



TECNOLOGIA EN CONSTRUCCION Y DOMOTICA

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 56 M2 MEDIANTE
BOTELLAS DE PLÁSTICO RELLENAS DE MATERIAL REUSABLE (PLÁSTICO).

AUTOR

ALIX ANDREA CONTRERAS MONTILLAS

AÑO

2020



TECNOLOGIA EN CONSTRUCCION Y DOMOTICA

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 56
M2 MEDIANTE BOTELLAS DE PLÁSTICO RELLENAS DE MATERIAL
REUSABLE (PLÁSTICO).

Autor:

Alix Andrea Contreras Montilla

Año:

2020



TECNOLOGIA EN CONSTRUCCION Y DOMOTICA

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 56
M2 MEDIANTE BOTELLAS DE PLÁSTICO RELLENAS DE MATERIAL
REUSABLE (PLÁSTICO).

“Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Tecnología en Construcción y Domótica”

Profesor Guía:

Arq. Francisco Zaldumbide

Autor:

Alix Andrea Contreras Montilla

Año:

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE UNA CASA FAMILIAR MEDIANTE EL USO DE BOTELLAS PLÁSTICAS RELLENAS DE MATERIALES REUSABLES, a través de reuniones periódicas con el estudiante ALIX ANDREA CONTRERAS MONTILLA, en el semestre 2020-13, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Arq. Francisco Zaldumbide

1718906280

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE UNA CASA FAMILIAR MEDIANTE EL USO DE BOTELLAS PLÁSTICAS RELLENAS DE MATERIALES REUSABLES, de ALIX ANDREA CONTRERAS MONTILLA, en el semestre 2020-13, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Arq. Pamela Sánchez

0502950793

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Alix Andrea Contreras Montilla

1759383431

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mis padres por guiarme en todo momento durante mi carrera y ayudarme a crecer como persona y profesional.

DEDICATORIA

Le dedico este logro a mis padres y a cada una de las personas que me apoyaron, me guiaron y me levantaron durante todo este proceso.

RESUMEN

Este Manual de construcción de una casa familiar mediante el uso de botellas plásticas rellenas de materiales reusables se enfoca en, reciclar plásticos para su uso en la industria de la construcción a través de la fabricación de ecoladrillos, definidos estos como botellas rellenas de desechos plásticos debidamente procesados.

Determinando los detalles constructivos que deben emplearse en la aplicación de estos procesos, tras analizar costos y funcionabilidad tomando en cuenta la necesidad de reducir la contaminación y a su vez fomentando la construcción ecológica, contribuyendo a disminuir el déficit habitacional causado por el alto costo de la industria de la construcción convencional.

ABSTRACT

This Manual for the construction of a familiar home through the use of plastic bottles, which are filled with reusable materials, focuses on recycling plastic for use in the construction industry through the manufacture of eco-bricks, which are defined as bottles filled with plastic containers directly processed.

Determining the construction details that should be used in the application of these processes, after analyzing costs and functions taking into account the need to reduce pollution and in turn promoting ecological construction, contributing to reduce the housing deficit affected by the high cost of industry of conventional construction.

INDICE

Plan de titulación.....	1
1.2 Formulación del Problema:.....	2
1.3 Objetivos:	2
1.3.1 Objetivo General:	2
1.3.2 Objetivos Específicos:	3
1.4 Alcance:.....	3
1.5 Justificación del proyecto:.....	4
1.5.1 Justificación teórica:.....	4
1.5.2 Justificación práctica:	6
1.5.3 Justificación metodológica	7
2. INTRODUCCIÓN.....	9
3. Tipos de mampostería:	10
3.1 Adobe:.....	11
3.2 Tapial:	12
3.3 Bahareque:.....	13
3.4 Bloque y ladrillo:.....	14
3.5 Poliestireno expandido:.....	15
4. El plástico como elemento de mampostería.....	16
4.1 ¿Qué es el plástico?	16
4.2 ¿Qué es el PET?	16
4.3 Características del PET:	17
4.4 Clasificación del PET:.....	17

