medio ambiente. Es importante resaltar que al implementar el material PET en la propuesta del ladrillo, estamos garantizando un mayor aislante acústico, el ahorro de materiales y el reciclaje de varios tipos de residuos que contaminan y generan un gran impacto en el entorno.

ABSTRACT

It is proposed to design an ecological brick in the UCM based on PET materials and Eco bricks with PET bottles, in order to generate savings of traditional materials such as cement, sand, being different from the ecological bricks already proposed in the industry since it includes the Eco bricks. This element is what makes us more innovative, resulting in a type of hybrid ecological brick, which uses two forms of recycling, first the crushed Pet particles, and second the candy wrappers that are inside the eco-builders, generating different types of architectural solutions which reduce the environmental pollution caused by traditional techniques.

For the development of the brick, descriptive sheets were made containing the technical specifications of traditional bricks with materials such as clay and cement and the PET-based ecologists that are currently being used in the market, which served as a reference for the construction of our ECOPETO brick.

Finally, the intention of the project is to build a complete piece or Ecopeto brick that complies with the technical specifications of resistance of a traditional one that is friendly to the environment. It is important to highlight that when implementing the PET material in the brick proposal, we are guaranteeing a greater acoustic insulation, saving materials and recycling various types of waste that pollute and generate a great impact on the environment.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como propósito desarrollar un tipo de ladrillo ecológico con desechos sólidos, siendo este una estrategia que se ha venido incorporando en la industria de la construcción para la fabricación de viviendas económicas. Actualmente, el ladrillo ecológico ha sido un gran paradigma en el mercado, que busca competir con los ladrillos estándares usados en la construcción hoy en día, ya que, estos requieren en gran medida el uso de maquinaria industrial, la cual expulsa una cantidad gases que afectan el Ecosistema, por este motivo se plantea la construcción del ECOPETO que no requiere de esta maquinaria. Cabe aclarar que la industria de la construcción es uno de los mayores generadores de residuos y desechos, siendo la responsable de aproximadamente un 50% de los desechos generados en el medio.

La basura ha llegado a lugares jamás pensados bosques, lagunas y mares que ahora tienen aspecto de rellenos sanitarios perjudicando a una gran cantidad de especies que viven en estos hábitats hasta el punto de su extinción total, por tal motivo, si no se realiza una correcta reutilización del plástico, la naturaleza llegará a un punto de destrucción inevitable e irreversible destruyendo gravemente la tierra, los mares, los bosques y las especies que habitan en ellos incluyendo nosotros.



Fuente: Google

En vista a las consideraciones anteriores y con base a distintos estudios realizados por la industria de la construcción y distintas universidades, el trabajo de grado pretende el desarrollo de un ladrillo ecológico constructivo no estructural, fácil de ensamblar y fabricar que aporte a la demanda de vivienda existente y a una arquitectura sostenible.

El bloque ecológico ECOPETO está compuesto de materiales a base de Pet, cemento y arena combinado con eco ladrillo, con unas medidas aproximadas de 40 X 20 X 20 cm, de acuerdo a la sistematización de los ladrillos analizados, cuya finalidad es igualar o superar las propiedades de resistencia de un ladrillo estándar implementado actualmente en la construcción como los ladrillos de Arcilla y de cemento.

El Ecopeto parte de investigaciones previas que definieron los objetivos, realizando una adecuada sistematización de los ladrillos estándares que son utilizados en la construcción actualmente, luego se realiza una búsqueda de una mezcla cementante con partículas de Pet y ensayos de resistencia a compresión de las pruebas resultantes, una vez que las pruebas cumplen el resultado esperado, se lleva a cabo la elaboración del molde, parte fundamental en la fabricación del ladrillo ya que este define la forma y el diseño que va tener, finalmente se obtiene el prototipo con base a toda la información analizada y con excelentes ventajas para el mercado.



Fuente: Google

Contenido:

1	FORMULACIÓN	14
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1.1	LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DESDE LA MIRADA DEL CONPES	17
1.1.2	EL RESIDUO COMO OPORTUNIDAD DE RECICLAJE.....	21
1.1.3	EL RESIDUO COMO OPORTUNIDAD DE MATERIAL CONSTRUCTIVO	23
1.1.4	EL ECOLADRILLO Y SU PARTICIPACIÓN SOCIAL	24
1.1.5	LA INICIATIVA DEL LADRILLO PET Y CEMENTO COMO ELEMENTO CONSTRUCTIVO CREADA POR CEVE.....	27
1.2	HIPÓTESIS DESCRIPTIVA.....	28
1.3	OBJETIVOS.....	29
1.3.1	OBJETIVO GENERAL:	29
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	29
1.4	JUSTIFICACIÓN	30
1.5	MARCO TEORICO	31
	LA EVOLUCIÓN DEL LADRILLO EN LA HISTORIA	31
1.5.1	CONTROL DE CALIDAD DE BLOQUES DE CONCRETO	35
1.5.2	EL LADRILLO CON ADICIÓN DE PET DE LOS INGENIEROS <i>Raúl Omar Di Marco Morales y Hugo Alberto león Téllez</i>	38

1.6	METODOLOGÍA : APLICADA Y PROPOSITIVA.....	40
-----	---	----

2

EL LADRILLO

2.1	EL LADRILLO	44
2.1.1	LADRILLO PRETENSADO LIVIANO 6 CM.....	45
2.1.2	LADRILLO PRETENSADO LIVIANO CAPUCHINO 6 CM	46
2.1.3	LADRILLO PORTANTE 30	47
2.1.4	LADRILLO PRETENSADO MACIZO	48
2.1.5	BLOQUE # 4.....	49
2.1.6	MACHETÓN 30.....	50
2.1.7	LADRILLO ESTRUCTURAL PERFORACIÓN VERTICAL DOBLE PARED	51
2.1.8	BLOQUE HUECO DE CEMENTO RUSTICO	52
2.1.9	BLOQUE HUECO RUSTICO DE CEMENTO DIVISORIO	53
2.2	OBSERVACIONES.....	56

3

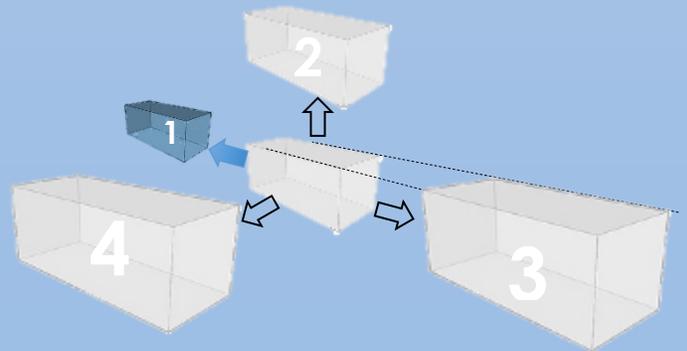
HACIA LA CONSTRUCCIÓN DEL ECOPETO

3.1	CONSTRUCCIÓN DEL ECOPETO	62
3.1.1	PROCESO DE ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL ECOPETO.....	63
3.2	DISEÑO LADRILLO BLOQUE PRINCIPAL	68
3.2.1	PLANOS GENERALES	69
3.3	LADRILLO PIEZA AUXILIAR T1	70
3.3.1	PLANOS GENERALES	71
3.4	LADRILLO PIEZA AUXILIAR T2	72

3.4.1	PLANOS GENERALES	73
3.5	<i>EL PET: EL DESECHO SÓLIDO QUE APORTA A LA CONSTRUCCION</i>	74
3.6	REFERENTES DE MEZCLAS ECOLÓGICAS.....	75
3.7	LAS PARTICULAS PET COMO COMPONENTE CONSTRUCTIVO	76
3.7.1	MEZCLA ECOLÓGICA.....	77
3.8	DESCRIPCIÓN DE LAS MEZCLAS REALIZADAS	81
3.8.1	EVIDENCIAS.....	82
3.9	EL MOLDE COMO ELEMENTO QUE COMPONE EL LADRILLO.....	84
3.9.1	TIPOS DE MOLDES DEL MERCADO	85
3.9.2	PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA FORMAleta DEL ECOPETO	87
3.9.3	PLANOS GENERALES	88
3.10	FORMAleta PIEZA AUXILIAR T1	93
3.10.1	PLANOS GENERALES.....	94
3.11	FORMAleta PIEZA AUXILIAR T2	98
3.11.1	PLANOS GENERALES.....	99
3.12	CICLO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL LADRILLO ECOPETO	102
3.13	OBSERVACIONES	103
4	APLICABILIDAD	108
4.1	LA PIEZA	110
4.1.2	UNIÓN EN "L"	112
4.2	CONCLUSIONES	115

4.3 RECOMENDACIONES 117
5 BIBLIOGRAFIA..... 119

1. CAPITULO: FORMULACIÓN



1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mal manejo de los desechos sólidos ha generado grandes problemáticas en el medio ambiente como la destrucción de los cuerpos de agua, por esta razón se pretende dar un mejor uso a estos, si utilizamos los residuos bajo el criterio de construcción, podemos crear elementos constructivos que permitan generar soluciones arquitectónicas, aportando grandes beneficios para el ecosistema. Actualmente el reciclaje que se hace en el mundo es muy poco, y sí se tiene en cuenta la gran demanda de la construcción, podríamos incentivar aún más el reciclaje reduciendo notablemente la contaminación en el planeta, ya que, el plástico es uno de los mayores contaminantes.

A partir de este problema se ha podido reconocer los beneficios y las oportunidades que trae el uso de los desechos sólidos en las prácticas constructivas, las cuales se han venido estudiando y analizando por distintas empresas que buscan mejorar las construcciones con estos elementos que son amigables con el medio ambiente, y que respetan el entorno que habitamos.

Esta propuesta constructiva surge a partir de una problemática social y ambiental a nivel mundial, por esta razón es de gran importancia conocer las políticas nacionales sobre la gestión integral de los desechos sólidos que nos indican el uso adecuado de los mismos, como se clasifican y que otros usos pueden tener.

Respecto a esto, el primer problema que intentamos disminuir es el déficit que están teniendo los rellenos sanitarios por la exagerada producción de desechos sólidos y la poca reutilización y reciclaje de los mismos.

CONTAMINACIÓN DEL PLÁSTICO



Argentina. 12 millones de botellas al día



Mares contaminados



México. 12 millones de botellas al año

EXTINCIÓN DE ESPECIES



ENFERMEDADES

PRODUCE



CONSECUENCIAS DE LA CONTAMINACIÓN DE ALGUA

DÉFICIT EN RELLENOS SANITARIOS



Colombia



Falta infraestructura – no se cubre la demanda desechos



Chilpancingo. México

AMBIENTAL
SOCIAL
CONSTRUCTIVA



DANDO SOLUCIÓN

TRANSFORMANDO



REUTILIZANDO



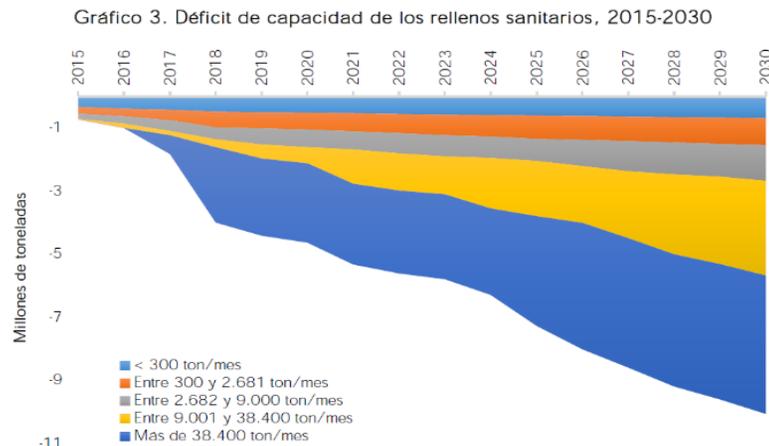
RECICLANDO

¡Y SÍ
INNOVAMOS!

1.1.1 LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DESDE LA MIRADA DEL CONPES

“El 83% de los residuos sólidos domiciliarios que se generan van a los rellenos sanitarios y solo el 17% es recuperado por recicladores para su reincorporación al ciclo productivo (DNP y BM, 2015). Si se continúa con la misma dinámica de generación de residuos, sin adecuadas medidas para mejorar su aprovechamiento o tratamiento, y con patrones de producción y consumo insostenibles, en el año 2030 tendremos emergencias sanitarias en la mayoría de ciudades del país y una alta generación de emisiones de GEI” (CONPES, 2016)

Según estos estudios, si el mundo sigue produciendo estas cantidades de desechos los problemas ambientales serán de gran magnitud, por esta razón, la importancia de muchas empresas y de este proyecto a la reutilización de los desechos sólidos.



Fuente: Cálculos DNP a partir de Estudio Nacional de Infraestructura. Sector Residuos. (DNP y BM, 2015).

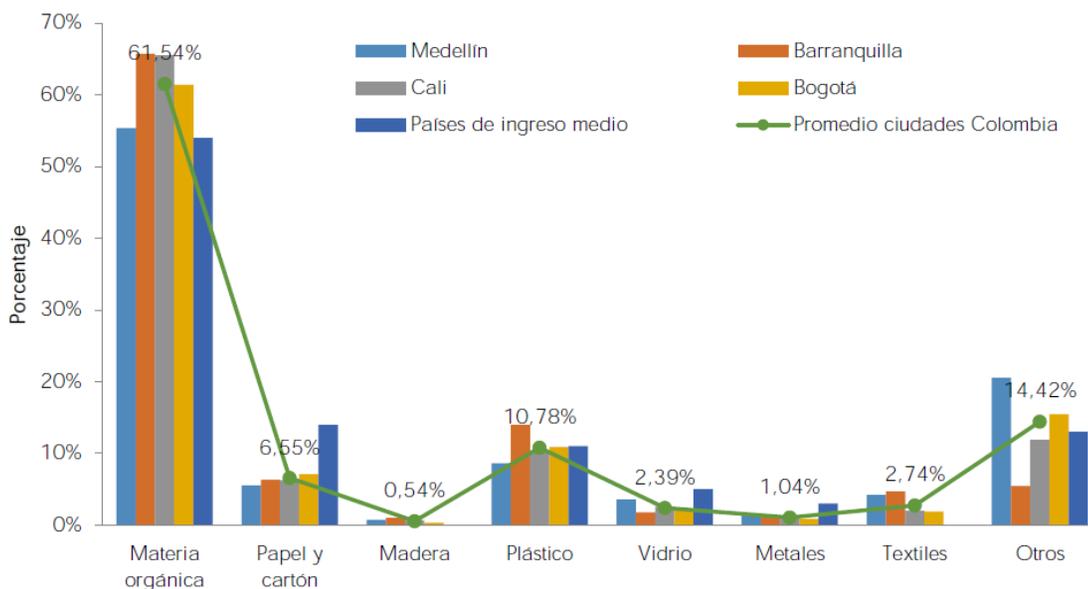
Nota: el déficit se calculó para diferentes tamaños de rellenos.

Fuente: (CONPES,

En la tabla anterior se muestra una gráfica del déficit de los rellenos sanitarios, y aquellas infraestructuras principales de Colombia que alojan grandes proporciones de desechos sólidos se verán afectadas considerablemente, a menos que se construyan nuevas infraestructuras basadas en la reutilización de algunos materiales.

A continuación, se mostrará una gráfica en la cual caracteriza los residuos sólidos de algunas ciudades de Colombia.

Gráfico 4. Caracterización de residuos sólidos en algunas ciudades de Colombia



Fuente: (CONPES, 2016)

Fuente: BID, 2015.

Con respecto a esta Gráfica, el desecho sólido que se produce considerablemente y se puede reutilizar es el plástico con porcentaje del 10.78% según estudio en el año 2015, teniendo en cuenta estos datos se decidió aportar a la industria de la construcción y al medio ambiente con este proyecto, el cual reutiliza este tipo de desecho.

Según CONPES “la composición de los residuos, de acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015), el 30% de los residuos generados está compuesto por materiales con potencial de aprovechamiento como papel, cartón, metal, vidrio, textiles o plástico. El manejo inadecuado que se está dando a estos residuos y a los productos durante todo el ciclo de vida está causando presión sobre la capacidad de los rellenos sanitarios y desperdiciando materia prima y energía”. (CONPES, 2016)

- **POLITICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
SEGÚN EL CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL
REPÚBLICA DE COLOMBIA
DOCUMENTO CONPES 3874 DE 2016**

La Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, busca a través de la gestión integral de residuos sólidos aportar a la transición de un modelo lineal hacia una economía circular donde, haciendo uso de la jerarquía en la gestión de los residuos, se prevenga la generación de residuos y se optimice el uso de los recursos para que los productos permanezcan el mayor tiempo posible en el ciclo económico y se aproveche al máximo su materia prima y potencial energético. (CONPES, 2016)

Gracias a políticas como esta, actualmente muchas empresas tienen el apoyo para el desarrollo de proyectos que tengan que ver con la reutilización de desechos sólidos, participando y contribuyendo al desarrollo sostenible y amigable con el medio ambiente.

Políticas como esta han impulsado y motivado muchas empresas y estudiantes por crear estrategias amigables con el medio ambiente para mitigar la contaminación que está provocando los desechos de las botellas PET, promoviendo el desarrollo de proyectos con este material como el ladrillo ecológico a base de PET, siendo este una idea innovadora dentro de la industria de la construcción.

1.1.2 EL RESIDUO COMO OPORTUNIDAD DE RECICLAJE

DESDE LA MIRADA DE LA EMPRESA ECOCE MÉXICO

Caso particular sucede en el país de México, la cual está generando acciones que permiten solucionar el problema de los desechos sólidos gracias al trabajo de la empresa líder del país, llamada **ECOCE (Asociación civil ambiental y empresarial)** que se encarga de la reutilización de los productos de muchas marcas que distribuyen refrescos, aguas minerales, aguas purificadas, bebidas deportivas, jugos, salsas, aderezos, condimentos y alimentos. Según estudios realizados por la Asociación sin fines de lucro nos da a conocer los beneficios del reciclaje a través de la siguiente infografía:



Fuente: ECOCE

Con respecto a la infografía podemos ver los grandes beneficios que ofrece el reciclaje para el ecosistema y las afectaciones viéndolo del lado contrario. Lo anterior es para resaltar la gran labor que hace la empresa por pensar en un mundo más ecológico y su aporte al reciclaje de botellas PET que es el componente principal en esta investigación. A continuación, se mostrará que ahorros se pueden obtener del reciclaje de los envases PET, según la empresa ECOCE de México:



Una tonelada de PET reciclado equivale al ahorro de:

- 4.44 barriles de petróleo para fabricar resina virgen y mismos que serían exportables y/o utilizables en otros productos
- 3.32 toneladas de CO₂ (Gas de Efecto Invernadero) no emitidas
- 25 a 35 metros cúbicos de espacio ahorrados en rellenos sanitarios o tiraderos
- 6.3 kilocalorías por kilogramo del poder calorífico del PET, lo que lo vuelve un combustible alternativo (solo produce Vapor de agua y CO₂)

Fuente: ECOCE

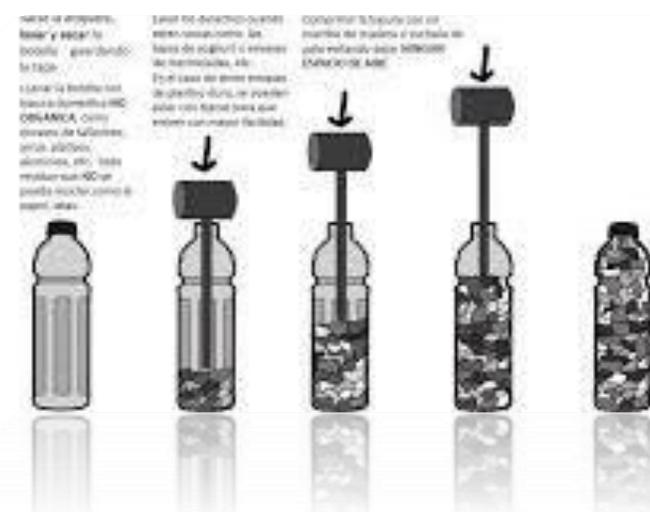
1.1.3 EL RESIDUO COMO OPORTUNIDAD DE MATERIAL CONSTRUCTIVO

El ladrillo ecológico con botellas PET

El ladrillo ecológico es una pieza compuesta por distintos desechos sólidos como el plástico y otros como los residuos generados en la construcción. Actualmente se están implementando en la industria de la construcción, ya que, es una estrategia que permite cuidar el medio ambiente a partir de la reutilización de estos residuos sólidos.

Los ladrillos ecológicos tienen muchas ventajas, en primer genera a la sociedad una conciencia ambiental y responsable con el entorno, en segundo lugar, al ser construido a base de residuos sólidos permite la participación social siendo sencillo fabricarlos, ya que, generalmente no requiere para su producción la ayuda de maquinaria especializada. Uno de los más comunes es el eco ladrillo en botella.

COMO HACER UN ECOLADRILLO ?



Fuente: Google

1.1.4 EL ECOLADRILLO Y SU PARTICIPACIÓN SOCIAL

El eco ladrillo es una estrategia de reciclaje que ha sido paradigma últimamente gracias al aporte que genera al medio ambiente, este es elaborado con botellas de gaseosa y de agua las cuales están rellenas con envolturas de dulce, bolsas entre otros residuos sólidos.

La importancia del eco ladrillo no sólo se debe a que permite la reutilización de algunos desechos sólidos, sino también a la gran participación que tiene la sociedad para su fabricación, ya que no requiere de mano obra especializada, cualquier persona puede hacerlo. Por esta razón, se invita a las universidades y colegios a desarrollarlos, concientizándolos de los beneficios que trae al planeta y como por medio de este sistema constructivo se pueden desarrollar planes de vivienda para la población.



Fuente: Google

Gracias a todos los beneficios que genera la fabricación del eco ladrillo para el entorno, se decidió incluir en el desarrollo del ECOPETO, siendo diferentes a los demás porque emplea dos métodos de reciclaje, el eco ladrillo y el otro el PET triturado para el cementante que se puede obtener manualmente o con una máquina casera.

Según un artículo publicado en 2017 en “El Colombiano” por Diego Zambrano Benavides en donde da a conocer un proyecto realizado por la Universidad de Medellín denominado “compactador mecánico de residuos para elaboración de eco ladrillos” mediante la resolución N° 55947. El cual fue patentado y tiene una vigencia hasta 13 de febrero de 2035. Este proyecto fue invención de 3 profesores y 2 estudiantes de la universidad Mario Alberto Luna del Risco, Sebastián Villegas Moncada y Carlos Andrés Arredondo Orozco, y los estudiantes Santiago Saldarriaga Escobar y José Daniel Uribe Guarín, los cuales buscan dejar huella y dar ejemplo del que el reciclaje beneficia positivamente al ecosistema.



Fuente: Google

El Docente de la universidad de Medellín Mario Alberto Luna del Risco afirma que: “El dispositivo despliega cuatro brazos dentro de la botella que permiten que en su interior se compacten más de 50 bolsas plásticas. Esa presión se genera por medio de una palanca que distribuye mejor las fuerzas. La máquina no usa electricidad, sino que es mecánica, se acciona manualmente”

(BENAVIDES, 2017)

Con respecto a este artículo se evidencia la importancia que tiene la elaboración de eco ladrillos con botellas Pet para el entorno, y este tipo de máquina puede agilizar la producción de los mismos, pero de igual manera el método manual sigue siendo interesante ya que permite la participación de todas las personas. Por otro lado, el relleno contenido en las botellas PET según estudios se demora hasta 700 años en degradarse,

Por esta razón, es una estrategia realmente sostenible y amigable con el medio ambiente.

Finalmente, Colombia está teniendo problemas con los rellenos sanitarios ya que, de las 11,6 millones toneladas de basura que genera al año, sólo el 17% se recicla y se consumen 24 kilos de plástico por persona al año según reporte publicado en el espectador.

(Efe, 2018)

Considerando estos datos un kilo de Pet son aproximadamente 30 botellas plásticas, por lo que se puede emplear para la fabricación de ladrillos ecológicos compuestos por PET molido, picado o triturado, el mismo objetivo que tiene esta investigación, que es incentivar el reciclaje por medio del eco ladrillo y el ladrillo compuesto por Pet triturado, cemento y arena.

1.1.5 LA INICIATIVA DEL LADRILLO PET Y CEMENTO COMO ELEMENTO CONSTRUCTIVO CREADA POR CEVE

Esta iniciativa innovadora nace de la problemática ambiental generada por los desechos sólidos del plástico y es transformada para beneficio de la sociedad, dando solución a la gran demanda de vivienda existente e incentivando el reciclaje de botellas PET que contaminan el planeta.

EL centro Experimental de la Vivienda económica **CEVE** junto a un grupo de Arquitectos patentan en el 2008 los ladrillos con PET y cemento para la construcción de viviendas sociales con material reciclado desarrollado en Córdoba, Argentina y financiado por Google según el Artículo "Ladrillos de plástico: la iniciativa que Google financiará para construir viviendas sociales". (Coutts, 2017)

Según CEVE "Los ladrillos con plástico PET reciclado son un componente para muros exteriores e interiores elaborados con una mezcla de partículas de plástico PET procedente de envases descartables de bebidas, ligadas con cemento Portland y aditivos, que se moldea con una máquina manual rodante"

Solución a un problema social



Fuente: CEVE



Disminuye la Contaminación

Se obtiene



Se Genera



Fuente: Clarín SOCIEDAD

Fuente: CEVE

A partir del problema

Solución constructiva

"Estos bloques son más ecológicos, porque la producción del ladrillo macizo de tierra cocida, que se utiliza habitualmente; produce **desertificación del suelo, contaminación atmosférica (por el humo generado), y tala de árboles** para obtener la leña necesaria para el funcionamiento del horno. Todo, además de que ayuda a reciclar plástico que podría terminar en vertederos." (Coutts, 2017)

1.2 HIPÓTESIS DESCRIPTIVA

La organización de las naciones de unidas afirma que cada año se producen más de 400 millones de toneladas de plástico y solamente el 9% de estos son reciclados, según un estudio realizado en la India sede Global el 79% de la basura generada se encuentra en vertederos o tiradas en el medio ambiente, el 9% se recicla y aproximadamente un 12 % de esta se incinera. (Efe A. , 2018)

Con respecto a esto, podemos pensar si es posible aumentar el porcentaje de reciclaje de estos desechos sólidos sí, se empiezan a reutilizar en la fabricación de productos que aporten a la industria de la construcción y de esta manera disminuir los desperdicios y escombros producidos por esta, además, poder pensar en la fabricación de ladrillos y bloques ecológicos que tengan las mismas propiedades mecánicas de los empleados convencionalmente.



¿Es posible desarrollar un ladrillo combinado con Eco ladrillo y concreto con partículas de Pet que iguale o supere las propiedades de Resistencia de ladrillos convencionales de Arcilla y Concreto que tienen uso no estructural?



1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar un **LADRILLO MODULAR NO ESTRUCTURAL** combinando ecoladrillo Pet y concreto con partículas Pet, que mejore o iguale las características de resistencia de un ladrillo no estructural existente en el mercado.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Sistematizar los diferentes tipos de ladrillos **NO ESTRUCTURALES Y DIVISORIOS** existentes en el mercado con información sobre **RESISTENCIA, FORMA, MATERIALIDAD Y FUNCIÓN** con el fin de determinar las características que debe tener el Ecopeto.
- Identificar el tipo de mezcla cementante con ingrediente **PET** que cumpla con las características de **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN** para ser usado en la fabricación del ladrillo Ecopeto.
- Identificar un tipo de **MOLDE** con el cual será elaborado el ladrillo Ecopeto para que se adapte a las necesidades de construcción, manipulación y mantenimiento.
- Diseñar un **LADRILLO MODULAR NO ESTRUCTURAL** combinando Ecoladrillo Pet y concreto con partículas de Pet triturado para ser usado como material de construcción, que cumpla con las especificaciones técnicas de los ladrillos analizados.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto adquiere gran importancia en la actualidad, ya que el mundo está sufriendo grandes fenómenos naturales por la acumulación de desechos sólidos en las calles, bosques y océanos en grandes proporciones, que ni los rellenos sanitarios dan abasto, esto se debe a la ignorancia humana de reconocer que la basura que desechamos está afectando nuestro ambiente, considerando esto, desarrollamos un bloque ecológico que con lleva un proceso constructivo distinto a los ya planteados por otras empresas, ya que, nuestro objetivo principal además de aportar a la industria de la construcción un nuevo material resistente y económico, es generar conciencia en la sociedad sobre la contaminación provocada por el plástico.

A partir de este bloque ecológico, estamos incentivando la reutilización de los desechos sólidos que tanto afectan al medio, este está compuesto por ecoladrillos y un tipo de mezcla cementante que incluye PET triturado, cemento y arena, siendo este un sistema que reutiliza en un gran porcentaje los desechos sólidos. Por otro lado, en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas, el bloque tiene la misma resistencia de un bloque convencional (bloque hueco de cemento), y garantiza un mayor confort térmico y aislamiento acústico.

1.5 MARCO TEORICO

LA EVOLUCIÓN DEL LADRILLO EN LA HISTORIA

Las grandes construcciones del mundo datan de miles de años atrás y antes de que la mampostería apareciera, se construyeron grandes templos con piedra tallada, destacada por ser un material de alta resistencia y su complejo manejo. Este material fue empleado por las primeras civilizaciones egipcias alrededor de los 3000 a.c en sus inmensas construcciones como las pirámides. En esta misma fecha surge otra civilización en Mesopotamia, los cuales emplean el ladrillo de Adobe de fácil fabricación pero no tan resistente como la piedra, ya que, este es frágil a la intemperie, por tal motivo se empezó a pensar en un nuevo material resistente, ligero y fácil de transportar que supiera las nuevas necesidades de las civilizaciones como el ladrillo de Arcilla, la novedad del momento ya que, era tan rígido como la piedra y a la vez resistente a la intemperie, por esto, en algunos casos se mezclaba el adobe con los ladrillos de arcilla para un mejor confort térmico y acústico. Luego del ladrillo de Arcilla aparece el bloque de cemento que data 200 a.c, pero el primer ladrillo hueco patentado fue en el año 1900, que junto al ladrillo de Arcilla hacen parte de la construcción tradicional actual.



Teotihuacan Fuente: Google



Central Catalana eléctrica
Fuente: Google

- **DE LO CONVENCIONAL A LO ECOLÓGICO**

A mediados del año 2003 – 2004 despierta el interés por los materiales ecológicos, el reciclaje y la mitigación de la contaminación con la intención de cuidar el ecosistema, por esta razón, se empieza a desarrollar materiales ecológicos para la construcción, en donde el plástico cumple un papel esencial en su fabricación.

A partir de estos años se empiezan a consolidar empresas e investigaciones enfocadas en el reciclaje de botella PET con la intención de iniciar la nueva ***Era del reciclaje y la reutilización*** para desarrollar nuevos productos como ladrillos ecológicos con un uso constructivo, con el objetivo de disminuir la contaminación producida por la fabricación de los ladrillos convencionales como el de Ladrillo de Arcilla, que expulsa una cantidad de gases por su proceso de cocción produciendo contaminación atmosférica.

Los primeros ladrillos creados están compuestos por cemento y partículas de PET sea molido, triturado o picado, con unas características interesantes que favorecen a la construcción como el ahorro de energía y de materiales áridos como arena y grava, además, el Pet garantiza una buena aislación térmica y acústica mejor que el sistema tradicional.



Centro de Acopio Fuente:
Apropet



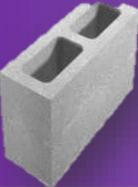
Fuente: Diario la Opinión



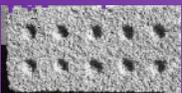
Fuente: BLOQUEPLAS



Fuente: CEVE

	MATERIAL	USO	FORMA Y DIMENSIÓN	RESISTENCIA COMPRESIÓN
10000 – 8000 a.c.	 <p>LADRILLO DE ADOBE (Arcilla, Arena y paja)</p>	Paredes, muros y arcos	RECTANGULAR 1:2 6x15x30	2 N/mm ² 2 Mpa
3000 a.c.	 <p>LADRILLO MACIZO (Arcilla cocida)</p>	Ladrillo estructural, muros, pilares, bóvedas	RECTANGULAR 5x12x25	5 Mpa
9500 a.c.	 <p>LADRILLO HUECO (Arcilla cocida)</p>	Bloque no estructural, Divisorio, muro exterior	RECTANGULAR 12x20X30	3Mpa – 5Mpa
200 a.c. – 1900	 <p>LADRILLO DE CEMENTO (Cemento, Arena y Grava)</p>	Bloque no estructural, Divisorio, muro exterior	RECTANGULAR 12x20X40	4.5 – 5.0 Mpa

Fuente: Autoría Propia

	MATERIAL	USO	FORMA Y TAMAÑO	RESISTENCIA COMPRESIÓN
1950	 <p>ECOLADRILLO (Pet, envolturas de dulces, bolsas)</p>	Paredes, mobiliario, muros portantes.	Botellas desde 250ml – 3000 ml	10 Mpa
2008	 <p>LADRILLO PET Y CEMENTO (Pet triturado - 20 botellas)</p>	Ladrillo no estructural, para muros divisorios	RECTANGULAR 5.5 x 12.5 x 26	2 Mpa
2010	 <p>BLOQUEPLAS (95 % PET y 5% aditivos)</p>	Bloque modular estructural, divisorio y para pared exterior.	RECTANGULAR 5 x 10 x 30	3Mpa – 5Mpa
EVIDENCIAS	 <p>Desde 1950 se han producido más de 8.000 MILLONES DE TONELADAS DE PLÁSTICO</p> <p>ECOLADRILLO PET</p>	 <p>ECOLADRILLO PET</p>	 <p>ECOBRIK (CEVE)</p>	 <p>BLOQUEPLAS</p>

Fuente: Imágenes Googles

1.5.1 CONTROL DE CALIDAD DE BLOQUES DE CONCRETO

Como ya se mencionó en la introducción, esta investigación se enfoca en el desarrollo de un bloque ecológico partiendo de las características que posee un bloque de concreto, para esto se realizó una recopilación de información que servirá de base para la formulación del ECOPETO, como el informe presentado por el laboratorio de concreto, Asocreto denominado “Control de calidad en bloques de concreto” en donde se dan a conocer especificaciones técnicas de los mismos y algunas normas técnicas colombianas.

En este documento se tuvieron en cuenta algunas tablas como el espesor de los tabiques mínimos para la fabricación del ladrillo con perforación vertical, como principio de diseño del ECOPETO.

Esesor nominal de las unidades (en)	Esesor de pared (ep)	Esesor de tabique (et)	Esesor de tabique equivalente (ete)
mm	Mínimo, mm ^A	Mínimo ^B , mm	Mínimo, mm/mm ^C
80	20	20	0,150
100	20	20	0,150
120	22	20	0,165
150	25	25	0,188
200	30	25	0,188
250	35 (32 ^o)	30	0,225
300	40 (32 ^o)	30	0,225

↑ Tabla 5. Espesores mínimos de las paredes y de los tabiques, según la NTC 4026.

Fuente: NTC 4026



↑ En los bloques se debe tener especial cuidado con las tolerancias dimensionales y los requisitos de fabricación.

NTCESIA PUBLICOIMAINPICTURES

Fuente: Grupo investigador

El diseño de los tabiques es fundamental para el desarrollo de cualquier Ladrillo perforado, ya que, de su espesor depende la resistencia a compresión que este pueda tener, ya que, funcionan como fibras que permiten distribuir el peso siendo un único elemento y al mismo tiempo genera un ahorro considerable de la mezcla. Por otro lado, en la **norma NTC 4026** se contempla aspectos como el acabado y la apariencia del bloque, los cuales intervienen en su resistencia, como se evidencia en la siguiente tabla, en donde se da conocer los distintos requisitos que debe cumplir la unidad.

Resistencia a la compresión a los 28 d (RC_{28}^B), evaluada sobre el área promedio (Anp)			Absorción de agua (Aa) % según el peso (densidad) del concreto secado en el horno kg/m^3		
Mínimo ^B , MPa			Promedio de 3 unidades, máximo, %		
Clase	Promedio de 3 und.	Individual	Peso liviano, menos de $1.680 kg/m^3$	Peso mediano, de $1.680 kg/m^3$ hasta menos de $2.000 kg/m^3$	Peso normal, $2.000 kg/m^3$ o más
Alta	18	11	15%	12%	9%
Baja	3	7	18%	15%	12%

Fuente: NTC 4026

↑ Tabla 6. Requisitos de resistencia a la compresión, absorción de agua y clasificación de peso.

Por medio de estos datos se puede obtener un factor base de resistencia a compresión que debe considerarse para la elaboración del Ecopeto, ya que esta es la intención del Ladrillo igualar o superar este número mágico que aún es impreciso hasta realizar el análisis de diferentes tipos de ladrillos tradicionales de Arcilla y cemento, por esta razón, no se puede asegurar un valor.

- **EL ACABADO Y LA APARIENCIA INFLUYE EN LA RESISTENCIA DEL BLOQUE**

NORMA NTC 4026

En el documento anterior de control de calidad de bloques de concreto hacen referencia a la norma NTC 4026 que menciona los requisitos que se deben tener en cuenta para la fabricación de un bloque de concreto, y es importante resaltar que el acabado y la apariencia del bloque juega un papel importante en la resistencia que debe tener, lo que puede generar repercusiones positivas o negativas.

La norma menciona que es esencial que las unidades a analizar deben estar de la siguiente manera *“4.6.1 Todas las unidades deben estar sanas y no deben tener fisuras ni otros defectos que interfieran con un proceso de colocación de la unidad apropiado, o que perjudiquen significativamente la resistencia o permanencia de la construcción. Las fisuras menores, inherentes al método de fabricación, o las desportilladuras menores que resultan de los métodos usuales de manipulación en el despacho y en la entrega, no son motivo de rechazo”* (ICONTEC, 1997)

“4.6.2 Cuando las unidades se van a utilizar en construcciones de mampostería expuesta, la pared o paredes de las unidades, que van a estar expuestas, no deben presentar desportilladuras ni grietas, ni se permiten otras imperfecciones visibles cuando se observan desde una distancia igual o mayor de 6 m, con una fuente de luz difusa”. (ICONTEC, 1997)

Estas consideraciones de la norma aplican tanto para un bloque estructural y no estructural, ya que, la pieza debe estar en un buen estado y sin ninguna fisura que pueda generar algún tipo de humedad o afectar considerablemente la resistencia de las unidades, lo cual sería perjudicial en la construcción.

1.5.2 EL LADRILLO CON ADICIÓN DE PET DE LOS INGENIEROS Raúl Omar Di Marco Morales y Hugo Alberto León Téllez

Esta investigación plantea el desarrollo de un ladrillo ecológico con adición de Pet y los resultados obtenidos en su elaboración, realizado por los Ingenieros **Raúl Omar Di Marco Morales y Hugo Alberto León Téllez** de la universidad de Santander. Campus Universitario Lagos del Cacique, Bucaramanga, Colombia. Estos realizan un estudio de mezcla adicionando distintos porcentajes de PET triturado 20% - 25%- 30% -35% - 40% empleando la siguiente dosificación:

“La dosificación en volumen escogida fue: 1:5:2 (uno de cemento por cinco de arena por dos de PET); la cantidad de PET dentro de la mezcla es reducida del porcentaje total de la arena para los diferentes porcentajes del mismo, para un volumen de mezcla de **2.852 cm³** que equivale al volumen de un Ladrillo a fabricar, como se puede observar en la Tabla 5.”

(RAÚL OMAR DI MARCO MORALES, HUGO ALBERTO LEÓN TÉLLEZ, 2017)

Tabla 5: Dosificación calculada para cada uno de los porcentajes de PET

%	PET		ARENA	
	Volumen (cm3)	peso (gr)	V = m/d (cm3)	m = d x V (gr)
20	499,1	666,3	1996,4	3272,1
25	623,9	832,9	1871,6	3067,6
30	748,7	999,4	1746,9	2863,1
35	873,4	1166,0	1622,1	2658,6
40	998,2	1332,6	1497,3	2454,1

Fuente: Análisis del grupo investigador (2015).

Tabla 6. Resultados del ensayo de adsorción a los ladrillos

Muestra No.	porcentaje de PET	Peso (Normal)	Peso (Húmedo)	Absorción (Aa%)
1	20%	5494,1	5946,1	8,2%
2	25%	5547,0	5995	8,1%
3	30%	5530,7	5971	8,0%
4	35%	5620,0	6074	8,1%
5	40%	5588,4	6032	7,9%
PATRÓN	0%	6034,4	6551	8,6%
PROM:				8,1%

Fuente: Análisis del Grupo Investigador

Tabla 7. Resultados del ensayo de adsorción a los ladrillos

porcentaje de PET	Mr (Mpa) 7 días	Mr (Mpa) 28 días
20%	2,97	4,30
25%	2,85	4,19
30%	2,69	3,74
35%	2,36	3,23
40%	1,39	1,85
PATRÓN	3,12	5,29

Fuente: Laboratorio de Concretos de la UDES
Fuente: Grupo investigador

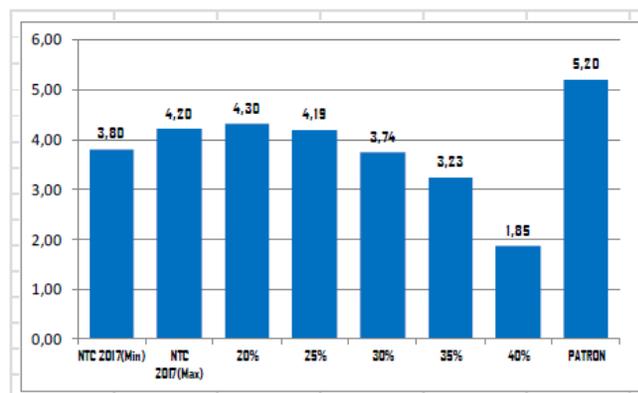
A continuación (Figura 14) se muestran las diferentes mezclas con adición de PET y su comparación con la norma NTC 2017 (valor mínimo y valor máximo) y el ladrillo patrón. De la investigación se tuvo en cuenta los valores utilizados de los materiales y las recomendaciones expuestas por los ingenieros como:

- Al realizar la mezcla de los materiales es importante realizarla primero en seco, de esta forma se garantiza la homogeneidad de la mezcla durante la hidratación.
- Vibrar la mezcla para eliminar los vacíos que se crean por el aire dentro de la mezcla.

(RAÚL OMAR DI MARCO MORALES, HUGO ALBERTO LEÓN TÉLLEZ, 2017)

Aportes importantes para la fabricación del ECOPEYO ya que, de esto depende su resistencia a la compresión como la efectividad de la mezcla. Con base a esta información se puede tener una idea de las proporciones, peso y porcentaje de los materiales que se van a emplear para desarrollar el ECOPEYO.

Figura 14: Resistencias de los diferentes ladrillos a los 28 días.



Fuente: Análisis del Grupo Investigador

Figura 7: Curado de especímenes



Fuente: Grupo investigador

1.6 METODOLOGÍA : APLICADA Y PROPOSITIVA

El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar un ladrillo a base de materiales reciclados como las botellas PET que aporte a la industria de la construcción cubriendo en gran parte la demanda de vivienda existente generando un impacto positivo en el ambiente. Es importante aclarar que se propone un tipo de ladrillo no estructural que permite dar solución a distintos espacios abiertos o cerrados, mediante una fabricación que no requiere de maquinaria especializada ya que, una de sus grandes ventajas es que permite procesos de participación comunitaria a la hora de obtener los residuos tanto de Pet reciclado como la elaboración de los eco ladrillos Pet.

Esta propuesta se desarrolla mediante 4 fases consecutivas que van ligadas una a la otra.



F1

En primera instancia se realiza una clasificación de aquellos ladrillos convencionales de Arcilla y Cemento y los Ecológicos con partículas de Pet que nos permitan generar una base de datos con sus características, siendo información de apoyo para el desarrollo del Ecopeto.

En segunda instancia se identifica que tipo de mezclas a base de Pet y concreto cumplen con las especificaciones técnicas de resistencia de acuerdo a la información de las fichas descriptivas de los ladrillos convencionales y ecológicos para la elaboración del Ecopeto.

F2

F3

En tercera instancia se lleva a cabo una búsqueda de un tipo de molde que sirva como punto de partida para el desarrollo del molde del Ecopeto, teniendo en cuenta el método de elaboración y ensamble de cada una de las piezas que lo conforman, buscando la mayor eficiencia y efectividad en su fabricación.

Finalmente, se propone el diseño de un tipo de ladrillo ecológico compuesto por el cementante seleccionado que incluye PET triturado, arena y cemento combinado con ecoladrillo, el cual cumpla con las especificaciones técnicas encontradas en los ladrillos convencionales.

F4

METODOLOGIA

ACTIVIDADES

PRODUCTOS

Sistematizar los diferentes tipos de ladrillos convencionales y ecologicos

Identificar el tipo de cementante con pet que cumpla con las especificaciones técnicas

Diseño de molde que facilite la elaboración y ensamble del ladrillo ECOPETO

Diseño de ladrillo ecológico con PET, cemento y arena.

DESCRIPTIVA

- Investigación de diferentes clases de ladrillos empleados actualmente en el mercado.
- Investigación y comparación de las especificaciones técnicas de cada ladrillo.
- Diseño de una ficha técnica con la información suministrada.

- Ficha técnica con la información de los ladrillos analizados, que incluye dimensiones, material, uso y resistencia.

Conclusiones

DESCRIPTIVA

- Investigación de diferentes tipos de cementantes con pet.
- Recopilación de fichas técnicas del aglomerante (resistencia).
- Ensayos a compresion de las pruebas
- Diseño de una ficha técnica con la información suministrada.

- Ficha técnica con la información del tipo de cementante seleccionado y sus características.

- Pruebas de laboratorio para determinar la resistencia del cementante.

- Gráficas explicativas con los resultados de los ensayos realizados del material.

Conclusiones

DESCRIPTIVA

- Investigación de diferentes tipos de molduras para ladrillo existen.
- Analisis de la información encontrada
- Realización de prototipos a escala 1:1
- Diseño del molde para el ladrillo y selección del tipo de material.

- Elaboración del Modelo a escala de la moldura del ladrillo.

- Prueba de efectividad del material seleccionado para la formaleta.

Conclusiones

PROPOSITIVA

- Selección de materiales adecuados para la construcción.
- Diseño tridimensional de la pieza o ladrillo ecopeto.
- Construcción del ladrillo ecopeto
- Pruebas de esfuerzos según especificaciones técnicas la información suministrada.

- Elaboración de la Pieza o ladrillo a base de Pet

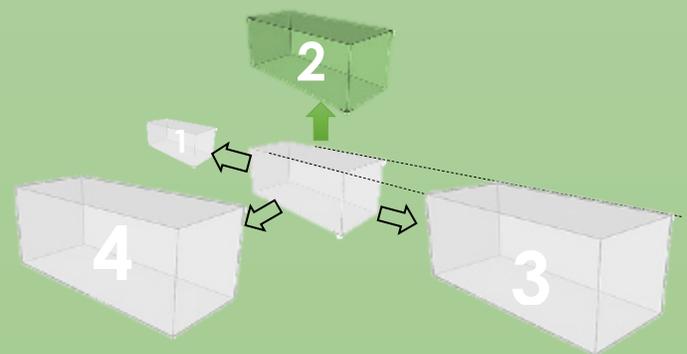
- Pruebas de laboratorio que determinen la resistencia del ECOPETO.

- Gráfica que explique la relación de esfuerzos del ecopeto con un ladrillo tradicional.

Conclusiones

2. CAPITULO: EL LADRILLO

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL LADRILLO

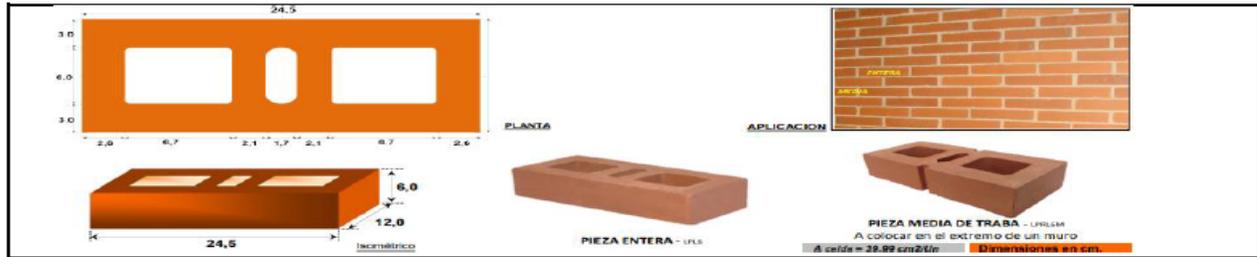


2.1 EL LADRILLO

La presente sistematización enseña una serie de fichas descriptivas de los ladrillos estándares y ecológicos más comunes en el mercado de la construcción, se evidencian estos ladrillos siendo los más usados por una mayor aplicabilidad en sus uso de fachada, muros divisorios, estructurales y no estructurales, la importancia de esos ladrillos analizados a continuación son por ser tradicionales constructivamente, por su eficacia en sus usos, hoy en día los ladrillos de cemento y arcilla son los más representativos, por lo que han venido avanzado en su diseño, resistencia hasta el punto de ser más vendidos con el fin de realizar una arquitectura segura y con acabado si es el caso según el tipo de ladrillo, por tal razones se sistematizo estos tipo de ladrillos correspondientes al uso industrial.