4.4.1 Polietileno Tereftalato	18
4.4.2 Polietileno de alta densidad	18
4.4.3 Policloruro de vinilo (PVC)	19
4.4.4 Polietileno de baja densidad (LDPE).....	19
4.4.5 Polipropileno	20
4.4.6 Poliestireno	20
5. El PET como elemento de mampostería (Ecoladrillo): .	21
5.1 Ventajas:	22
5.2 Ventajas constructivas	22
5.3 Desventajas:	23
5.4 Materiales que se pueden utilizar	24
6. Proceso para elaborar el eco-ladrillo.	25
6.1 Tipos de botellas.	26
7. Estudios y pruebas de resistencia	27
8. Sistema constructivo con ecoladrillo:	30
8.1 Mampuesto horizontal:.....	31
8.2 Mampuestos verticales o paneles de eco-ladrillos: ...	37
8.3 Instalaciones eléctricas.....	43
8.3.1 Proceso horizontal:	44
8.3.2 Proceso vertical:.....	45
8.4 Instalación de tuberías de agua potable	48
8.4.1 Proceso horizontal:	49
8.4.2 Proceso vertical:.....	50

8.5 Tuberías de desagüe	51
8.5.1 Proceso horizontal:	51
8.5.2 Proceso vertical:.....	53
8.6 Instalación de lavamanos.....	55
8.6.1 Proceso horizontal:	55
8.6.2 Proceso vertical:.....	56
8.7 Enlucidos y acabados	58
8.7.1 Acabado común:	59
8.7.2 Acabado arenoso:	60
9. Proceso de elaboración del prototipo.....	61
9.1 Materiales recolectados	61
9.2 Construcción del prototipo	62
10. Análisis de costos	69
10.1 Precio del ecoladrillo	69
10.2 De un metro cuadrado.....	71
10.3 Cantidad de botellas por m ²	72
10.4 Tipos de mampuestos a utilizar	76
10.5 Análisis de precios unitarios.....	77
11. Planos de la vivienda y detalles constructivos	80
11.1 Planos originales.	80
11.2 Planos de muros por tipo de orientación.	81
11.3 Planos de tipo de muro	82
11.4 Plano de orientación de muros	85

11.5 Detalles constructivos por tipos de muro	86
M1:	86
M2:	87
M3:	90
M4:	92
M5:	94
M6:	96
Conclusiones y recomendaciones.	98
Referencias	100
Anexos	101

Índice de Figuras

Figura 1 Formulación del problema.....	2
Figura 2 Línea de tiempo sobre la mampostería.....	10
Figura 3 Proceso constructivo del adobe.....	11
Figura 4 Proceso constructivo del tapial.....	12
Figura 5 Proceso constructivo del bahareque.....	13
Figura 6 Proceso constructivo del bloque y el ladrillo.....	14
Figura 7 Proceso constructivo del poliestireno expandido.....	15
Figura 8 Descripción del polietileno tereftalato.....	18
Figura 9 Descripción del polietileno de alta densidad.....	18
Figura 10 Descripción del Policloruro de vinilo.....	19
Figura 11 Descripción del polietileno de baja densidad.....	19
Figura 12 Descripción del polipropileno.....	20
Figura 13 Descripción del poliestireno.....	20
Figura 14 Proceso constructivo del eco ladrillo.....	25
Figura 15 Prueba de resistencia a la botella vacía.....	27
Figura 16 Probetas diferenciadas por el color de la tapa.....	28
Figura 17 Probeta uno y dos.....	28
Figura 18 Probeta tres y cuatro.....	29
Figura 19 Mezcla 1:4:4.....	31
Figura 20 Detalle capa de mezcla e inicio de primera fila de eco ladrillos.....	32
Figura 21 Distribución horizontal de las botellas.....	32
Figura 22 Amarre posterior botellas 1140 ml vista superior.....	33
Figura 23 Amarre posterior botellas 300 ml vista superior.....	33

Figura 24 Amarre posterior botellas vista frontal.	34
Figura 25 Amarre posterior botellas vista superior	34
Figura 26 Amarre posterior botellas vista frontal	35
Figura 27 Sistema constructivo horizontal y amarres entre botellas	35
Figura 28 Amarre de botellas vista frontal.	36
Figura 29 Materiales para el marco de madera	38
Figura 30 Estructura de madera.	39
Figura 31 Estructura con malla de gallinero.	40
Figura 32 Muro vertical vista frontal.	41
Figura 33 Amarre botellas vista superior.	42
Figura 34 Proceso de elaboración del ecoladrillo	43
Figura 35 Tubo y cajetín eléctrico vista frontal.	44
Figura 36 Cajetín eléctrico vista superior	44
Figura 37 Posición de tuberías eléctrica en proceso vertical.....	46
Figura 38 Cajetín eléctrico vista superior	46
Figura 39 Cajetín eléctrico vista lateral.	47
Figura 40 Tubo y cajetín eléctrico vista frontal.	48
Figura 41 Tubería de agua blanca vista frontal.	49
Figura 42 Tubería de agua blanca vista lateral.	49
Figura 43 Tubería de agua blanca vista frontal	50
Figura 44 Tubería de agua potable vista lateral Vertical	51
Figura 45 Tubería de agua servida vista superior	52
Figura 46 Tubería de agua servida vista lateral	52
Figura 47 Tubería de agua servida vista superior	53