Es de gran importancia saber las características de cada uno de estos ladrillos a analizar por medio de una ficha técnica diseñada con el fin de saber las especificaciones técnicas de forma, resistencia a la compresión, rendimiento, aplicabilidad, color, grosores de tabiques, peso, como actúa en conjunto y materialidad enfatizando en su uso de cada uno de los ladrillos, entre otros detalles siendo cada elemento importante para comprender las características a tener en cuenta, cual son las especificaciones de formalidad, materialidad y funcional a cumplir, cual es el ladrillo más idóneo a replicar para diseñar el Ecopeto.

2.1.1 LADRILLO PRETENSADO LIVIANO 6 CM



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Dimensiones	Largo	Ancho	Alto
	24,5 cm	12,0 cm	6,0 cm
Tolerancia dimensional	4 mm	3 mm	2 mm
	Nota: Hasta el 2% de las piezas podrá estar excedido de estas tolerancias pero sin superar el máximo de 4 mm.		
Color	TERRACOTA	El color varía dentro una gama similar a la que se observa en la foto de aplicación.	
Textura	LISA POR SUS CUATRO (4) CARAS		
Paredes	30 mm		
Tabique	Tabique exterior	26 mm	Tabique interior 21 mm
Peso/Unidad	2,6 Kg /Un		
Peso/M2	145,6 Kg /m2		
Rendimiento con dilatación de 1cm	56 Un/m2		
Aplicación	MUROS DE FACHADA - Muros de divisorios Muros estructurales		
Clasificación	Tipo PV	Unidad de Mampostería de Perforación Vertical	
Resistencia a la compresión - Mínima	Promedio 5 Unidades 30 Mpa (300 Kgf/cm2)	Individual 25 Mpa (250 Kgf/cm2)	
Absorción de agua - Mínima	11%	13%	
Normas aplicadas	AIS		NSR 10 Título D
	ICONTEC		NTC 4205-1 NTC 4205-3
	ASTM		C56. C212. C216

Fuente: Elaboración propia



<https://qoo.gl/images/8ZVZnx>



<https://qoo.gl/images/V2asya>

2.1.2 LADRILLO PRETENSADO LIVIANO CAPUCHINO 6 CM



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Dimensiones	Largo	Ancho	Alto
	24,5 cm	12,0 cm	6,0 cm
Tolerancia dimensional	4 mm	3 mm	2 mm
	Nota: Hasta el 2% de las piezas podrá estar excedido de estas tolerancias pero sin superar el máximo de 4 mm.		
Color	CAPUCHINO	El color varia dentro una gama similar a la que se observa en la foto de aplicación.	
Textura	LISA POR SUS CUATRO (4) CARAS		
Paredes	30 mm		
Tabique	Tabique exterior	26 mm	Tabique interior 21 mm
Peso/Unidad	2,6 Kg /Un		
Peso/M2	145,6 Kg /m2		
Rendimiento con dilatacion de 1cm	56 Un/m2		
Aplicación	MUROS DE FACHADA - Muros de divisorios Muros estructurales		
Clasificación	Tipo PV	Unidad de Mamposteria de Perforacion Vertical	
Resistencia a la compresion - Minima	Promedio 5 Unidades 30 Mpa (300 Kgf/cm2)		Individual 25 Mpa (250 Kgf/cm2)
Absorcion de agua - Minima	11%		13%
Normas aplicadas	AIS ICONTEC ASTM		NSR 10 Titulo D NTC 4205-1 NTC 4205-3 C56. C212. C216

Fuente: Elaboración propia

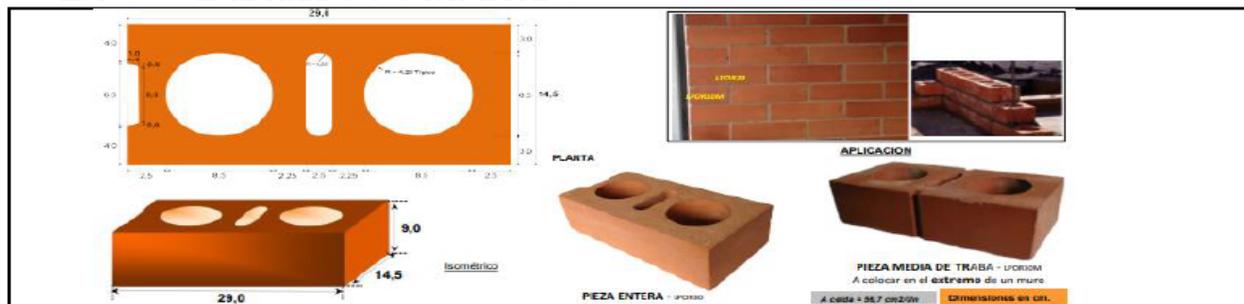


<https://aoo.al/images/Su7DHO>



<https://aoo.al/images/Dn7K55>

2.1.3 LADRILLO PORTANTE 30



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Dimensiones	Largo	Ancho	Alto
	29,0 cm	14,5 cm	9,0 cm
Tolerancia dimensional	4 mm	3 mm	2 mm
Nota: Hasta el 2% de las piezas podra estar excedido de estas tolerancias pero sin superar el maximo de 4 mm.			
Color	TERRACOTA	El color varia dentro una gama similar a la que se observa en la foto de aplicacion.	
Textura	LISA POR SUS CUATRO (4) CARAS		
Peso/Unidad	5,4 Kg /Un		
Peso/M2	179,82Kg /m2 de muro		
Rendimiento con dilatacion de 1cm	33,3 Un/m2		
Aplicación	MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL -Muros de mamposteria reforzada - Muros de divisorios - Muros a la vista		
Clasificación	Tipo PV	Unidad de Mamposteria de Perforacion Vertical	
Resistencia a la compresion - Minima	Promedio 5 Unidades		Individual
	29,8 MPa (298 Kgf/cm2)		24,7 MPa (247 Kgf/cm2)
Absorcion de agua - Minima	1%		13%
	AIS		NSR 10 TITULO 10
Normas aplicadas	ICONTEC		NTC 4205-1 NTC 4205-3
	ASTM		C56. C212. C216

Fuente: Elaboración propia



<https://goo.gl/images/NhGUju>



<https://goo.gl/images/lfm1Vw>

2.1.4 LADRILLO PRETENSADO MACIZO



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Dimensiones	Largo	24,5 cm	Ancho	12,0 cm	Alto	5,5 cm
	Tolerancia dimensional	4 mm		3 mm		2 mm
Color	TERRACOTA		El color varía dentro una gama similar a la que se observa en la foto de aplicación.			
Textura	LISA POR SUS CUATRO (4) CARAS					
Peso/Unidad	3,0 Kg /Un					
Peso/M2	180,0 Kg /m2 de muro					
Rendimiento con dilatación de 1cm	60 Un/m2					
Aplicación	MUROS DE FACHADA - Muros de divisorios		Muros estructurales de mampostería confinada o cavidad reforzada			
Clasificación	Tipo M		Unidad de Mampostería Maciza			
Resistencia a la compresión - Minima	Promedio 5 Unidades		Individual			
	30 MPa (300 Kgf/cm2)		25 MPa (250 Kgf/cm2)			
Absorción de agua - Minima	11%		13%			
	AIS		NSR 10			
Normas aplicadas	ICONTEC		NTC 4205-3 NTC 4205-2 NTC 4205-1			
	ASTM		C56. C212. C216			

Fuente: Elaboración propia

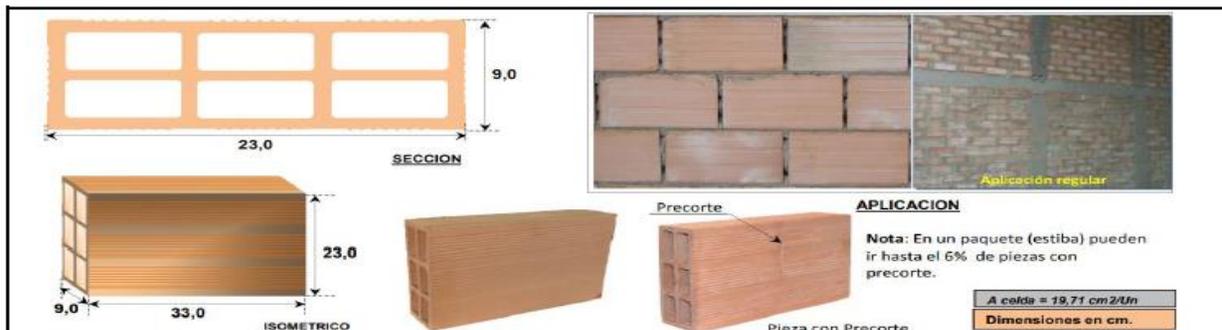


<https://aoo.al/imagenes/NhGUiu>



<https://aoo.al/imagenes/YK94r>

2.1.5 BLOQUE # 4



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Dimensiones	Largo	Ancho	Alto
	33,0 cm	9,0 cm	23,0 cm
Tolerancia dimensional	6 mm	3 mm	6 mm
Color	TERRACOTA CLARO	El color varia dentro una gama similar a la que se observa en la foto de aplicación.	
Textura	ESTRIADO POR SUS CUATRO (4) CARAS		
Paredes y Perimetrales	10,0 mm	Tabiques	8,5 mm
Peso/Unidad	5,7 Kg /Un		
Peso/M2	69,83 Kg /m2 de muro		
Rendimiento con dilatacion de 1cm	12,25 Un/m2		
Aplicación	MUROS DIVISORIOS		
Clasificación	Tipo PH	Unidad de Mamposteria de Perforacion Horizontal	
Resistencia a la compresion - Minima	Promedio 5 Unidades	Individual	
	3,0 MPa (30 Kgf/cm2)	2,0 MPa (20 Kgf/cm2)	
Absorcion de agua - Minima	13%	14%	
Normas aplicadas	AIS		NSR 10
	ICONTEC		NTC 4205-2
	ASTM		C56. C212. C216

Fuente: Elaboración propia

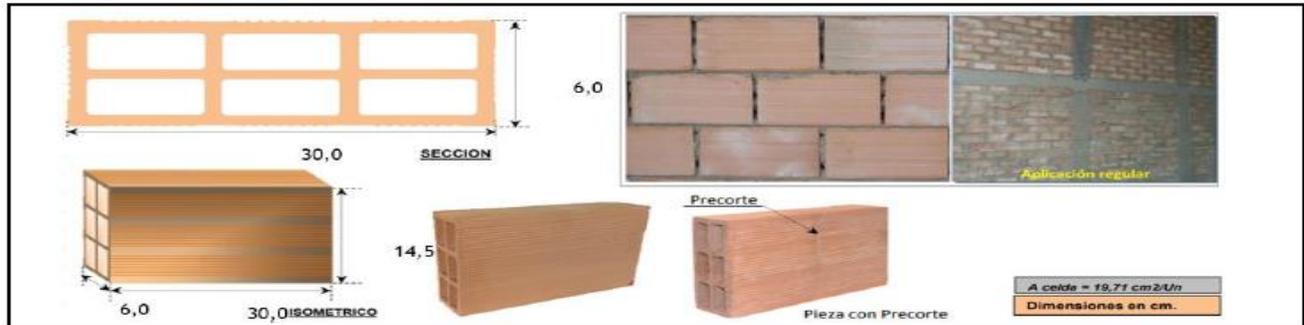


<https://aoo.al/imaacs/wmnBbK>



<https://aoo.al/imaacs/7zJkU9>

2.1.6 MACHETÓN 30



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Dimensiones	Largo	Ancho	Alto
	30 cm	6,0 cm	14,5 cm
Tolerancia dimensional	6 mm	3 mm	6 mm
Color	TERRACOTA CLARO	El color varia dentro una gama similar a la que se observa en la foto de aplicación.	
Textura	ESTRIADO POR SUS CUATRO (4) CARAS		
Paredes y Perimetrales	5 mm	Tabiques	5 mm
Peso/Unidad	2,1 Kg /Un		
Peso/M2	20,80 Kg /m2 de muro		
Rendimiento con dilatacion de 1cm	20,80 Un/m2		
Aplicación	MUROS DIVISORIOS - Cerramiento de fachada - Muros portantes		
Clasificación	Tipo PH	Unidad de Mamposteria de Perforacion Horizontal	
Resistencia a la compresion - Minima	Promedio 5 Unidades	Individual	
	5,5 MPa (55 Kgf/cm2)	5,0 MPa (50 Kgf/cm2)	
Absorcion de agua - Minima	13%	14%	
	AIS	NSR 10	
Normas aplicadas	ICONTEC	NTC 4205-2	
	ASTM	C56. C212. C216	

Fuente: Elaboración propia

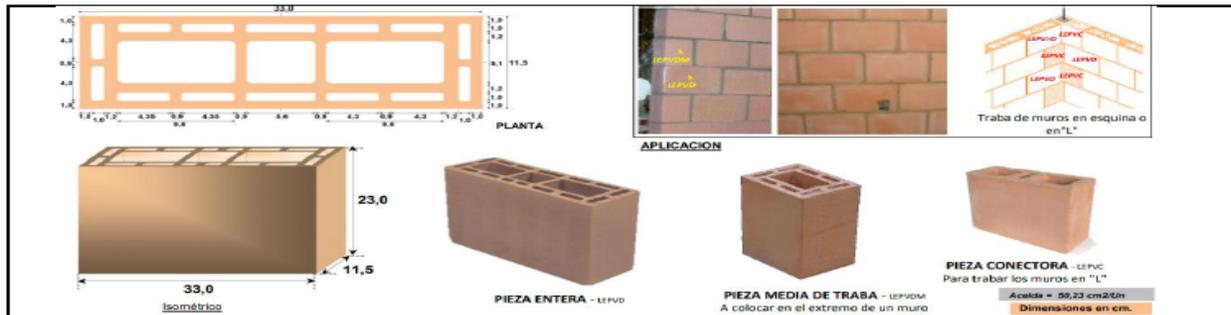


<https://aoo.al/images/BbGGP7>



<https://aoo.al/images/TcWk4R>

2.1.7 LADRILLO ESTRUCTURAL PERFORACIÓN VERTICAL DOBLE PARED



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Dimensiones	Largo 33,0 cm	Ancho 11,5 cm	Alto 23,0 cm
Tolerancia dimensional	4 mm	3 mm	4 mm
Color	TERRACOTA CLARO	El color varia dentro una gama similar a la que se observa en la foto de aplicación.	
Textura	LISA POR SUS CUATRO (4), CON UNA CARA PRINCIPAL Y UNA CARA LATERAL A LA VISTA		
Paredes y Perimetrales	32,0 mm	Tabiques	9,0 mm
Peso/Unidad	8,3 Kg /Un		
Peso/M2	102,68 Kg /m2 de muro		
Rendimiento con dilatacion de 1cm	12,25 Un/m2		
Aplicación	MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL- Muros de mamposteria reforzada - Muros divisorios - Muros a la vista		
Clasificación	Tipo PV	Unidad de Mamposteria de Perforacion vertical	
Resistencia a la compresion - Minima	Promedio 5 Unidades 28MPa (280 Kgf/cm2)	Individual 23,2 MPa (232 Kgf/cm2)	
Absorcion de agua - Minima	13%	15%	
Normas aplicadas	AIS		NSR 10 Titulo D
	ICONTEC		NTC 4205-1, NTC 4205-3
	ASTM		C56, C212, C216

Fuente: Elaboración propia



<https://aoo.al/imaaes/UktUaM>



<https://aoo.al/imaaes/peDYC1>

2.1.8 BLOQUE HUECO DE CEMENTO RUSTICO



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Dimensiones	Largo 40,0 cm	Ancho 10,0 cm	Alto 20,0 cm
Color	GRIS	El color varia dentro una gama similar a la que se observa en la foto de aplicación.	
Textura	RUSTICO POR SUS CUATRO (4) CARAS		
Peso/Unidad	16 Kg /Un		
Peso/M2	11,61 Kg /m2 de muro		
Rendimiento con dilatacion de 1cm	15,2 Un/m2		
Aplicación	MUROS PERIMETRALES - Mamposteria estructural		
Clasificación	Tipo PH	Unidad de Mamposteria de Perforacion Vertical	
Resistencia a la compresion - Minima	Promedio 5 Unidades 7,00 Mpa (70 Kg/ cm2)	Individual 6,00 Mpa (60 Kg/ cm2)	
Absorcion de agua - Minima	13%		14%
Normas aplicadas	AIS ICONTEC ASTM		NSR 10

Fuente: Elaboración propia



<https://goo.gl/images/UkTUaM>



<https://goo.gl/images/acphYY>

2.1.9 BLOQUE HUECO RUSTICO DE CEMENTO DIVISORIO



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Dimensiones	Largo	Ancho	Alto
	40,0 cm	12,0 cm	20,0 cm
Color	GRIS	El color varia dentro una gama similar a la que se observa en la foto de aplicación.	
Textura	RUSTICO POR SUS CUATRO (4) CARAS		
Peso/Unidad	10,6 Kg /Un		
Peso/M2	141,0 Kg /m2 de muro		
Rendimiento con dilatacion de 1cm	11,61 Un/m2		
Aplicación	MUROS DE DELIMITACION		
Clasificación	Tipo PH	Unidad de Mampostería de Perforacion Vertical	
Resistencia a la compresion - Minima	Promedio 5 Unidades		Individual
	5,00 Mpa (50 Kg/ cm2)		4,50 Mpa (45 Kg/ cm2)
Absorcion de agua - Minima	13%		14%
	AIS		NSR 10
Normas aplicadas	ICONTEC		
	ASTM		

Fuente: Elaboración propia

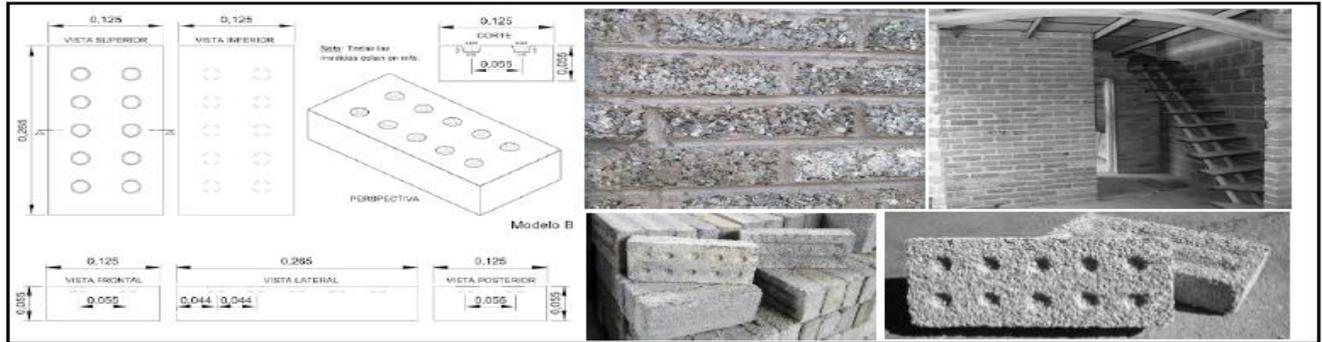


<https://goo.gl/images/aqb42G>



<https://goo.gl/images/dYcfni>

2.1.10 LADRILLOS ECOLÓGICOS: PET Y CEMENTO PORTLAND



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Dimensiones	Largo	26,2 cm	Ancho	12,5 cm	Alto	5,5 cm
Color	GRIS	El color varia dentro una gama similar a la que se observa en la foto de aplicación.				
Textura	RUSTICO POR SUS CUATRO (4) CARAS					
Peso/Unidad	1,4 Kg /Un					
Peso/M2	79,2 Kg /m2 de muro					
Rendimiento con dilatacion de 1cm	60 Un/m2					
Aplicación	MUROS INTERIORES Y EXTERIORES					
Clasificación	Tipo M	Unidad de Mamposteria Maciza				
Resistencia a la compresion - Minima	Promedio 5 Unidades			Individual		
	2,50 Mpa (25 Kgf/cm2)			2,00 Mpa (20 Kgf/cm2)		
Normas aplicadas	AIS			NSR 10		
	ICONTEC					
	ASTM					

Fuente: Elaboración propia



<https://goo.gl/images/aqb42G>



<https://goo.gl/images/arFwaa>

2.2 OBSERVACIONES

SEMEJANTES EN APARIENCIA,
PERO DISTINTOS EN COMPOSICIÓN

LADRILLOS TRADICIONALES

LADRILLO ADOBE

Pieza para construcción hecha de una masa de barro (arcilla y arena), mezclado a veces con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol.



LADRILLO ARCILLA MACIZO

Normalmente cerámico y con forma octaédrica, macizo compuesto por arcilla cocida, y resiste cargas mayores a su peso.



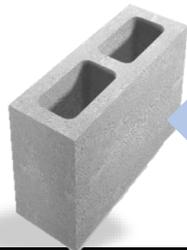
LADRILLO HUECO DE ARCILLA

Pieza de arcilla, con oquedades en su interior, empleado para construir paredes de carga.



LADRILLO HUECO DE CEMENTO

Pieza de arcilla, con oquedades en su interior, empleado para construir paredes de carga.



SIMILITUD

LADRILLO PET MACIZO

Ladrillo apto para la construcción compuesto por plástico triturado y cemento, con pequeñas horadaciones que facilitan su pegado.



LADRILLO DE PLÁSTICO FUNDIDO

Ladrillo con un gran diseño, compuesto por plástico fundido. Es sencillo de ensamblar, resistente y garantiza aislamiento acústico.



ECO-LADRILLO

Ladrillo compuesto por una botella de plástico la cual conserva en su interior una gran cantidad de envolturas de dulces comprimidas, es resistente y fácil de construir.



LADRILLO DE PLÁSTICO HUECO

Ladrillo compuesto por plástico triturado y cemento, con un diseño similar a los ladrillos huecos tradicionales.



SIMILITUD

LADRILLOS ECOLÓGICOS

- Podemos inferir de cada una de las especificaciones técnicas analizadas un promedio de cada uno de las características que se evidencian en la siguiente tabla de dimensiones aproximadas, resistencia a la compresión mínima a cumplir y materialidad, sin embargo, se eligió direccionar el Ecopeto por medio de un uso no estructural y muros divisorios por las elevadas resistencias de compresión que manejan estos ladrillos, por lo tanto, se realizó los promedios con las fichas descriptivas de los ladrillos no estructurales.
- Promedio de las especificaciones técnicas de los ladrillos no estructurales:

Dimensiones	Largo	Ancho	Alto
	30,2 cm	12,0 cm	12,8 cm
Color	GRIS	El color varia dentro una gama similar a la que se observa en la foto de aplicación.	
Textura	LISO POR SUS CUATRO (4) CARAS		
Peso/Unidad	7,0 Kg /Un		
Peso/M2	117,062 Kg /m2 de muro		
Rendimiento con dilatacion de 1cm	34,55 Un/m2		
Aplicación	MUROS INTERIORES - NO ESTRUCTURAL		
Clasificación	Tipo PH	Unidad de Mamposteria de Perforacion Vertical	
Resistencia a la compresion - Minima	Promedio 5 Unidades		Individual
	5,00 Mpa (50 Kg/ cm2)		4,50 Mpa (45 Kg/ cm2)
Normas aplicadas	AIS		NSR 10
	ICONTEC		
	ASTM		

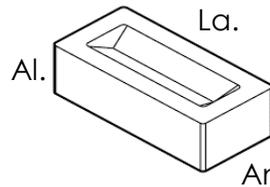
- Las dimensiones de cada uno de los ladrillos nos brindaron un aproximado de la altura, ancho y alto que el “ECOPETO” debe tener, además, entender su forma y su función, preguntándonos ¿si tiene perforaciones horizontales o verticales es por qué? Este tipo de cuestionamientos nos permitió definir la forma, materialidad y uso del Ecopeto.
- Al analizar los ladrillos estándares de las fichas descriptivas en las construcciones nos permitió conocer su aplicación como: muros interiores y muros exteriores, pero no estructurales por su compleja resistencia a la compresión, por esta razón, se hizo un rango medio de la resistencia a la compresión de ambas especificaciones de ladrillos que debíamos cumplir para el ECOPETO.
- Los ladrillos con perforaciones verticales son aquellos que en su forma se ven formalmente entre lleno y vacío, lo que permite un ahorro de material y unas paredes mínimas de 2 cm de espesor, por lo tanto, el Ecopeto corresponderá a un ladrillo tipo PV unidad de medida de perforación vertical, de tal manera tendrá una mayor efectividad en ahorro y resistencia.
- En las fichas descriptivas se evidencia que ninguno de estos ladrillos incluye los eco ladrillos PET rellenos de envolturas de dulce en su forma y diseño, por esta razón, es una gran oportunidad para innovar con estos eco ladrillos junto con la mezcla cementante combinada con partículas PET, además, la posición vertical de los eco ladrillos nos obliga basarnos en los ladrillos con perforación vertical con un uso no estructural.

- Con base a la información anterior nos podemos dar cuenta que existe alguna similitud de los ladrillos tradicionales con los ecológicos empleados actualmente, ya que, son semejante en su apariencia, pero con diferente composición y a esto nos referimos por su material por ejemplo los ladrillos macizos o con horadaciones comparado gráficamente en la pág. 59 da a entender mejor esta relación, en conclusión, siempre existe una evolución a partir de aquello que ya está comprobado.
- El análisis que se hizo con las fichas descriptivas nos permitió reconocer que la Forma, Materialidad, resistencia y aplicación en el campo de la construcción son fundamentales en la fabricación del ECOPETO, siendo aspectos importantes que lo definen como un ladrillo innovador.

01

DIMENSIONES

Medidas



Largo entre: 45 cm máx. – 17 cm mín.

An. Ancho entre: 12 cm máx. – 8,5 cm mín.

Alto entre: 20 cm máx. – 10 cm mín.

02

APLICACIÓN A LA CONSTRUCCIÓN

Edificación



Muros interiores
No estructural



Muros
estructurales

03

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Aproximación

7,0 Mpa a 2,0 Mpa =

Iguala Los
Demás Ladrillos
Propuestos

04

TIPO DE MEZCLA

Hibridación



Cemento



arena



Pet



Mezcla
Ecológica

05

ECOLADRILLO

Incorporación



Botella PET



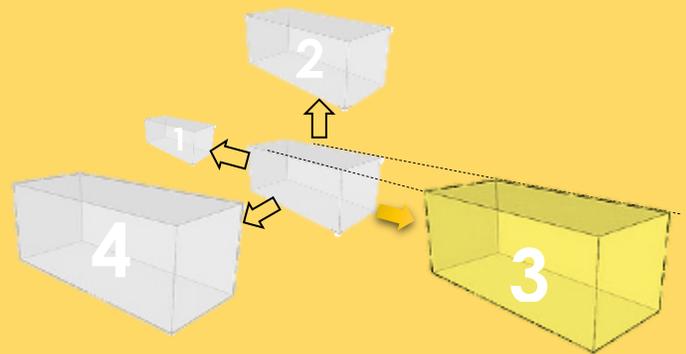
Residuos



Elemento constructivo

Fuente: Elaboración propia

3. CAPITULO: HACIA LA CONSTRUCCIÓN DEL ECOPETO



3.1 CONSTRUCCIÓN DEL ECOPETO

La realización de los diseños arquitectónicos del Ecopeto ha transcurrido por varias etapas del proceso de investigación, logrando un diseño con las especificaciones requeridas que debe cumplir un ladrillo, por lo tanto, se realizó prototipos del ladrillo e igualmente de formaletas que nos facilitara el vaciado teniendo en cuenta la exactitud de cada elemento del bloque.

El ladrillo es diseñado para que encaje entre sí, lo que permite un n mejor funcionamiento en conjunto, el Ecopeto debe tener dos grandes horadaciones en su forma de 7.6 cm o un tubo del material deseado de 3 pulgadas de diámetro, con el fin de ahorrar material y permitir el encaje de los eco ladrillos, sin embargo, el Ecopeto en su diseño tiene un mayor ahorro en medio de los cilindros, los triángulos son realizados por una mayor cobertura de área dejando un tabique de espesor de 2 cm, que no permite la ruptura del aglomerante ya que si es menor no resistirá lo necesario a la compresión, por consiguiente los espacios de cada eco ladrillo y vacío conformó la dimensión del largo y el alto lo determino el mismo eco ladrillo, teniendo presente que debíamos garantizar que por lo menos la mitad de la botella estuviera impregnada en la mezcla para una mayor adherencia.

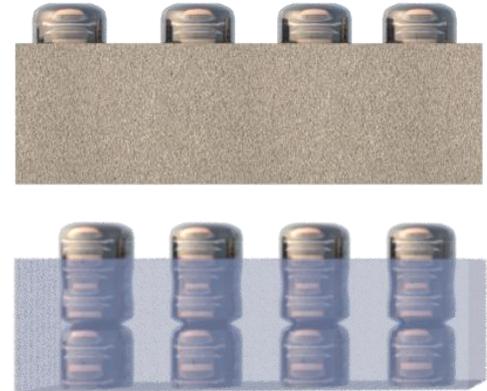
El estudio de cada componente el ECOPETO se representa mediante planos arquitectónicos, alzados, cortes, detalles, 3d, axonometrías y notas para una mayor comprensión independientemente de la persona que lo quiera construir igualmente o para la comunidad para proyectos sociales de cualquier tipo.

3.1.1 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL DISEÑO DEL ECOPETO

3.1.1.1 LADRILLO DE CUATRO ECOLODRILLOS



Fuente: Fotos propias

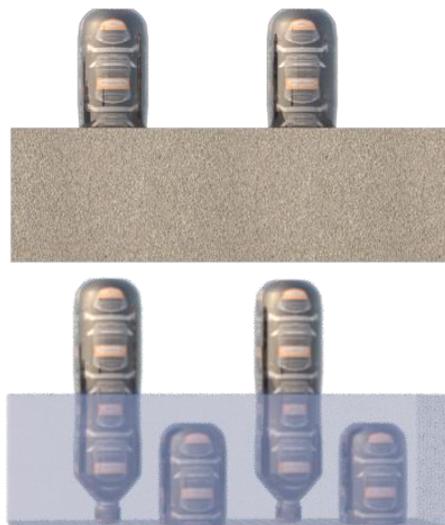


Ecopeto en sus inicios:

Las problemáticas del ladrillo se presentaron al momento de la elaboración, no se encontraba una formaleta acorde a las medidas, lo que conllevó a desalineamiento de los eco ladrillos, lo que conllevó a una mayor dificultad de encaje, los vacíos por abajo del Ecopeto se aboyaron por la presión del cementante.

Se tubo que dañar la formaleta improvisada por la falta de desmoldante, lo que generó grietas en el Ecopeto.

3.1.1.2 LADRILLO DE DOS ECOLADRILLOS



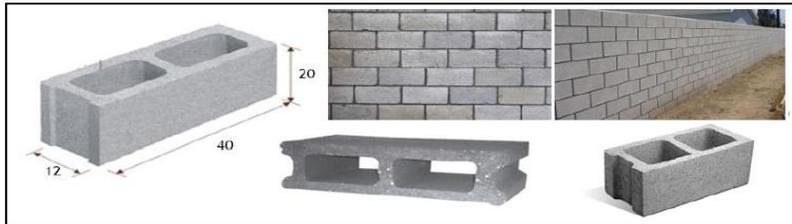
Avance después de varios ensayos:

Se evoluciono el Ecopeto, primero se utilizaron dos eco ladrillos más largos para un mejor ensamble, a una distancia correcta lo que permitió una mejor facilidad de encaje entre ellos, de igual manera los agujeros por debajo, pero llenos de material que no dejara que el peso de la mezcla lo aplastara.

Se realizó una formaleta más avanzada en su diseño lo que permitió una mejor facilidad de desencofrado resultante el Ecopeto con un buen acabado liso y sin grietas.

Fuente: Fotos propias

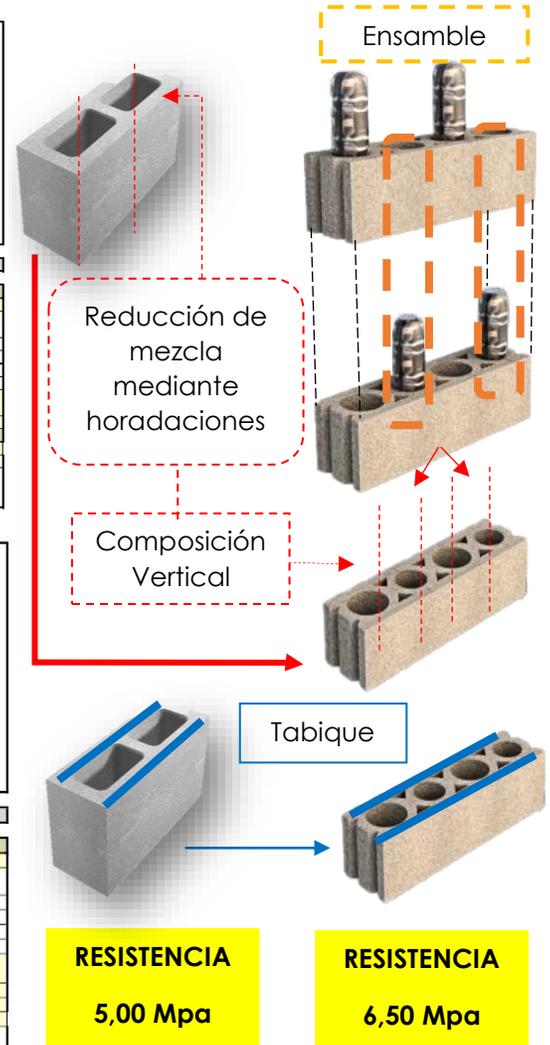
3.1.1.3 MEMORIA DE DISEÑO



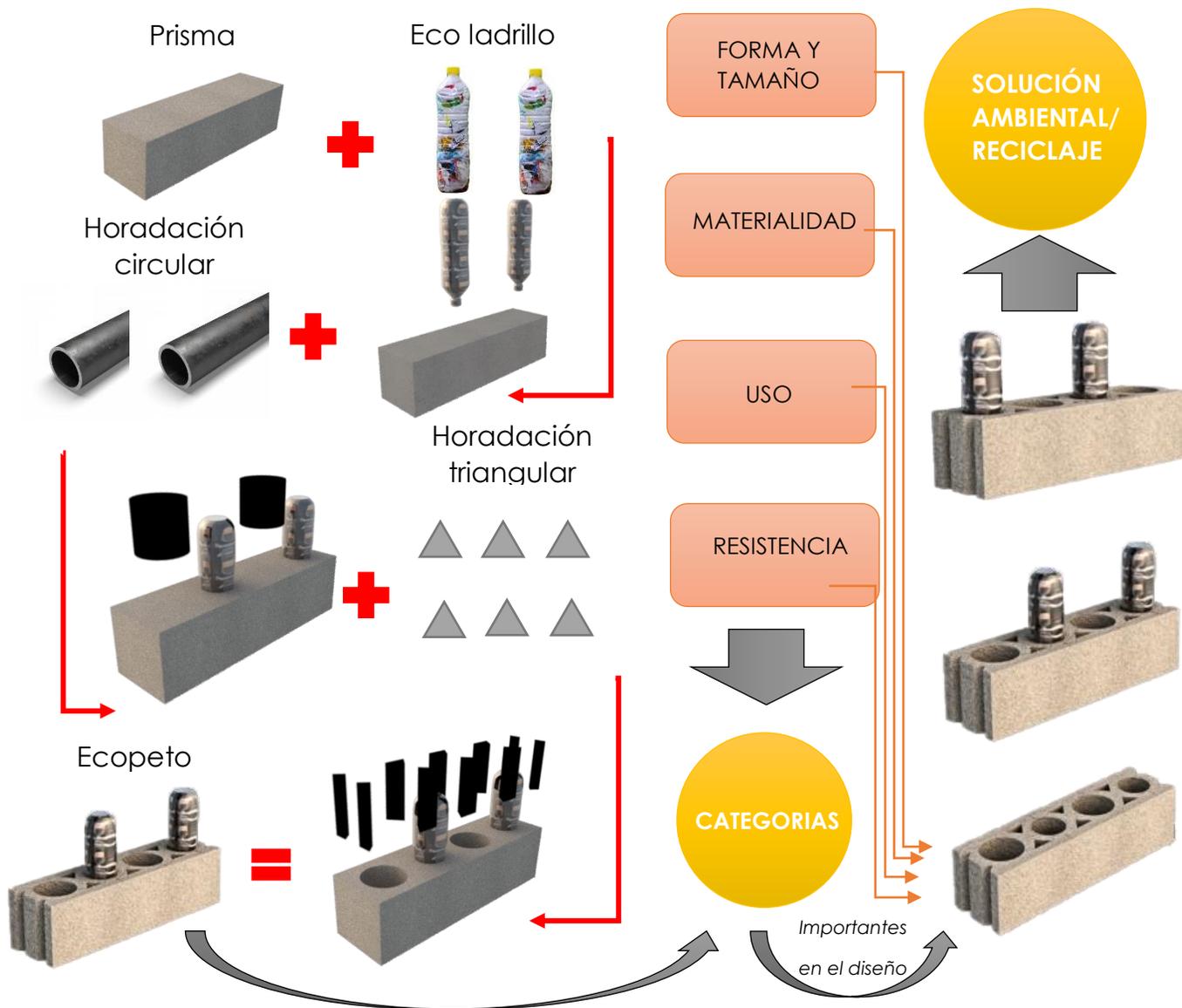
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Dimensiones	Largo 40,0 cm	Ancho 12,0 cm	Alto 20,0 cm
Color	GRIS	El color varía dentro una gama similar a la que se observa en la foto de aplicación.	
Textura	RUSTICO POR SUS CUATRO (4) CARAS		
Peso/Unidad	10,6 Kg /Un.		
Rendimiento con dilatación de 1cm	141,0 Kg /m2 de muro 11,61 Un/m2		
Aplicación	MUROS DE DELIMITACION		
Clasificación	Tipo PH	Unidad de Mampostería de Perforación Vertical	
Resistencia a la compresión - Mínima	Promedio 5 Unidades 5,00 Mpa (50 Kg/ cm2)	Individual 4,50 Mpa (45 Kg/ cm2)	
Absorción de agua - Mínima	13%		14%
Normas aplicadas	AIS		NSR 10
	ICONTEC ASTM		



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Dimensiones	Largo 45,0 cm	Ancho 12,0 cm	Alto 12 cm
Color	GRIS	El color varía dentro una gama similar a la que se observa en la foto de aplicación.	
Textura	LISO POR SUS CUATRO (4) CARAS		
Peso/Unidad	20,0 Kg /Un		
Rendimiento con dilatación de 1cm	12,81 Kg /m2 de muro 16,0 Un/m2		
Aplicación	MUROS INTERIORES - NO ESTRUCTURAL		
Clasificación	Tipo PH	Unidad de Mampostería de Perforación Vertical	
Resistencia a la compresión - Mínima	Promedio 5 Unidades 6,50 Mpa (50 Kg/ cm2)	Individual 6,00 Mpa (45 Kg/ cm2)	
Normas aplicadas	AIS		NSR 10
	ICONTEC ASTM		

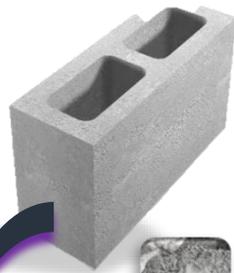


Fuente: Autoría Propia



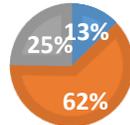
Fuente: Autoría Propia

BLOQUE DE CEMENTO



% MATERIAL

■ cemento ■ Arena ■ Grava



Cement
o1136



Arena
5682 Gr

MEDIDAS: 12 x 20 x 40 cm

VOLUMEN: 4200 cm³

RESISTENCIA: 6.0 Mpa – 7Mpa

PROPORCIÓN: 13% Cemento,
62% Arena, 25% Grava

CEMENTO: 1136 gr – (369 cm³)

ARENA: 5682 gr – (2264 cm³)

GRAVA TRITURADA: 2273 gr –
(1567.5 cm³)

VALOR: \$ 1200

COMPARACIÓN

MEDIDAS: 12 x 12 x 45 cm

VOLUMEN: 3900 cm³ + 8% (4212 cm³)

RESISTENCIA: 6.0 Mpa – 7.8 Mpa

PROPORCIÓN: 22% PET, 17%
Cemento,



Cement
o2171



Arena
6410 Gr

MATERIAL (gr)

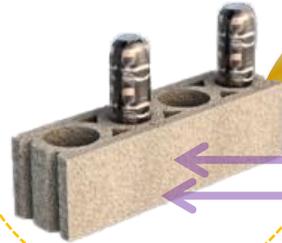
CEMENTO: 2171 gr – (705 cm³)

ARENA: 6410 gr – (2554 cm³)

PET: 1304 gr – (952 cm³)

VALOR: \$ 1300

ECOPETO



% MATERIAL

■ cemento ■ Arena



ECOPETO SIN
ECOLADRILLOS

VENTAJAS

INNOVACIÓN

ECOLADRILLO BOTELLA 600 ML



Peso 500gr Peso 500gr

RECICLA 1000 gr
de plástico



RECICLA 1304
gr de PET
triturado

RECICLA MÁS DE
100 ENVOLTURAS DE
DULCES



RECICLA MÁS DE 50
BOLSAS PLÁSTICA



PROMUEVE
participación
social y
reciclaje



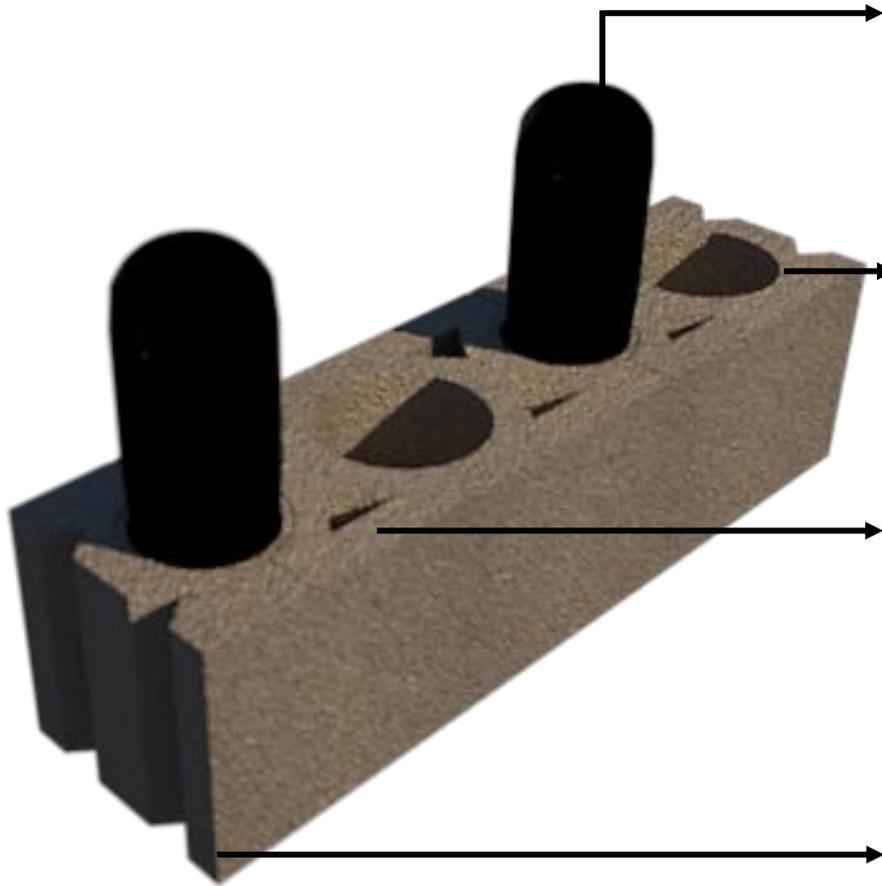
AMIGABLE
con el
medio
ambiente



FÁCIL
Ensamble de
las unidades

Fuente: Elaboración propia

3.2 DISEÑO LADRILLO BLOQUE PRINCIPAL



Eco ladrillo

Permite un sistema de encaje tipo lego que además ahorra cantidades de material en la mezcla.

Vacío circular

Permite la incrustación del eco ladrillo inferior del otro ECOPELO, aliviando el bloque.

Vacío Triangular

Se incorpora esta forma para un mayor ahorro del aglomerante igualmente para funcionamiento acústico.

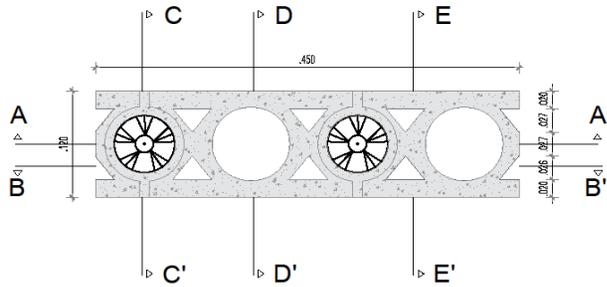
Mezcla ecológica

Se implementa una mezcla a base de cemento, arena y PET triturado.

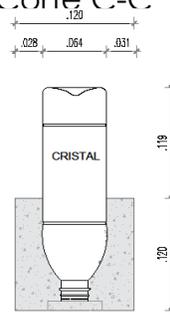
Fuente: Elaboración propia

3.2.1 PLANOS GENERALES

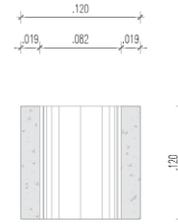
- Planta Bloque



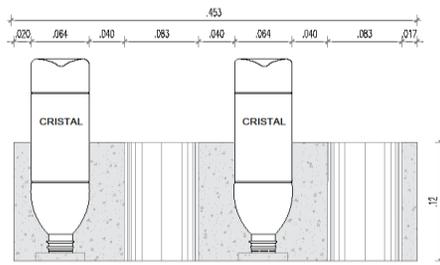
- Corte C-C'



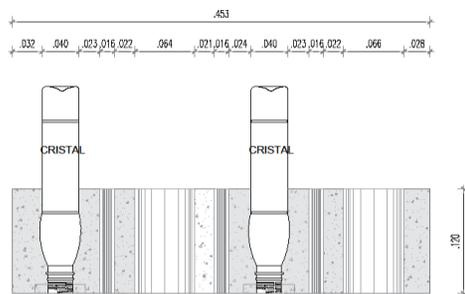
- Corte D-D'



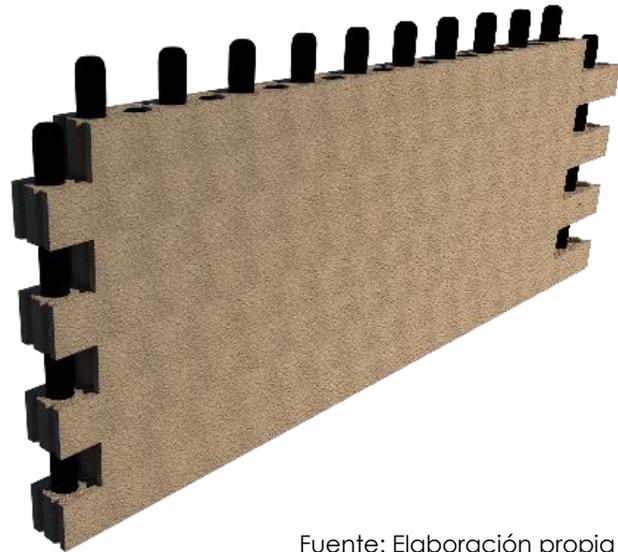
- Corte A-A'



- Corte

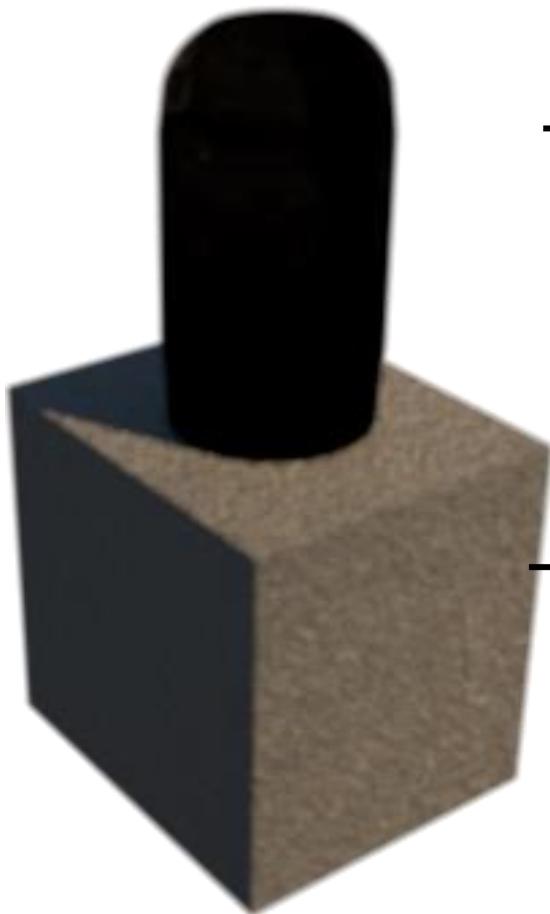


- Axonometría



Fuente: Elaboración propia

3.3 LADRILLO PIEZA AUXILIAR T1



Eco ladrillo

Permite un sistema de fácil ensamble, que además ahorra cantidades de material en la mezcla.

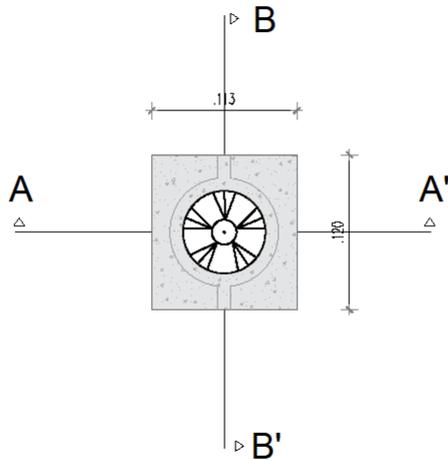
Mezcla ecológica

Se implementa una mezcla a base de cemento, arena y PET triturado.

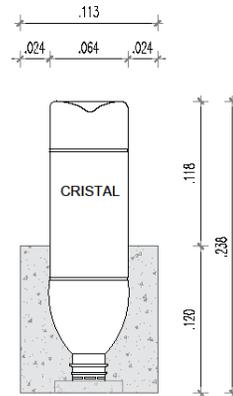
Fuente: Elaboración propia

3.3.1 PLANOS GENERALES

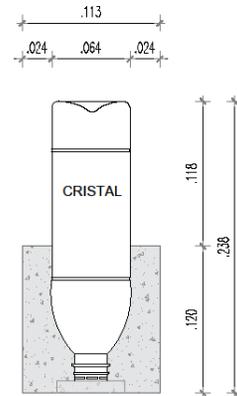
- Planta pieza auxiliar T1



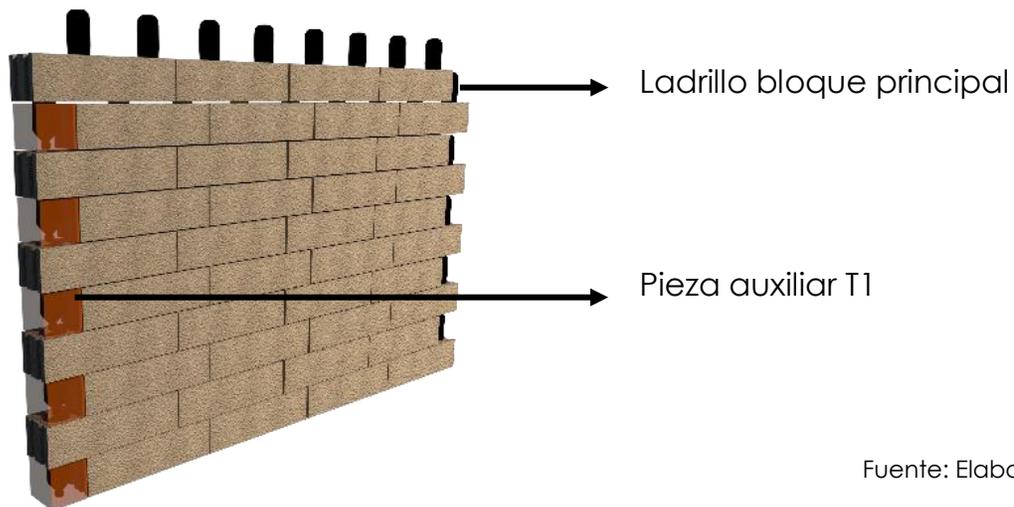
- Corte A-A'



- Corte B-B'

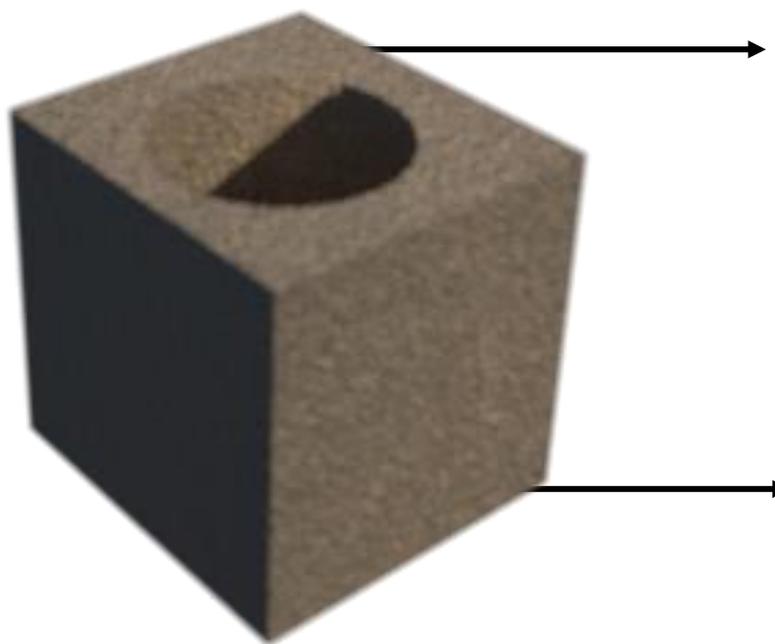


- Axonometría



Fuente: Elaboración propia

3.4 LADRILLO PIEZA AUXILIAR T2



Vacío circular

Permite la incrustación del Eco ladrillo inferior del otro ECOPELO, aliviando el bloque.

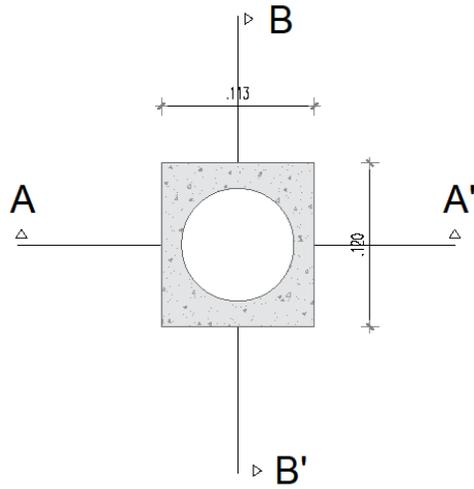
Mezcla ecológica

Se implementa una mezcla a base de cemento, arena y PET triturado.

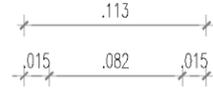
Fuente: Elaboración propia

3.4.1 PLANOS GENERALES

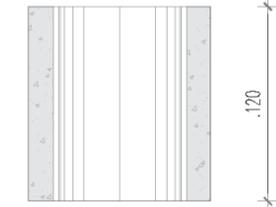
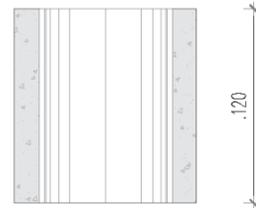
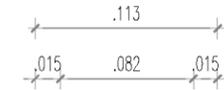
- Planta pieza auxiliar T2



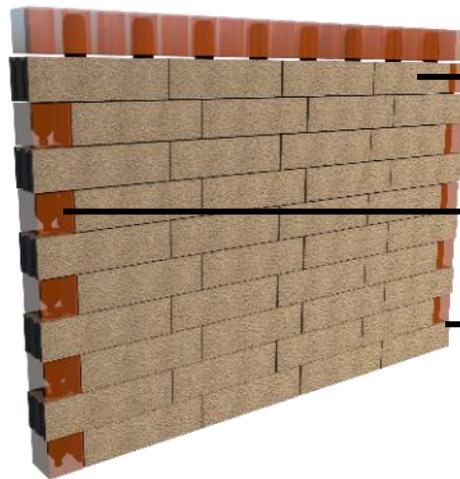
- Corte A-A'



- Corte B-B'



- Axonometría



Ladrillo bloque principal

Pieza auxiliar T1

Pieza auxiliar T2

Fuente: Elaboración propia

3.5 EL PET: EL DESECHO SÓLIDO QUE APORTA A LA CONSTRUCCION

PET (Polietileno Tereftalato) es un material fuerte de peso ligero de poliéster claro, se usa para hacer recipientes de bebidas suaves, jugos, agua, bebidas alcohólicas, aceites comestibles, limpiadores caseros, y otros.

(Olivares, 2006)

Los recipientes son 100% reciclables. Sin embargo, no sólo es su calidad de reciclabilidad que lo hace amistoso medioambientalmente hablando. Siendo el envase sumamente ligero, también ayuda a disminuir la formación de desechos de empaque y al mismo tiempo reduce la emisión de contaminantes durante su transporte. Además, dado que se requiere menos combustible durante su transporte, también ayuda a la conservación de la energía.

(Olivares, 2006)

Teniendo en cuenta las citas expuestas anteriormente, se decide en este planteamiento reutilizar este material tan versátil con propiedades físicas favorables, que facilitan la elaboración de un ladrillo ecológico, disminuyendo en un gran porcentaje la contaminación del ambiente. Seguido a esta breve introducción se dará a conocer los datos de referencia de la investigación del tipo de cementante con Pet seleccionado y los ensayos de las pruebas realizadas.

3.6 REFERENTES DE MEZCLAS ECOLÓGICAS

TIPOS DE MEZCLAS ECOLÓGICAS						
PAREDES EXTERIORES SOPORTAN CARGA						
M	TIPOS DE MEZCLA	CEMENTO	ARENA	PET	AGUA / ml	RESISTENCIA 28 d / Mpa
1	Pet triturado (Gramos)	1107,6	3067,6	833	702	4,19
	%	33,2	41,8	25		
2	Pet triturado (Gramos)	1107,6	3272,1	666,3	702	4,3
	%	33,2	46,8	20		
3	Pet MOLIDO (Gramos) 1: 2 : 0,167	1107,6	2215,2	184,6	600	6,3
	%	31,58	63,16	5,26		
4	Pet MOLIDO (Gramos) 1:2:1	1000	2000	1000	600	5,07
	%	25	50	25		
5	Pet MOLIDO (Gramos) 1: 2 : 0,83	1107,6	2215,2	922,6	600	5,42
	%	62,09	52,17	21,74		
6	Pet MOLIDO (Gramos) 1: 2 : 1,33	1107,6	2215,2	922,6	600	4,46
	%	23,08	46,15	30,77		
PAREDES DIVISORIAS/ NO SOPORTAN CARGA						
7	Pet MOLIDO (Gramos)	1107,6	2215,2	1660,5	600	3,49
	%	22,22	44,44	33,33		
8	Pet MOLIDO (Gramos)	1107,6	2215,2	1846,4	600	3,14
	%	21,43	42,86	35,71		
DISEÑO MEZCLA ADOQUÍN/ PROPORCIÓN VOLUMEN 1:1,5:0,5						
	TIPOS DE MEZCLA	CEMENTO	ARENA	PET	AGUA / ml	RESISTENCIA 28 d / Mpa
9	Pet PICADO (Gramos)	1774,08	2168,6	383	288	6,039
	%	35	35	30	50% cmento	
	Pet PICADO (VOLUMEN) cm3	576	864	288	288	
10	Pet PICADO (Gramos)	2070	2530	447	336	5,089
	%	30	35	35	50% cmento	
	Pet PICADO (VOLUMEN) cm3	672	1008	336	336	

Tabla 1 Fuente: Elaboración propia

Con relación a estos datos encontrados, se decidió utilizar el tipo de mezcla con Pet triturado ya que no requiere de maquinaria industrial como lo es el Pet molido, derretido o picado, y es más sencillo triturarlo. Los datos subrayados en amarillos fueron tomados como base para el desarrollo de la mezcla del ECOPETO, empleando el mismo peso de los materiales y un distinto porcentaje en volumen.

3.7 LAS PARTICULAS PET COMO COMPONENTE CONSTRUCTIVO

El material es uno de los componentes fundamentales en esta investigación, debido al interés por generar un tipo de cementante que permitiera el reciclaje de botellas Pet y demás residuos sólidos como envolturas de dulces, que benefician positivamente al ecosistema. A continuación, se presenta los estudios de mezclas respaldado por la universidad Nacional de Manizales, en donde se da a conocer la resistencia a la compresión de las mismas. El número mágico para el desarrollo de esta mezcla es de 6.0 -7.0 Mpa resistencia de un ladrillo hueco de cemento con perforación vertical.



Fuente: Elaboración propia

3.7.1 MEZCLA ECOLÓGICA

DISEÑO DE PRUEBAS

La necesidad de realizar los ensayos de estos dos tamices era entender que implicación tenían los fragmentos de distinto tamaño, si son más o menos resistentes.

Se tamizó el **PET TRITURADO** en fragmentos pequeños de 3mm > 5mm y fragmentos grandes de 5mm > 10 mm



PRUEBA 1 PET
22% F.
PEQUEÑOS

PRUEBA 1.1
PET 22% F.
PEQUEÑOS

PRUEBA 2
PET 28% F.
PEQUEÑOS

PRUEBA 2.1
PET 28% F.
PEQUEÑOS

PRUEBA 3 PET
22% F.
GRANDES

PRUEBA 3.1
PET 22% F.
GRANDES

PRUEBA 4
PET 28% F.
GRANDES

PRUEBA 4.1
PET 28% F.
GRANDES

En resumen se realizaron **8 pruebas (TABLA 3)** sometidas a ensayos de compresión, y 2 más con distintos porcentajes (**TABLA 2**), con el apoyo de la UNal de Manizales

Fuente: Elaboración propia

En la **tabla 2** se evidencia los resultados de las pruebas realizadas el 24 de agosto del 2018, en donde se incluyó en el cálculo de la mezcla el agua, motivo por el cual, el volumen de la mezcla disminuyó notablemente al adicionarle el líquido, lo que generó una variación en los resultados finales. Por este motivo para verificar nuevamente los resultados se realizaron 8 pruebas, las cuales se presentan en la siguiente página en la **Tabla 3**, sin embargo, de la **Tabla 1** se dedujo que:

El resultado final de mezcla depende en gran parte de la compactación y el vibrado del material, ya que mientras existan menos vacíos en la mezcla, esta puede tener una mayor resistencia a compresión, pero es un poco difícil ya que el plástico se deforma al ser triturado.

ENSAYOS A COMPRESIÓN (24- agosto 2018)			
PRUEBA 1 - PET PARTICULAS VARIDAS			
Dimensiones/ Cilindro	Diámetro	Radio	Alto
	8 cm	4 cm	16 cm
Proporción/ gr	Cemento	Arena	Pet
	540	1480	400
%	16	56	28
Reistencia a compresión - 28 días -UNAL	4,73 Mpa - 28,8 Kn		
PRUEBA 2 - PET PARTICULAS VARIADAS			
Dimensiones/ Cilindro	Diámetro	Radio	Alto
	8 cm	4 cm	16 cm
Proporción/ gr	Cemento	Arena	Pet
	340	1280	200
%	14	67	19
Reistencia a compresión - 28 días -UNAL	7,73 Mpa - 44,3 Kn		

Tabla 2 Fuente: Elaboración propia

3.7.1.1 ENSAYOS A COMPRESIÓN (Con PET tamizado y sin tamizar)

PRUEBA 1 (PET 22 %) - PET EN PARTICULAS MENORES A 5mm - (26 Oct- 2018)			
Dimensiones/ Cilindro	Diámetro	Radio	Alto
	8 cm	4 cm	16 cm
Proporción/ gr + 8% Desperdicio	Cemento	Arena	Pet
	370	1100	220
%	17	61	22
Reistencia a compresión - 28 días -UNAL	PRUEBA 1		47,6 KN- 7,8 Mpa
Reistencia a compresión - 28 días -UNAL	PRUEBA 1,1		26,2 KN- 4,3 Mpa
PRUEBA 2 (PET 28 %) - PET EN PARTICULAS MENORES A 5mm			
Dimensiones/ Cilindro	Diámetro	Radio	Alto
	8 cm	4 cm	16 cm
Proporción/ gr + 8% Desperdicio	Cemento	Arena	Pet
	360	1000	270
%	16	56	28
Reistencia a compresión - 28 días -UNAL	PRUEBA 2		34,2 KN- 5,6 Mpa
Reistencia a compresión - 28 días -UNAL	PRUEBA 2,1		22,6 KN- 3,7 Mpa
PRUEBA 3 (PET 22 %) - PET EN PARTICULAS MAYOR A 5mm > 1 cm - (26 Oct- 2018)			
Dimensiones/ Cilindro	Diámetro	Radio	Alto
	8 cm	4 cm	16 cm
Proporción/ gr + 8% Desperdicio	Cemento	Arena	Pet
	370	1100	220
%	17	61	22
Reistencia a compresión - 28 días -UNAL	PRUEBA 3		32,5 KN- 5,3 Mpa
Reistencia a compresión - 28 días -UNAL	PRUEBA 3,1		34,2 KN- 5,6 Mpa
PRUEBA 4 (PET 28 %) - PET EN PARTICULAS MAYOR A 5mm > 1 cm			
Dimensiones/ Cilindro	Diámetro	Radio	Alto
	8 cm	4 cm	16 cm
Proporción/ gr + 8% Desperdicio	Cemento	Arena	Pet
	360	1000	270
%	16	56	28
Reistencia a compresión 28 días -UNAL	PRUEBA 4		13,34 KN- 2,18 Mpa
Reistencia a compresión - 28 días -UNAL	PRUEBA 4,1		12 KN- 1,97 Mpa

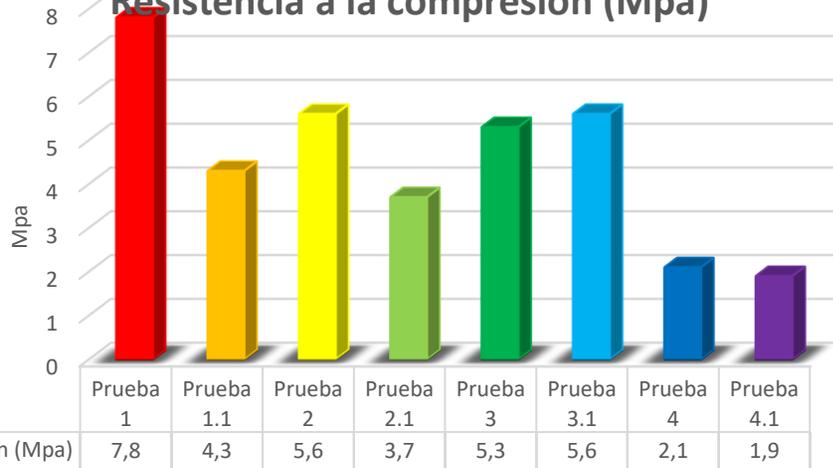
Tabla 3 Fuente: Elaboración propia

El promedio de todas las pruebas realizadas es de 4.5 Mpa.

Según la ficha técnica del ladrillo de cemento el valor objetivo es entre 6.0 Mpa - 7Mpa.

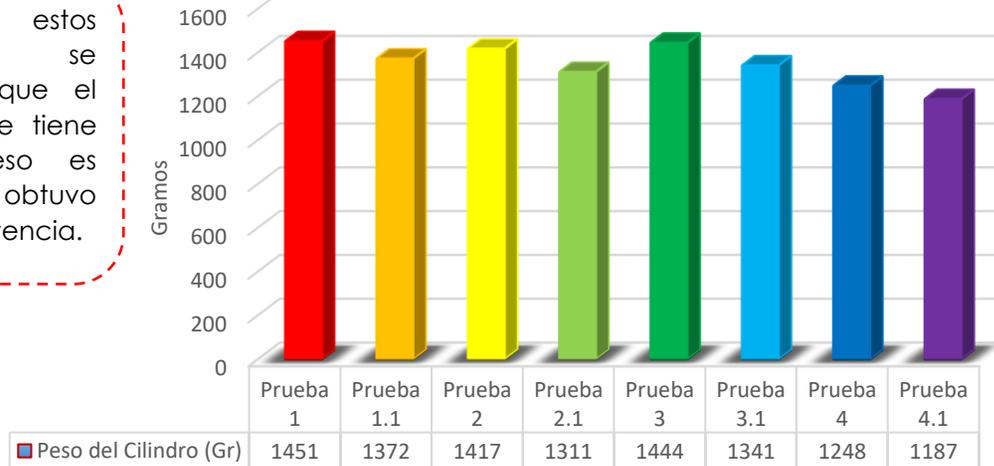
Resultados

Resistencia a la compresion (Mpa)



Según estos resultados se concluye que el cilindro que tiene mayor peso es aquel que obtuvo mayor resistencia.

Peso del Cilindro (gr)



Fuente: Elaboración propia

3.8 DESCRIPCIÓN DE LAS MEZCLAS REALIZADAS



En la prueba 1 y 1.1 se realiza una mezcla con 22% PET triturado pequeño en donde se evidencia una textura lisa y con algunos poros ocasionado por el plástico, ya que este, empieza a generar algunos vacíos.

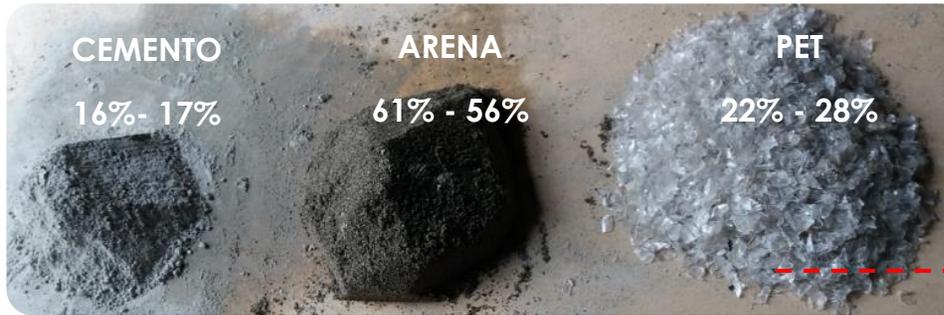
En la prueba 2 y 2.1 se realiza una mezcla con 28% PET triturado pequeño en donde se evidencia una textura menos lisa que las anteriores, un poco más porosa y con grietas pequeñas debido a que esta tiene mayor cantidad de plástico, la cual empieza a generar estos vacíos.

En la prueba 3 y 3.1 se realiza una mezcla con 22% PET triturado grande en donde se empiezan a evidenciar algunas grietas en la parte superior e inferior del cilindro, probablemente por la vibración y el tamaño de algunos fragmentos de plástico que no dejaban comprimir bien la mezcla.

En la prueba 4 y 4.1 se realiza una mezcla con 28% PET triturado grande, en donde se empieza a evidenciar grietas en la parte superior e inferior del cilindro, mucho más grandes en comparación a las pruebas con 22% de PET triturado grande, probablemente por la cantidad y el tamaño de algunos fragmentos de plástico, no se logró una buena composición de los materiales.

Fuente: Propia

3.8.1 EVIDENCIAS



En volumen el Pet tiene mayor cantidad, debido a su peso ya que es un material más ligero.



Cilindros de pruebas después de ser sometidos al esfuerzo de compresión.



Fuente: Elaboración propia

- Para adquirir la consistencia requerida es necesario mezclar muy bien los materiales, ya que el plástico triturado debido a su tamaño tiende a generar vacíos al momento de mezclarlos con el cemento y la arena, por esta razón, el vibrado cumple una función fundamental en el resultado final de la mezcla, ya que, a mayor vacío, menor es su resistencia.

En la figura 1 se evidencia el fallo de las pruebas realizadas anteriormente, en donde se alcanza a ver su ruptura, unas más pronunciadas que otras debido también a su composición si era más porosa o no.

En la figura 2 se muestra la deformación generada en un eco ladrillo de 600 ml, hasta el punto que su material relleno fuera expulsado del envase de plástico, alcanzando una resistencia de 500 lb.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores la mezcla que se elige es la PRUEBA 1 ya que cumple con los requisitos requeridos para la elaboración del ladrillo ecológico.



Figura 1



Figura 2 Fuente: Elaboración propia

3.9 EL MOLDE COMO ELEMENTO QUE COMPONE EL LADRILLO

Considerado como uno de los elementos esenciales en la fabricación del ECOPEÑO, en donde se define su forma de construcción, la cual se compone de distintas piezas fijadas con pernos que facilita la manipulación al proceso de desencofrado. Así como se mencionó en el tema anterior, también se construyeron distintos tipos de formaleta o moldes buscando la manera de como fijar correctamente los elementos que componen el ECOPEÑO.

A continuación, se dará a conocer como es el proceso de armado de la formaleta en distintas partes, ilustrando en cada una de ellas sus planos con sus medidas respectivas e imágenes, que hacen más sencillo su lectura.

Es importante tener en cuenta que el material con el que se realizó las pruebas del molde es de MDF de 9mm, pero su diseño de descomposición no varía en tal caso de emplear otro tipo de material más rígido como el metal.

3.9.1 TIPOS DE MOLDES DEL MERCADO

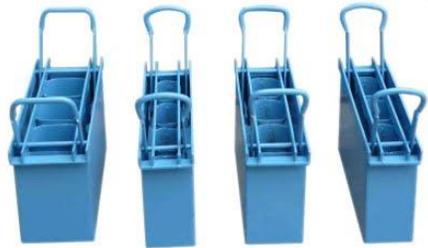
Para la formaleta del ECOPETO se tomó como referencia varios tipos de formaleta de ladrillos elaborados con madera fina que pueda garantizar un poco más la durabilidad ante las humedades, sin embargo, se tomaron en cuenta formaletas de hierro calibre 3mm de alta resistencia, ensamblando cada pieza con soldadura de alta durabilidad.

Se analizaron formaletas que nos pudieran brindar las inquietudes y a su vez que fueran similares a las necesidades del ECOPETO, tales como, el lleno y el vacío y su rápida elaboración al momento de realizar el fraguado del ladrillo.

Estos aportes son importantes para la fabricación del ECOPETO ya que, es el molde el que le da la forma y diseño.



Fuente: Grupo investigador



Fuente: Bloqueteras Famacon

Esquema tipo de molde que permite una composición lógica del ladrillo sin perjudicar su forma y apariencia, siendo versátil a la vez.



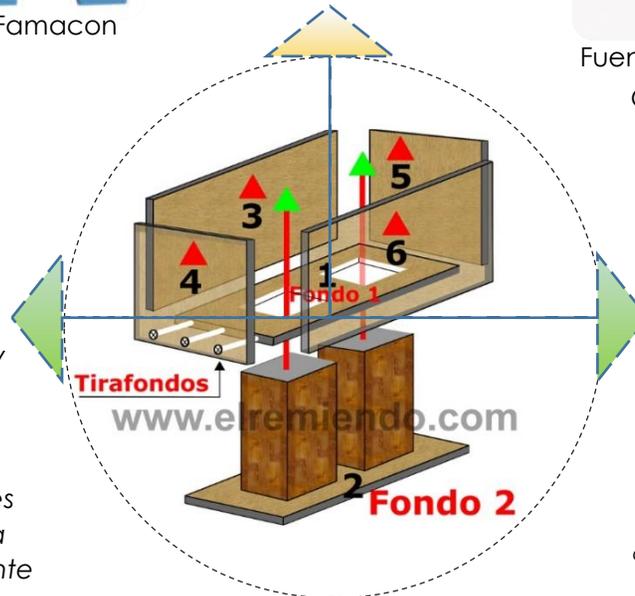
Fuente: Usimak

Gráficamente los moldes presentados están compuestos por piezas como:

1. La que se encarga de dar la **FORMA** del ladrillo
2. Aquella que proporciona el **TAMAÑO** del ladrillo.
3. Aquellas piezas auxiliares que **MANTIENEN FIJAS** las anteriores.

Con base a estas características diseñamos el molde que se ajusta al ECOPETO

A través de esta axonometría se entiende la **COMPOSICIÓN** del molde al dividirse en distintas piezas para obtener un proceso de desencofrado más sano y limpio con el ladrillo.



El **MOLDE METÁLICO** es más **maleable** con la mezcla, ligero y resistente



Fuente: Mercado libre



Fuente: Mercado libre



Fuente: Mercado libre

3.9.2 PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA FORMAleta DEL ECOPEto

3.9.2.1 LADRILLO DE CUATRO ECOLODRILLOS

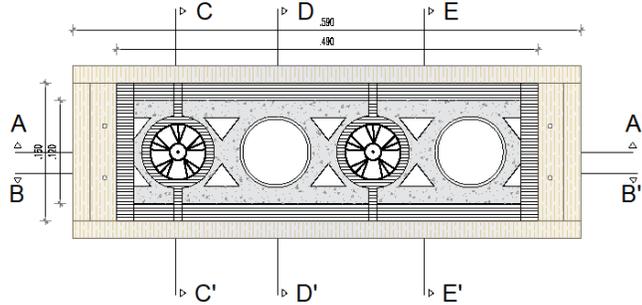


3.9.2.2 LADRILLO DE DOS ECOLADRILLOS

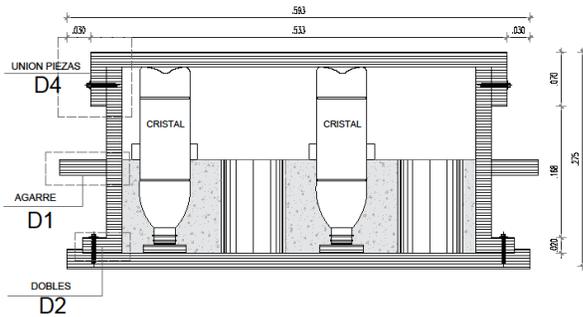


3.9.3 PLANOS GENERALES

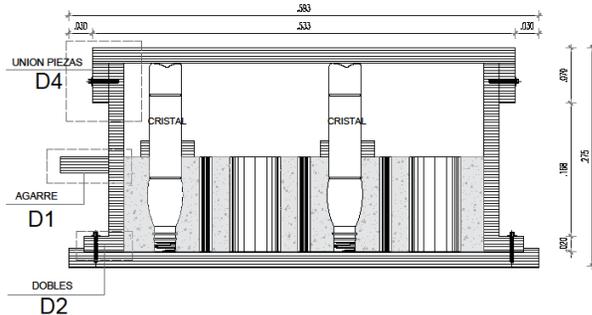
- Planta ladrillo con formaleta



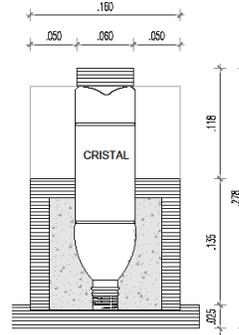
- Corte A-A'



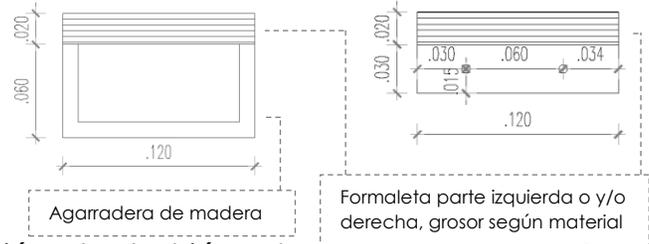
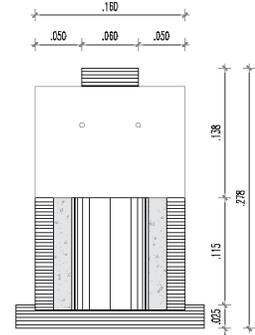
- Corte B-B'



- Corte C-C'

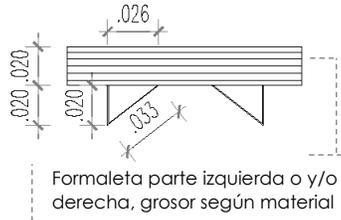


- Corte D-D'



- Unión planta triángulos

D3



- Axonometría

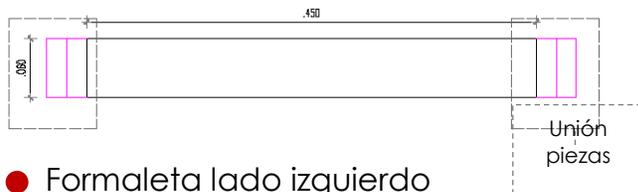


Fuente: Elaboración propia

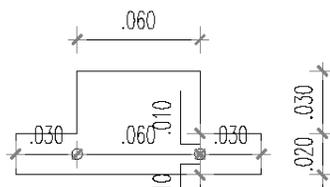
3.9.3.1 PARTE 1

Fuente: Elaboración propia

- Formaleta superior

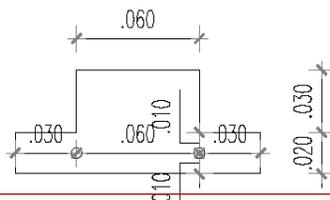


- Formaleta lado izquierdo

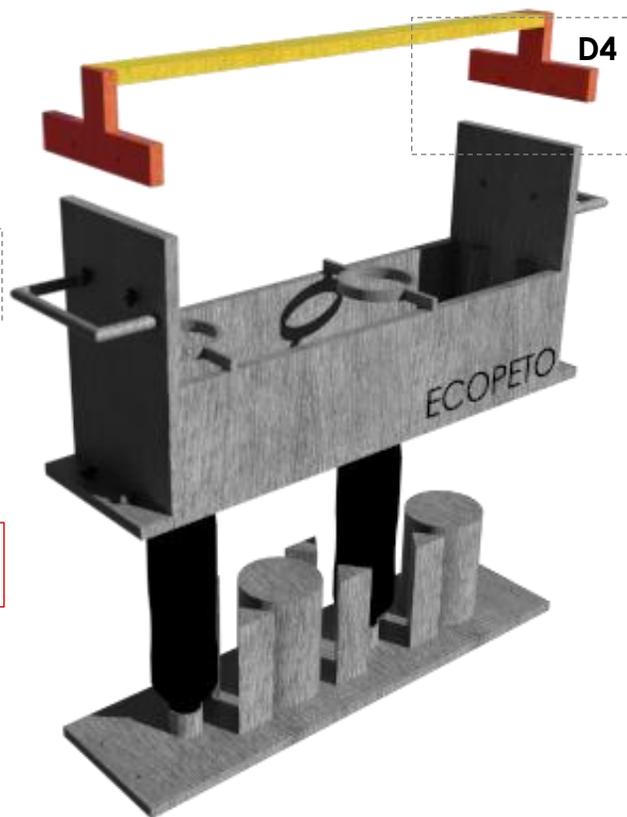


Nota: Perforación con una broca de ½" para incorporar un tornillo mariposa de ½"

- Formaleta lado derecho



Nota: Perforación con una broca de ½" para incorporar un tornillo mariposa de ½"



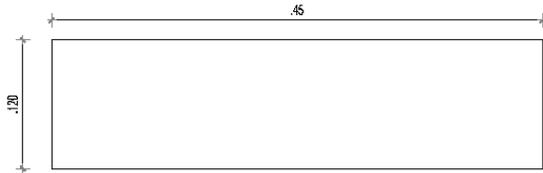
- Proyecciones de piezas
- Agrandar grosor según el material para una mayor unión de las piezas

Nota: Todas las piezas van unidas entre sí conformando un solo elemento, por medio de elementos prácticos (puntillas sin cabeza, tornillos, pegamento de madera) según el material usado.

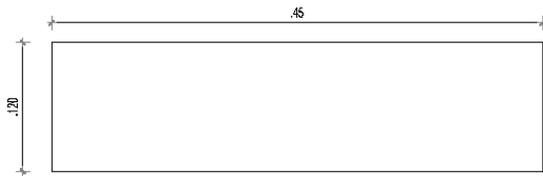
3.9.3.2 PARTE 2

Fuente: Elaboración propia

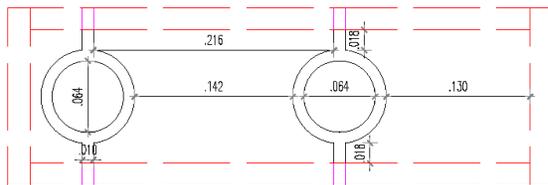
- Formaleta parte frontal



- Formaleta parte posterior

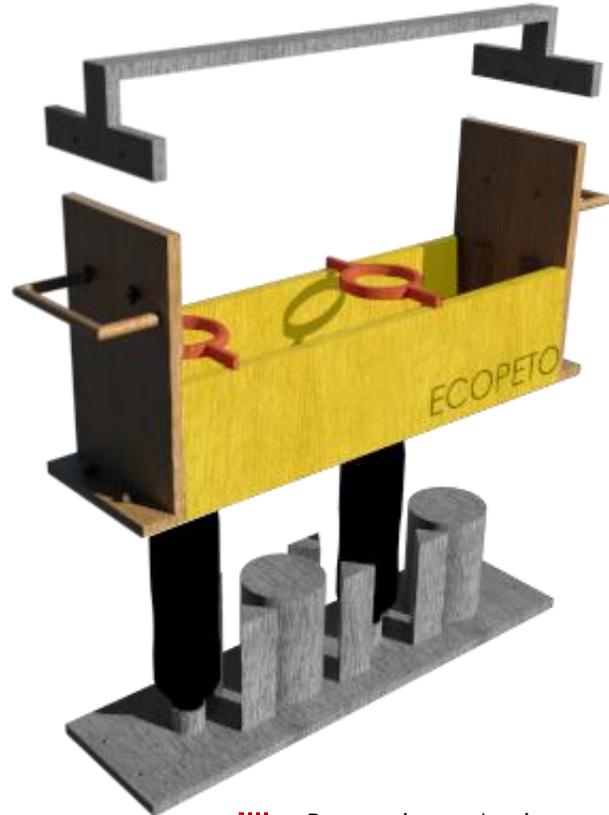


- Formaleta medio



Formaleta en planta abajo

Nota: El material aplicado en esta pieza debe garantizar resistencia y rigidez con 2mm de más del diámetro del ecoladrillo.

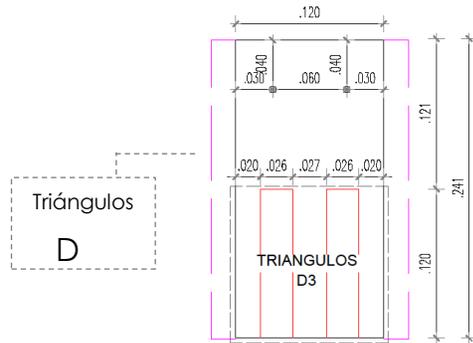


Proyecciones de piezas

Agrandar grosor según el material para una mayor unión de las piezas

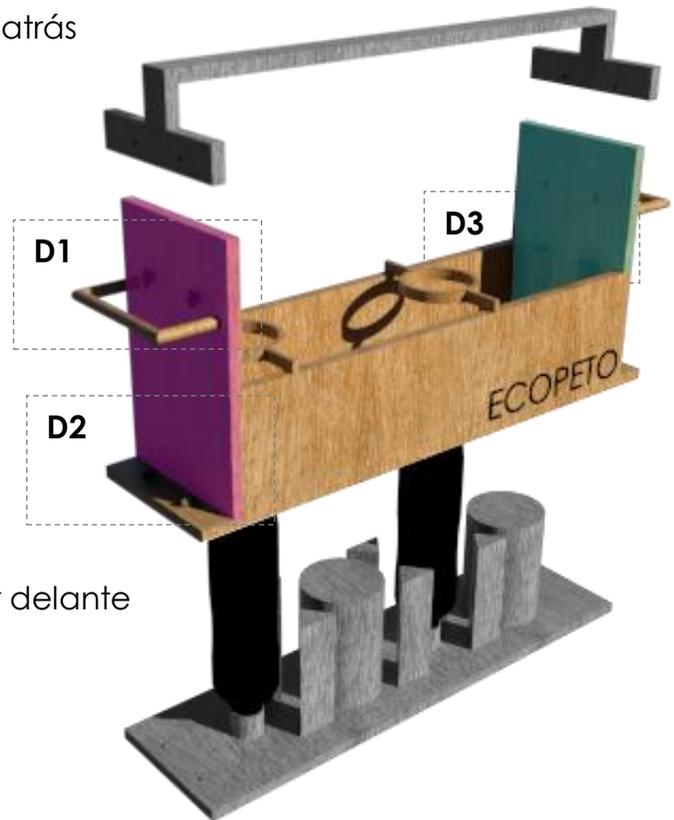
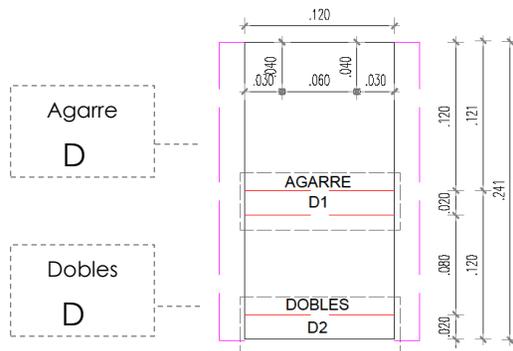
Nota: Todas las piezas van unidas entre sí conformando un solo elemento, por medio de elementos prácticos (puntillas sin cabeza, tornillos, pegamento de madera) según el material usado.

● Formaleta parte izquierda – derecha por atrás



Nota: Perforación con una broca de 1/2" para incorporar un tornillo mariposa de 1/2"

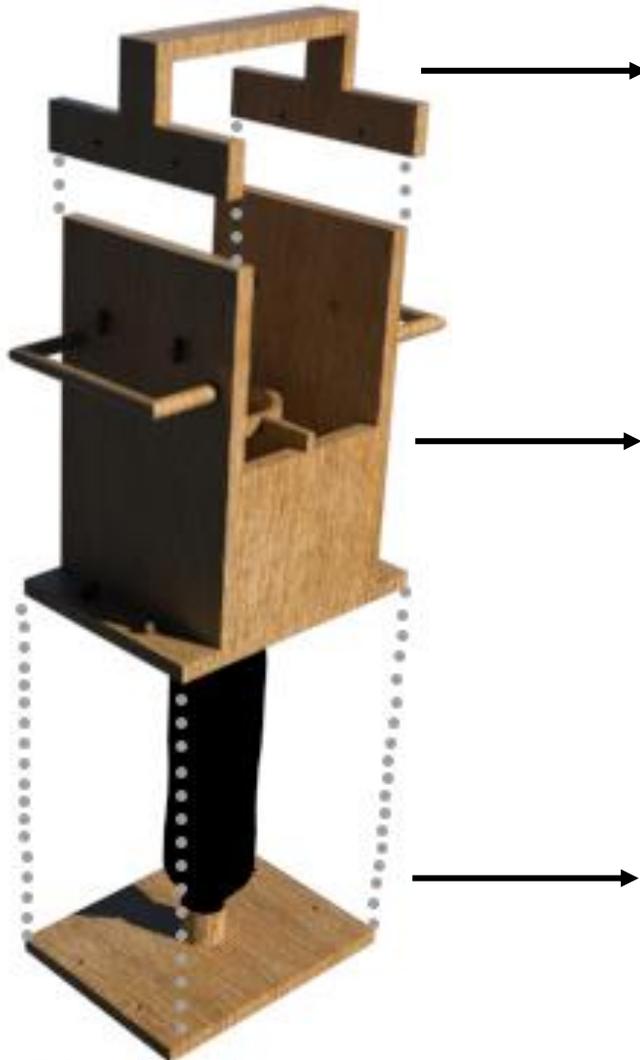
● Formaleta parte izquierda – derecha por delante



- Proyecciones de piezas
- Agrandar grosor según el material para una mayor unión de las piezas

Nota: Todas las piezas van unidas entre sí conformando un solo elemento, por medio de elementos prácticos (puntillas sin cabeza, tornillos, pegamento de madera) según el material usado.

3.10 FORMALETA PIEZA AUXILIAR T1



Parte 1:

Tiene como función evitar el desplazamiento vertical de los eco ladrillos al momento de vaciar el ECOPETO.

Parte 2:

Contiene el aglomerante para el moldeamiento del ECOPETO, además sujeta los ecoladrillo evitando el desplazamiento.

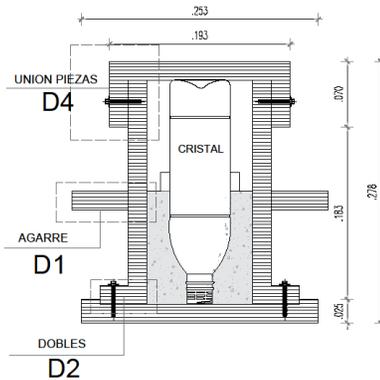
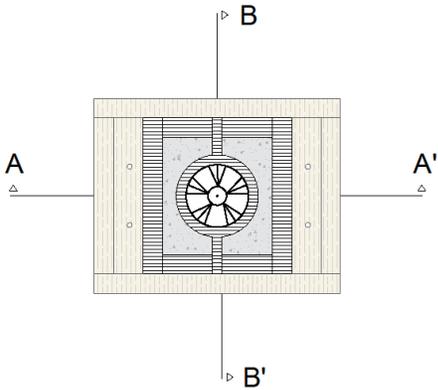
Parte 3:

Además de ser la base tiene una pequeña circunferencia que no permite el desplazamiento del ecoladrillo para mayor precisión.

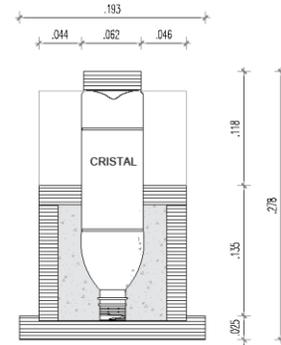
Fuente: Elaboración propia

3.10.1 PLANOS GENERALES

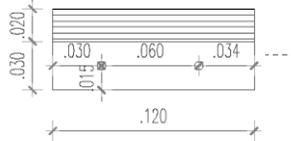
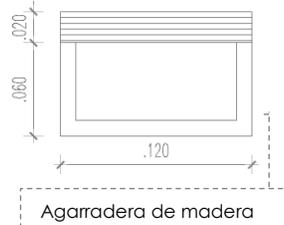
- Planta pieza con formaleta
- Corte A-A'



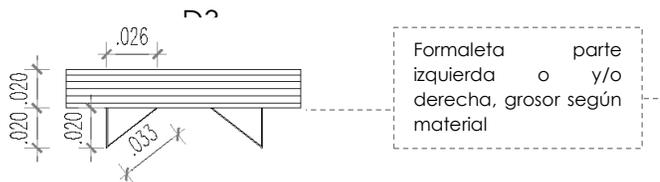
- Corte B-B'



- Planta agarre
- Unión planta dobles D2



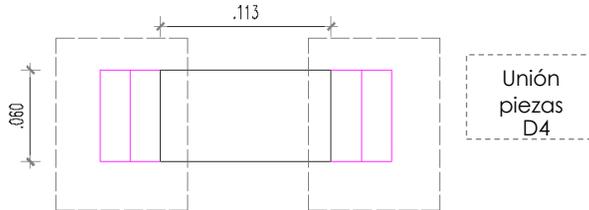
- Unión planta triángulos



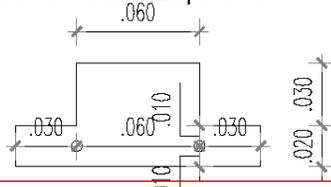
Fuente: Elaboración propia

3.10.1.1 PARTE 1

- Formaleta superior

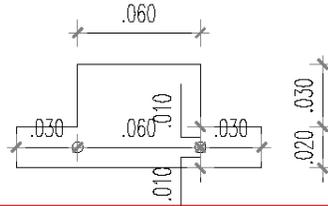


- Formaleta lado izquierdo



Nota: Perforación con una broca de 1/2" para incorporar un tornillo mariposa de 1/2"

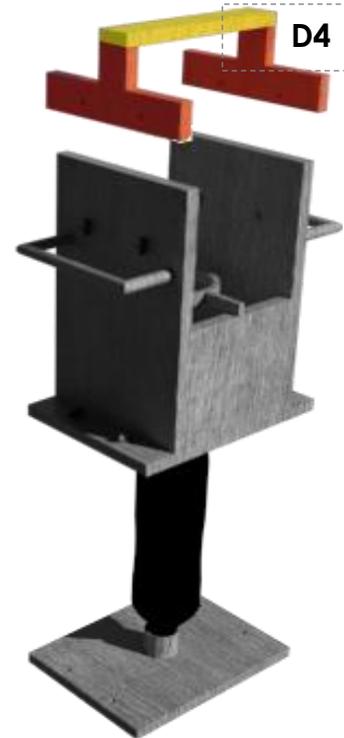
- Formaleta lado derecho



Nota: Perforación con una broca de 1/2" para incorporar un tornillo mariposa de 1/2"

Nota: Todas las piezas van unidas entre sí conformando un solo elemento, por medio de elementos prácticos (puntillas sin cabeza, tornillos, pegamento de madera) según el material usado.

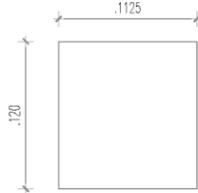
Fuente: Elaboración propia



- Proyecciones de piezas
- Agrandar grosor según el material para una mayor unión de las piezas

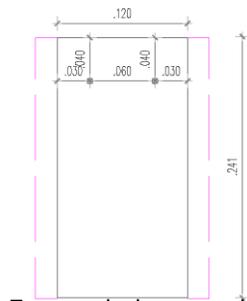
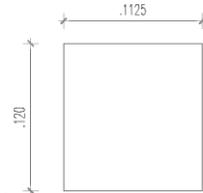
3.10.1.2 PARTE 2

● Formaleta parte frontal – posterior

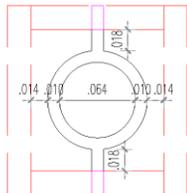


● Formaleta parte izquierda-derecha por atrás

● Formaleta parte izquierda-derecha por delante



● Formaleta medio

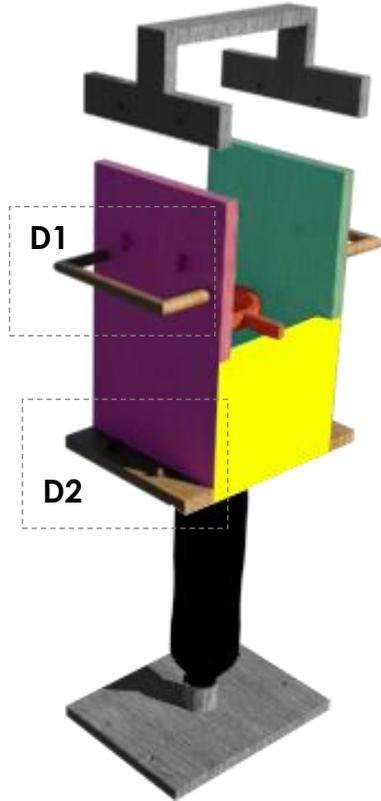


Formaleta en planta abajo

Nota: El material aplicado en esta pieza debe garantizar resistencia y rigidez con 2mm de más del diámetro del

Nota: Todas las piezas van unidas entre sí conformando un solo elemento, por medio de elementos prácticos (puntillas sin cabeza, tornillos, pegamento de madera) según el material usado.

Fuente: Elaboración propia



D1

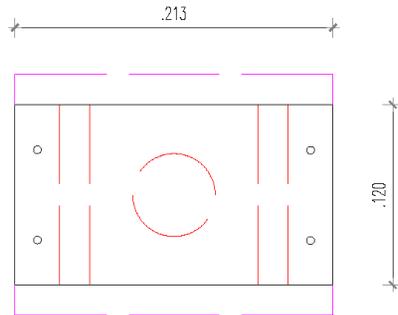
D2

Proyecciones de piezas

Agrandar grosor según el material para una mayor unión de las piezas

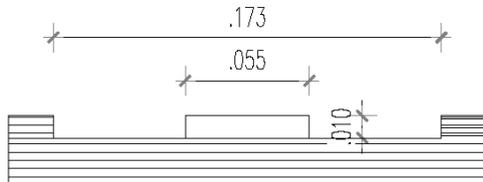
3.10.1.3 PARTE 3

● Formaleta inferior



Nota: Todas las piezas cambian sus dimensiones (largo) según el grosor del material aplicado (0.02)

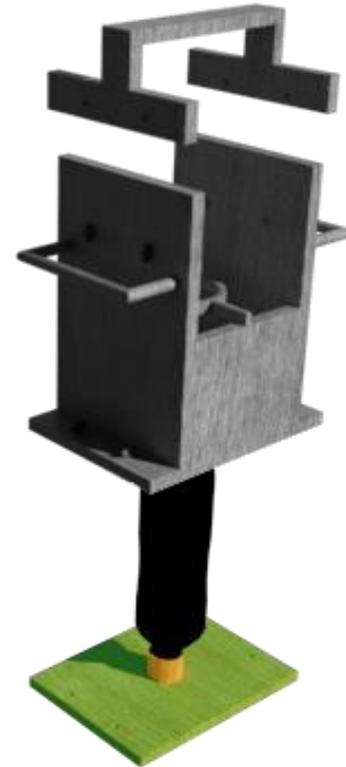
● Alzado



Nota: Todas las piezas cambian sus dimensiones (largo) según el grosor del material aplicado (0.02)

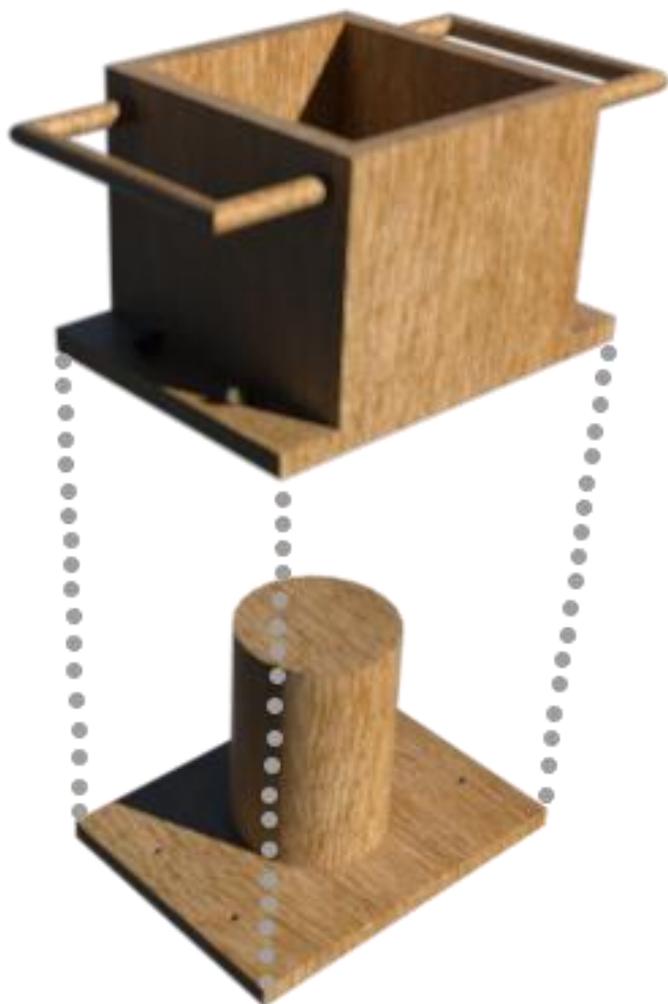
Nota: Todas las piezas van unidas entre sí conformando un solo elemento, por medio de elementos prácticos (puntillas sin cabeza, tornillos, pegamento de madera) según el material usado.

Fuente: Elaboración propia



- Proyecciones de piezas
- Agrandar grosor según el material para una mayor unión de las piezas

3.11 FORMALETA PIEZA AUXILIAR T2



Parte 1:

Contiene el aglomerante para el moldeamiento del ECOPETO, además de los tornillos mariposas para ajustar las partes.

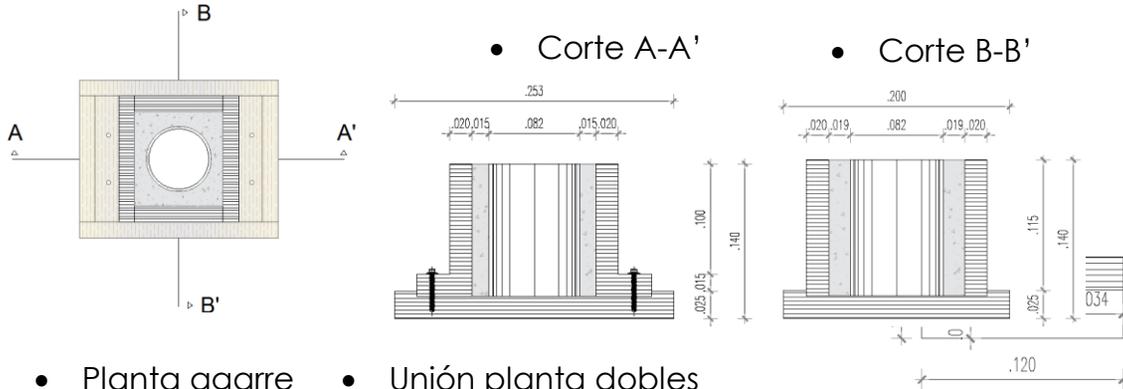
Parte 2:

Genera los vacíos conformado la formalidad del ECOPETO.

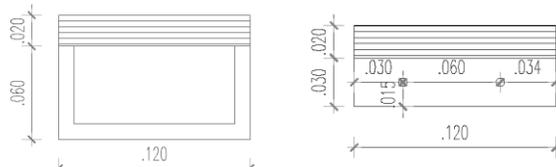
Fuente: Elaboración propia

3.11.1 PLANOS GENERALES

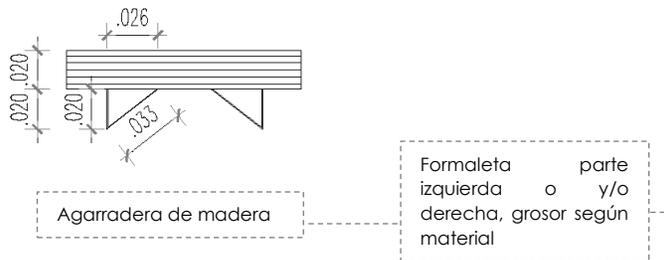
- Planta ladrillo con formaleta



- Planta agarre D1
- Unión planta dobles D2



- Unión planta triángulos D3



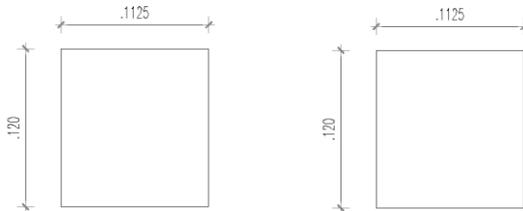
- Axonometría



Fuente: Elaboración propia

3.11.1.1 PARTE 1

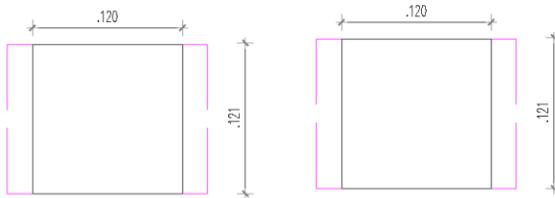
- Formaleta parte frontal - posterior



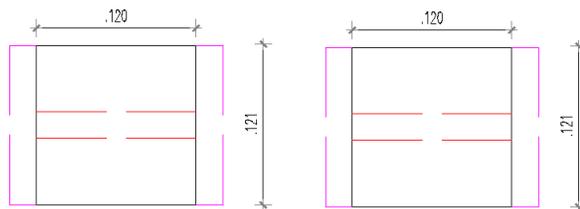
Fuente: Elaboración propia



- Formaleta parte izquierda – derecha por atrás



- Formaleta parte izquierda – derecha por delante

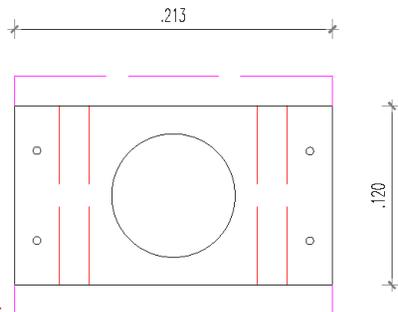


- Proyecciones de piezas
- Agrandar grosor según el material para una mayor unión de las piezas

Nota: Todas las piezas van unidas entre sí conformando un solo elemento, por medio de elementos prácticos (puntillas sin cabeza, tornillos, pegamento de madera) según el material usado.

3.11.1.2 PARTE 2

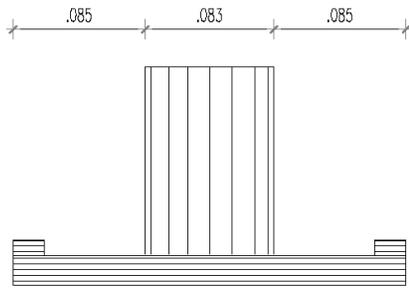
● Formaleta inferior



Nota: Todas las piezas cambian sus dimensiones (largo) según el grosor del material aplicado (0.02)



● Alzado



Nota: Todas las piezas cambian sus dimensiones (largo) según el grosor del material aplicado (0.02)

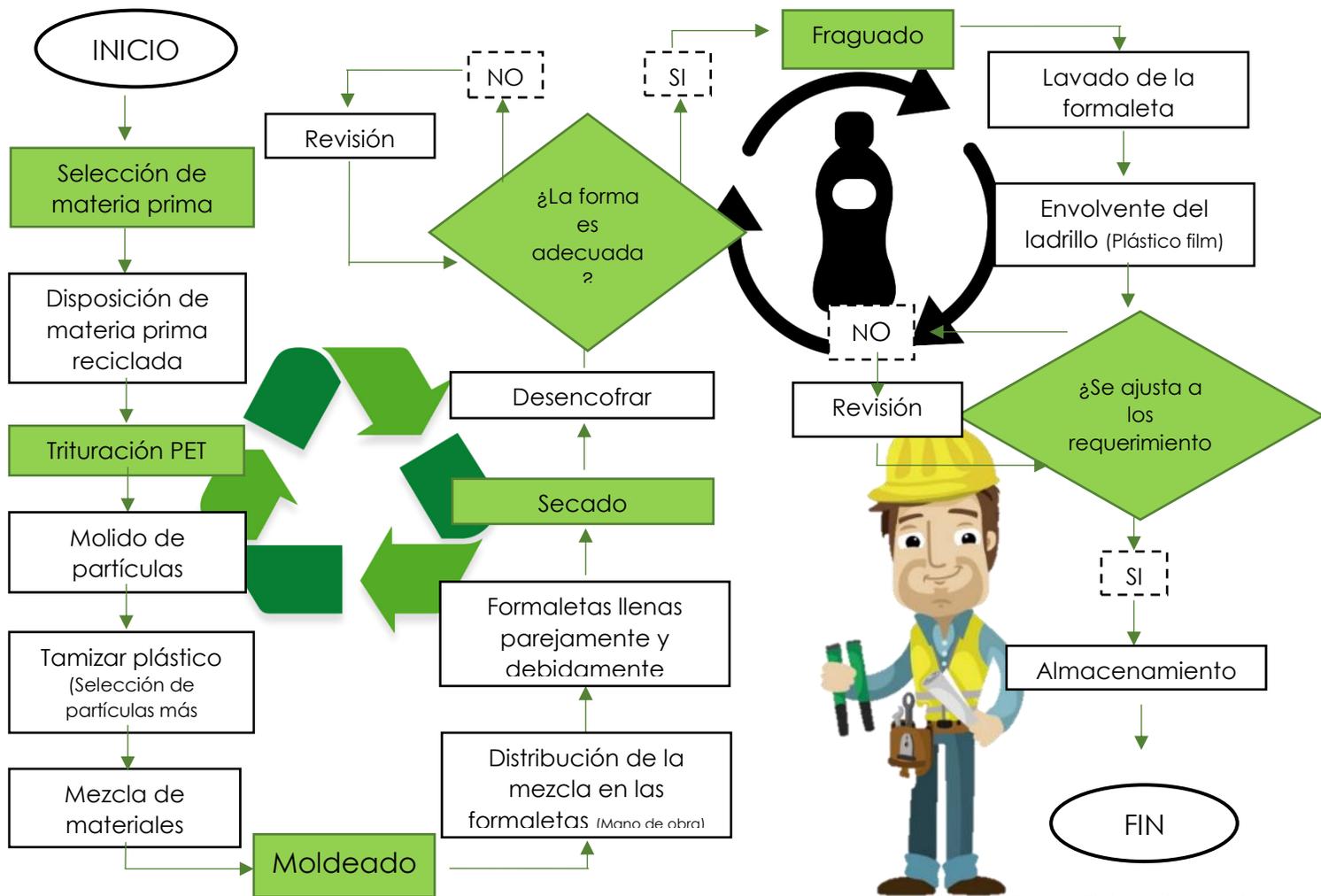


□ Proyecciones de piezas

□ Agrandar grosor según el material para una mayor unión de las piezas

Nota: Todas las piezas van unidas entre sí conformando un solo elemento, por medio de elementos prácticos (puntillas sin cabeza, tornillos, pegamento de madera) según el material usado.

3.12 CICLO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL LADRILLO ECOPETO



Fuente: Elaboración propia

3.13 OBSERVACIONES

- Podemos concluir respecto al diseño del ECOPETO especificaciones importantes de sus medidas ya que, si se modifican no podrían encajar todas las partes entre sí dificultando la realización de los muros, de la misma manera, las perforaciones verticales que se realizaron generan un ahorro del material y un ensamble tipo lego, gracias al eco ladrillo.
- La utilización del eco ladrillo nos genera un gran tema de reciclaje que se aprovecha por medio de la interacción comunitario, ya que, para su fabricación no es necesaria maquinaria especializada y solamente con la guía de pasos anteriormente expuesta la comunidad lo puede desarrollar.
- La forma del ladrillo adquiere importancia por las horadaciones, generando un gran ahorro de la mezcla cementante, además, la versatilidad que presenta el molde para descomponerse permite abstraer el ladrillo sano y sin fisuras.
- En La tabla 1 se muestra una serie de mezclas ecológicas de referencia empleadas actualmente para la fabricación de ladrillos ecológicos, de estas se tomó como base las dos primeras, en donde utilizaron los Pesos de los materiales y se realizaron nuevas pruebas de resistencia con los siguientes datos, (D) densidad Cemento: $D= 3.08 \text{ gr/cm}^3$, Arena: $D= 2.51 \text{ gr/cm}^3$, PET = 1.37 gr/cm^3 en los cuales se utiliza porcentajes de 22 y 28% de PET.

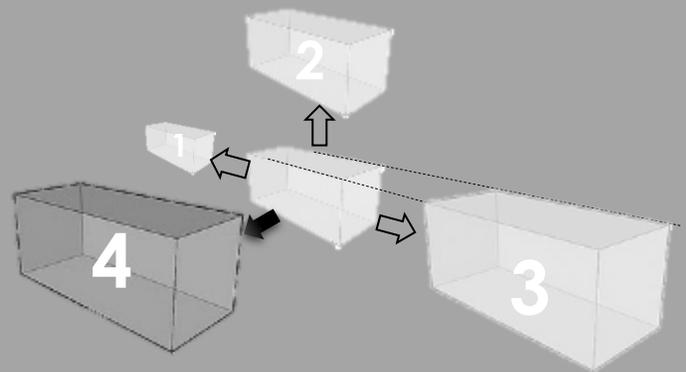
- Se realizaron 10 Pruebas en cilindros de 8 cm de diámetro por 16 cm de alto, en donde cada cilindro contiene un volumen de 717 cm³ teniendo en cuenta el 8% de desperdicio cuando se adiciona el agua, con base a estos datos se realiza los cálculos de cada material que se lleva el ECOPETO, para manejar las mismas proporciones.
- Con relación a **las tablas 2 y 3** existe una similitud, ya que 2 de las pruebas realizadas obtuvieron una resistencia de 7 a 7.8 Mpa, en las cuales se emplearon distintos porcentajes de Pet en una el 19% y la otra 22%, Además de esto, los valores en peso de cada material no varían mucho, por esta razón los resultados pudieron ser similares.
- Respecto a los resultados presentados de **la tabla 3**, la mezcla con 22% de Pet obtuvo los mejores resultados cumpliendo con el objetivo de la investigación que es superar o igualar la resistencia de un bloque de cemento con resistencia de compresión 6.0 – 7.0 Mpa.
- La Prueba 1 y 1.1 en las cuales se adicionó el 22% de Pet con partículas de 3mm>5mm tuvieron una diferencia importante en cuanto a su resistencia ya que, la mezcla de los materiales requiere de mucho cuidado y sí quedan vacíos al interior estos afectan la resistencia, lo que probablemente pudo haber ocurrido en esta. **El tipo de aglomerante escogido para el ECOPETO** es aquel que tiene un 22% de PET triturado con fragmentos de 3mm>5mm, el cual tiene una resistencia entre 7.0 a 7.8 Mpa, cumpliendo con las especificaciones técnicas del bloque convencional.

- En el momento de hacer el cálculo de la cantidad de cada material, se observa que en proporción se reutiliza un buen porcentaje de Pet, debido a que el peso del material es más liviano que el cemento y la arena, por esta razón, el volumen del plástico es mayor.
- De acuerdo a los resultados presentados se determina que las probetas que tenían un menor peso, obtuvieron una resistencia a la compresión menor, por el contrario, las que pesaban más tenían una mayor resistencia a compresión.
- Teniendo en cuenta los resultados presentados anteriormente de las mezclas y su determinada resistencia a compresión, se concluye que: El tipo de mezcla de la **PRUEBA 1 y 1.1** tiene la misma Resistencia que un ladrillo hueco de cemento, la cual está compuesta por 22% de Pet triturado en fragmentos pequeños de 3mm > 5mm, 17% de cemento y 61% de arena.
- El Ecopeto es factible en comparación a la resistencia de los ladrillos estándares, lo que permite ser comparado con las muestras bases y demás ladrillos analizados cumpliendo con las necesidades de la construcción.
- Se puede concluir que la mezcla aglomerante del Pet tarda bastante tiempo en fraguar, ya que, no es como algunos ladrillos ecológicos que su mezcla base tiene más porcentaje de arena o se emplea algún tipo de aditivo que permite una mayor adherencia con el cemento mejorando de esta manera la resistencia y el tiempo de curado del ladrillo.

- Se observa que al momento de implementar una mezcla ecológica con Pet, estamos apoyando a la reducción de la huella de carbón, por transporte de materiales incluso elaboraciones industriales.
- El material de la formaleta debe ser de un espesor 9mm si es en el caso de madera MDF y además es necesario implementarle un sellante o en su defecto hacerla de otro material resistente al agua, que impida la deformación del molde.
- El diseño de la formaleta resulta ser muy conveniente, sin embargo, se debe realizar en metal, pues así se garantiza un mejor fraguado y desencofrado, ya que, en los ensayos realizados la madera MDF empleada se empieza a deformar por la humedad de la mezcla, lo que afecta la apariencia del ladrillo.
- El molde resultante no fue tan efectivo por la materialidad en que se realizó que fue en madera MDF de 12 mm la cual es débil a la humedad, dificultando el desencofrado del ladrillo Ecopeto, por lo que conviene realizarlo de metal para un mejor rendimiento y versatilidad.
- La formaleta debe tener muy buen ensamble entre sus partes, se deben unir con pernos, clavos o tornillos, de no ser así al momento de desencofrar el ladrillo se dañará la formaleta.

- Las medidas de la formaleta deben ser exactas, si se modifican o se tienen una desviación de centímetros, el ladrillo se verá afectado en su forma, porque los vacíos están pensados para encajar un ladrillo con otro, por lo que tiene una proporción definida.
- Es de gran importancia la formaleta sea realizada en metal, de lo contrario se presentarán muchos problemas al desencofrado, los vacíos se tienen que hacer por medio de un elemento fijo a la parte inferior de la formaleta porque la mezcla genera mucha presión en estas y al momento de retirare el Ecopeto no saldrá.
- El ladrillo debe ser retirado del molde inmediatamente fragüe y tenga una resistencia adecuada, por lo que se debe esperar 3 días mínimo, incorporándole agua para alcanzar la resistencia mínima.
- Al momento de vaciar en la formaleta se recomienda incorporar desmoldantes ecológicos como medio de engrasamiento para retirar fácilmente el ECOPETO y no tener rupturas en el mismo al retirarlo del molde.
- Se recomienda fijar muy bien la formaleta con los elementos auxiliares que son los pernos que evitan que la mezcla se salga del molde o que los eco ladrillos se mueven de su eje.

4. CAPITULO: APLICABILIDAD



El “Ecopeto” es un ladrillo ecológico porque está compuesto por materiales reciclados como **Pet triturado y Eco ladrillos** elaborados con envases de plástico rellenos de basura o envolturas de dulces comprimidos entre sí.

Su particularidad se destaca de los demás ladrillos diseñados actualmente, ya que, se emplea 2 fuentes de reciclaje para la fabricación del Ecopeto, además de esto, no requiere de maquinaria para su producción, es sencillo de manipular y ensamblar.

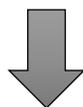
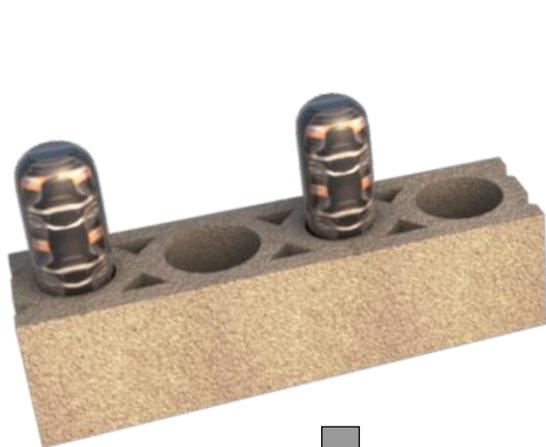
Su ensamble se facilita gracias a los eco ladrillos, ya que estos permiten el encaje tipo lego quedando unidos entre sí.



Fuente: Elaboración propia

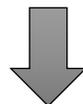
4.1 LA PIEZA

La construcción de un muro con este sistema se lleva a cabo a partir de la unión de 3 piezas diferentes que componen el conjunto, una principal y dos auxiliares, cada una cumple una determinada función al ensamblarse.



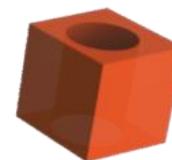
Bloque principal

Pieza que compone la mayor parte del conjunto o pared.



Pieza auxiliar T1

Pieza individual para remate de muro en sentido transversal.

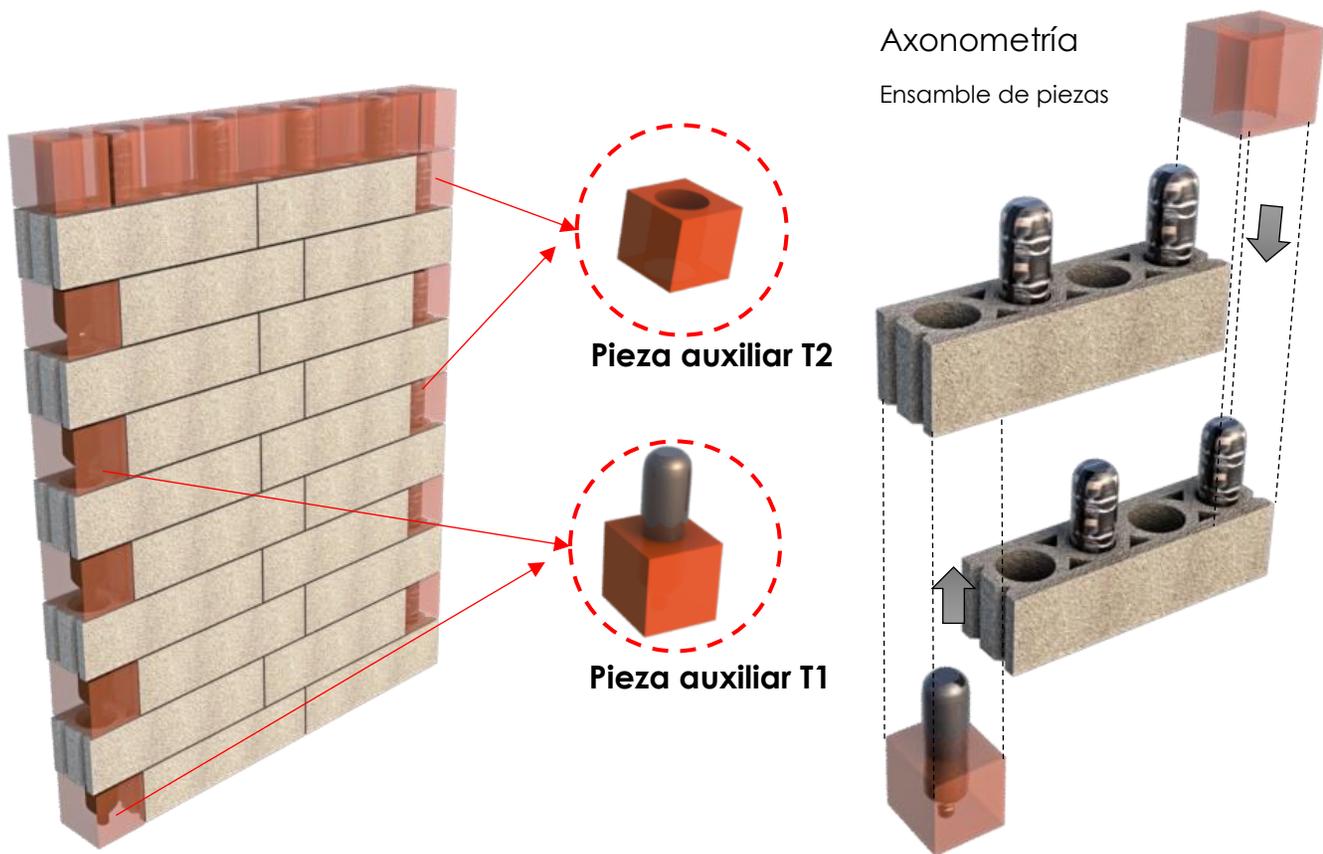


Pieza auxiliar T2

Pieza individual hueca empleada para remate de muro y antepechos,

4.1.1 MURO COMÚN

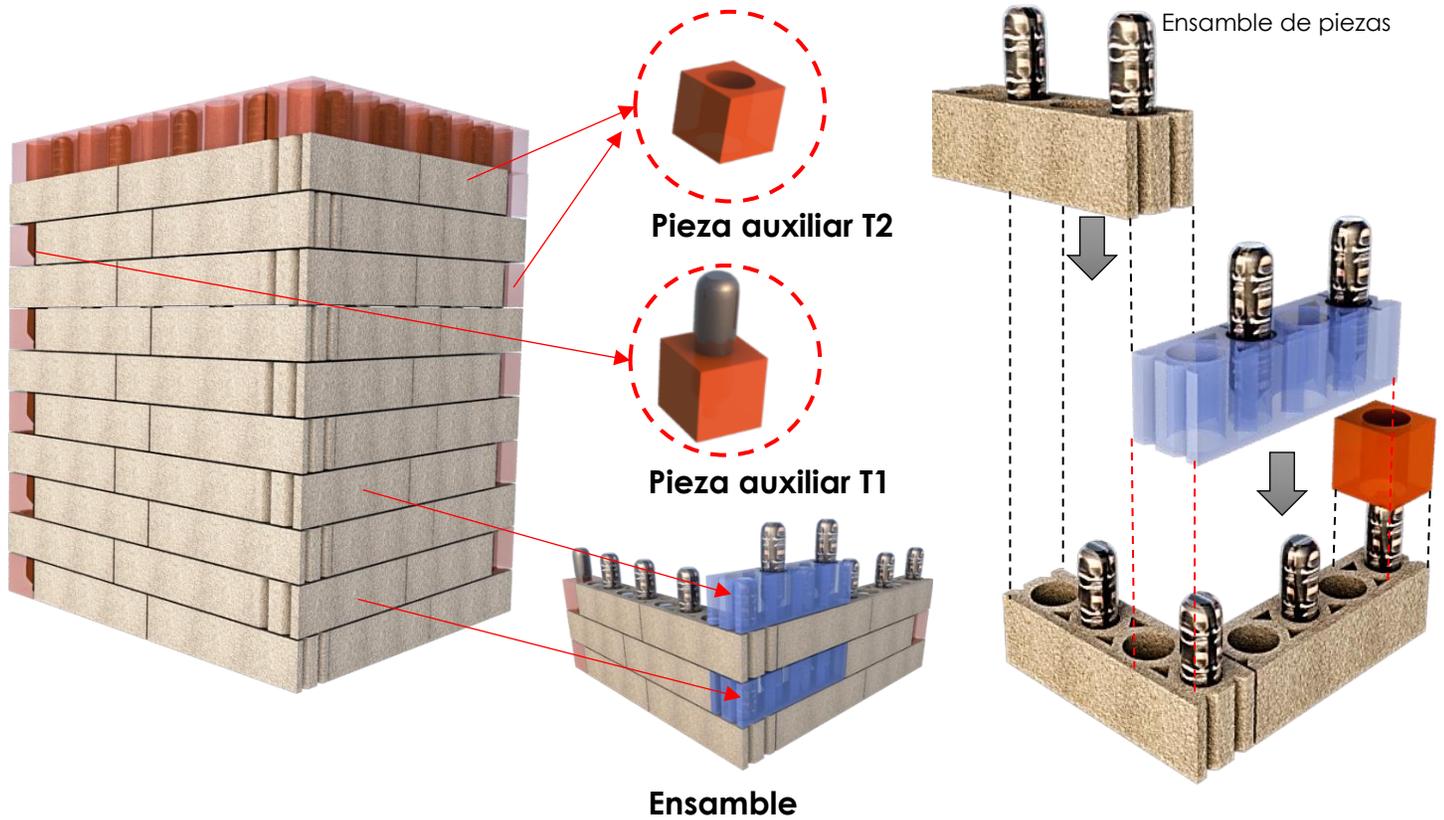
La construcción de este muro es muy sencilla, en primer lugar, se superponen las piezas principales, luego para rematar los bordes se emplean 2 piezas auxiliares como se muestra a continuación.



Fuente: Elaboración propia

4.1.2 UNIÓN EN “L”

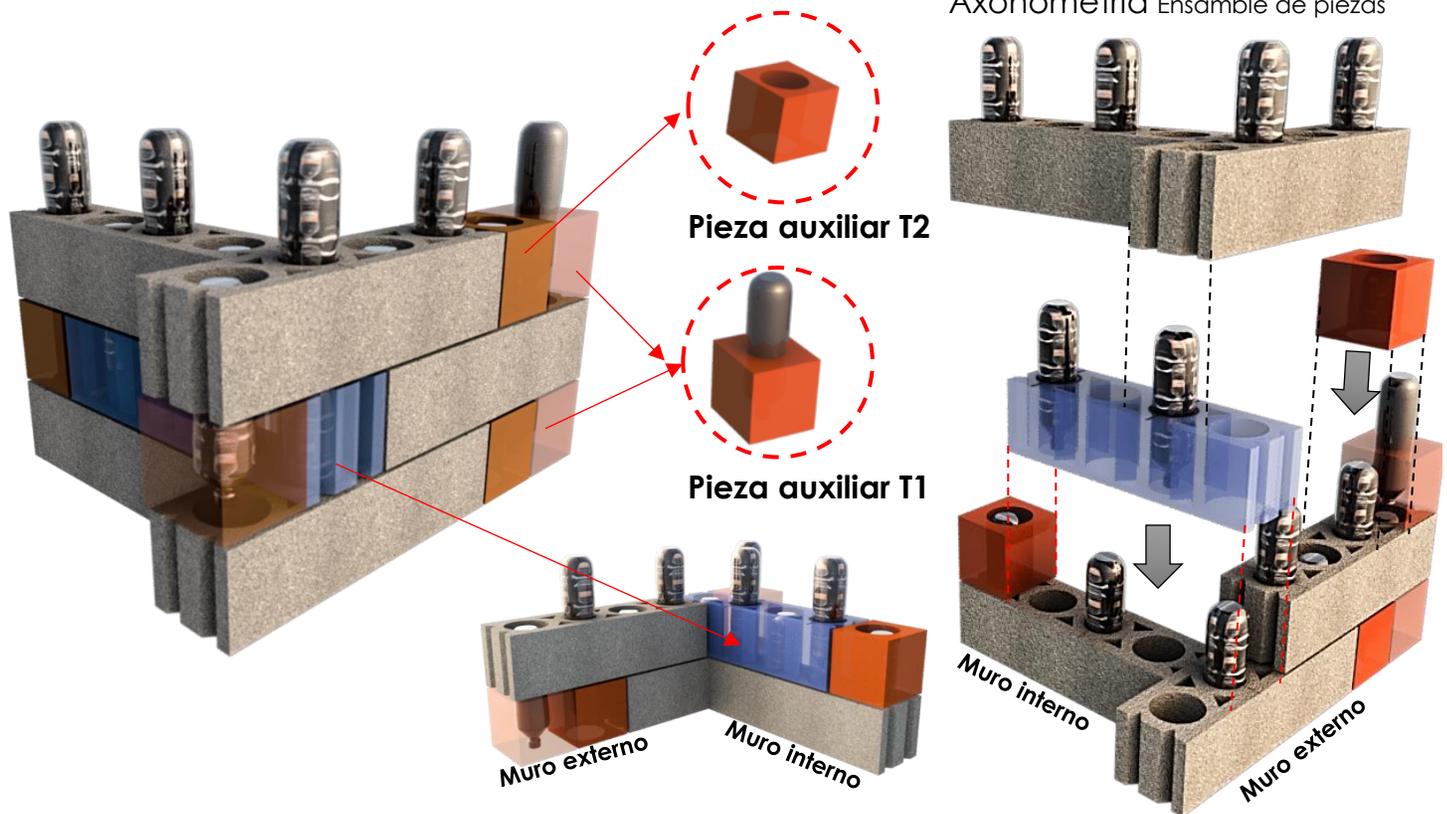
La construcción de esta unión en esquina consiste en ensamblar los bloques principales uno sobre otro, rotando su eje para amarrar la pared lateral, y de esta manera dar rigidez al muro.



Fuente: Elaboración propia

4.1.3 UNIÓN EN “T”

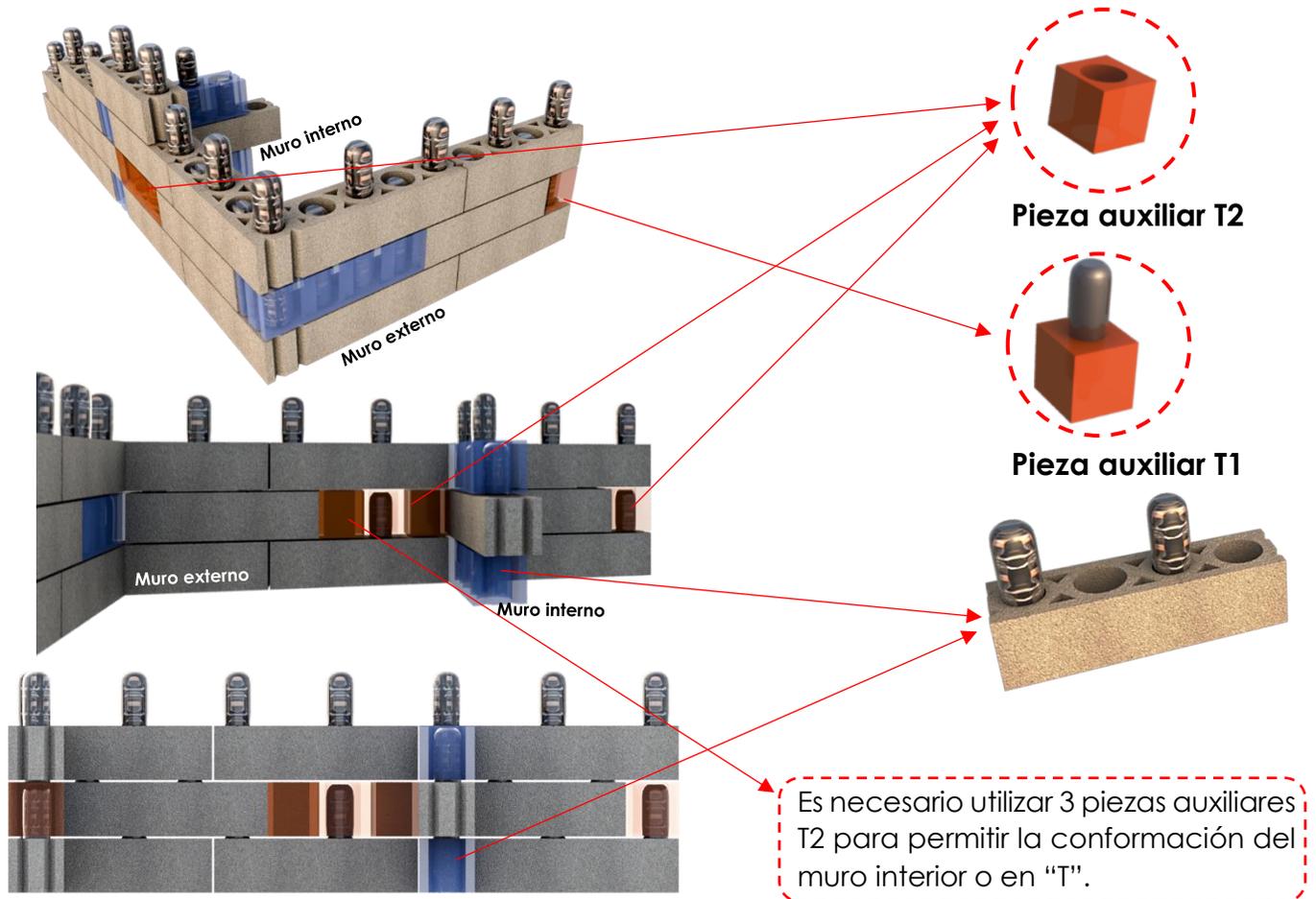
La construcción de esta unión en forma de “T” es similar al anterior, con la diferencia de que el muro continúa, por lo tanto, un bloque principal une el muro externo con el interno, como se muestra en la imagen.



Fuente: Elaboración propia

4.1.4 UNIÓN EN “T” Y EN “L”

A continuación, se mostrará la disposición que tienen los bloques principales cuando interactúan dos tipos de uniones, una en “T” y en “L”.



Fuente: Elaboración propia

4.2 CONCLUSIONES

- Los dos bloques comparten casi el mismo volumen, la diferencia es que la grava en el bloque de cemento impide que la mezcla disminuya mucho al agregar el agua, en cambio, el PET es más liviano y sus fragmentos muy planos por lo que requiere mayor arena y cemento, según los ensayos realizados.
- Es fundamental resaltar que el ECOPELO cumple con la resistencia a compresión de 6.0 Mpa en comparativa con el bloque de cemento, y esto se debe gracias al tipo de mezcla seleccionada que fue de 22% PET, 17% cemento y 61% arena, teniendo en cuenta que el porcentaje mínimo de cementante de Pet fue de 20 % planeada, claro que el volumen del PET empleado es mayor que el de cemento siendo un ahorro.
- Es importante tener en cuenta que al ser el ECOPELO más costoso, este le está aportando al medio ambiente, ya que para su fabricación se requiere la reutilización de plásticos y basura, además, su mezcla es elaborada con PET triturado en un 22% que es aproximadamente 1304 gr de desecho sólido en fragmentos pequeños.
- El bloque al estar compuesto de material reciclado PET permite un gran confort térmico y acústico gracias a sus características, por lo cual se puede pensar como una solución de vivienda en donde la comunidad hace parte de la construcción y fabricación de la misma.

- Según los datos anteriores, el Ladrillo ECOPEETO requiere una mayor cantidad de cemento y arena que el bloque de cemento, por lo cual, sería un poco más costoso, pero lo compensa el uso de los eco ladrillos y el reciclaje que se hace con el mismo, ya que, se recicla hasta más de 50 bolsas plásticas o más de 100 envolturas de dulces teniendo como resultado un peso de 1000 gr donde cada eco ladrillo PET de 600ml, pesa 500 gr.

ELABORACION ECOPEETO				
Material	Valor del material \$	Cantidad (gr)	Cantidad ECOPEETO (gr)	Valor ECOPEETO \$
Cemento	20.000	50.000	2.170	868
Arena	3.000	40.000	6.410	480
PET	Reutilizado	Reutilizado	1.304	0.0
TOTAL				1348

ELABORACION ECOLADRILLO 500 ml			
Material	Tiempo de llenado	Peso (gr)	Costo (\$)
Envolturas	2 semanas	500	0.0

Por cada ECOPEETO se utiliza:

- **2 eco ladrillos 1000 gr**– 1 eco ladrillo contiene más de 50 bolsas plásticas.
- **1.304 gr de PET triturado** – Aproximadamente 40 botellas trituradas.

4.3 RECOMENDACIONES

- Es fundamental emplear un buen desmoldante al momento de fabricar el producto, uno que se encargue de aislar muy bien los materiales del molde, para que al momento de retirar la formaleta no se generen rupturas, las cuales podrían afectar gravemente la resistencia y apariencia del mismo.
- El planteamiento formulado deja abierta una exploración más amplia en cuanto a las diversas formas de ensamble de los bloques ya que, se pueden emplear en el futuro elementos prefabricados para dar más rigidez al conjunto de bloques, teniendo claro que no tienen un uso estructural, pero tiene cualidades muy interesantes que mejoran la habitabilidad.
- La idea del Bloque es emplear dos maneras de reciclaje y por esta razón se unifica el eco ladrillo con el bloque propuesto, pero dependiendo las necesidades, también se puede emplear el bloque sin sus pines de ensamble, es decir, los eco ladrillo, aún sin ellos sigue cumpliendo su función.
- Es recomendable realizar más pruebas del bloque ya que dependiendo la compactación de los materiales se define la resistencia que este puede llegar a tener. Además, el PET triturado no se mezcla tan fácil con los otros materiales generando burbujas de aire que afectan el resultado final del bloque, porque mientras haya más vacíos menor es su resistencia.

- La propuesta del bloque con PET, cemento y arena que realizamos es interesante y tiene un gran aporte al ecosistema, además de que es sencillo ensamblarlo, se puede probar otro tipo de materiales reciclables y realizar las pruebas pertinentes buscando una mejor resistencia, ahorro energético, economía y confort.
- El diseño principal del bloque fue pensado para un uso no estructural, que pudiera generar cerramientos, fachadas y muros divisorios, pero sería interesante buscar la manera de desarrollar el bloque para un uso estructural, que a aún no está pensado, pero sería conveniente y se haría un aporte mayor a la demanda de vivienda.
- Una de las grandes ventajas que tiene el bloque es su manera de ensamblar y agrupar, ya que, la finalidad es hallar la forma de que la pieza cuando funciona en conjunto se comporte como un monolito, es decir, como una sola pieza o una sola estructura, lo que garantizaría su resistencia ante los sismos, siendo una estructura flexible.
- El planteamiento inicial del trabajo se basa en el desarrollo de un bloque ecológico que iguale o supere las propiedades mecánicas de un bloque tradicional específicamente el de cemento, pero en un futuro se puede pensar como una solución de vivienda, teniendo en cuenta que las características que ofrece el material son favorables para el habitar del ser humano, siendo este un apoyo a la vivienda de interés social pero con espacios más habitables y confortables debido a su aislamiento acústico y térmico.

5 BIBLIOGRAFIA

- BENAVIDES, D. Z. (2017). El invento paisa para elaborar ladrillos ecológicos. *El Colombiano*. Obtenido de <http://www.elcolombiano.com/antioquia/maquina-paisa-acelera-la-produccion-de-ecoladrillos-DX7541984>
- Blanco, U. (Mayo de 2018). ¿Cuántas botellas de PET necesitas reciclar para ganar un salario mínimo? *EL Financiero*. Obtenido de <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/cuantas-botellas-de-pet-necesitas-reciclar-para-ganar-un-salario-minimo>
- CONPES. (2016). *Conpes 3874. Política nacional para la gestión integral de desechos sólidos*. Bogotá.
- Efe. (11 de Noviembre de 2018). ¿Cuántos kilos de plástico se consumen en Colombia? *El Espectador*. Obtenido de <https://www.elespectador.com/noticias/actualidad/cuantos-kilos-de-plastico-se-consumen-en-colombia-articulo-823132>
- Efe, A. (5 de junio de 2018). Solo el 9% del plástico que se consume en el mundo se recicla, advierte la ONU. *EFE edición Española*. Obtenido de <https://www.efe.com/efe/espana/sociedad/la-onu-advierte-de-que-solo-el-9-del-plastico-usado-en-mundo-se-recicla/10004-3638488>
- ICONTEC. (1997). *NTC 4026. Unidades bloques y ladrillos de concreto para mampostería estructural*. Bogotá: (ASTM C90).
- Laboratorio del Concreto, A. (2017). *Control de calidad para bloques de concreto*. Laboratorio, Bogotá. Obtenido de

http://www.asocretovirtual.com/boletin/vivienda/06/066-070_Laboratorio-142.pdf

- Olivares, A. A. (2006). *Eumed.net*. Obtenido de Biblioteca Virtual: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2006a/aago/a5f.htm>
- RAÚL OMAR DI MARCO MORALES, HUGO ALBERTO LEÓN TÉLLEZ. (2017). *LADRILLOS CON ADICION DE PET Una solución amigable para núcleos rurales del municipio del Socorro*. Investigación, Universidad de Santander, Santander, Socorro.