Figura 48 Tubería de agua blanca vista lateral.	53
Figura 49 Tubería de agua servida vista frontal	54
Figura 50 Lavamanos vista frontal	55
Figura 51 Lavamanos vista lateral.....	56
Figura 52 Lavamanos vista frontal	56
Figura 53 Lavamanos vista lateral.....	57
Figura 54 Casa con muro horizontal.	58
Figura 55 Casa con muro horizontal y enlucido de cemento-arena 1:4.	59
Figura 56 Casa con muro horizontal y enlucido de cemento-arena, 1:4.	59
Figura 57 Casa con muro vertical y enlucido de común, 1:4.	60
Figura 58 Casa con muro vertical y enlucido arenoso, 1:4.....	60
Figura 59 Recolección y clasificación de los materiales utilizados.....	61
Figura 60 Proceso para elaborar un eco ladrillo.....	62
Figura 61 Selección y peso de la botella de la construcción de prototipo	62
Figura 62 Material recolectado para la confección del ecoladrillo	63
Figura 63 Material recolectado para la confección del ecoladrillo	63
Figura 64 Lavado y secado de los residuos	64
Figura 65 Lavado y secado de los residuos	64
Figura 66 Cortado de los materiales	65
Figura 67 Llenado de botellas	65
Figura 68 Compresión de botellas.....	66
Figura 69 Cierre y prueba de ecoladrillo	66
Figura 70 Pesado de ecoladrillo	67
Figura 71 Construcción del prototipo.....	68

Figura 72 Referencia en libras del peso de la botella vacía y llena	69
Figura 73 Medida botella 1140 ml y 300ml.....	70
Figura 74 Referencia en libras del peso de la botella vacía y llena	70
Figura 75 Muro botella de 1500 ml vista frontal.....	72
Figura 76 Muro botella de 1140 ml vista frontal.....	73
Figura 77 Muro botella de 911 ml vista frontal.....	73
Figura 78 Muro botella de 600 ml vista frontal.....	74
Figura 79 Muro botella de 300 ml vista frontal.....	74
Figura 80 Plano de vivienda original.	80
Figura 81 Modificación con tipos de mampuestos.....	81
Figura 82 Tipos de muros según sus detalles	84
Figura 83 Distribución de muros.....	85
Figura 84 Primer muros.....	86
Figura 85 Segundo tipo de muro vista frontal.....	87
Figura 86 Segundo tipo de muro vista frontal con ventana	88
Figura 87 Segundo tipo de muro vista lateral.....	89
Figura 88 Tercer tipo de muro vista frontal.....	90
Figura 89 Tercer tipo de muro vista lateral.....	91
Figura 90 Cuarto tipo de muro vista frontal	92
Figura 91 Cuarto tipo de muro vista lateral	93
Figura 92 Quinto tipo de muro vista frontal.....	94
Figura 93 Sexto tipo de muro vista frontal.....	96
Figura 94 Sexto tipo de muro vista superior y lateral	97

Índice de tablas

Tabla 1 Justificación metodológica.....	7
Tabla 2 Clasificación de materiales para el relleno del eco ladrillo	24
Tabla 3 Características de las botellas.....	26
Tabla 4 Presión soportada por tipo de botella	28
Tabla 5 Composición del relleno de la botella	29
Tabla 6 Cantidad de materiales para el marco de madera.....	37
Tabla 7 Gráfico de los materiales utilizados en el marco de madera	38
Tabla 8 Valor del ecoladrillo según su capacidad	71
Tabla 9 Peso por m2 según capacidad del ecoladrillo	72
Tabla 10 Precio del m2 de ecoladrillo según su peso	75
Tabla 11 Grosor total del muro.....	76
Tabla 12 Tipos de mampuestos	77
Tabla 13 Clasificación de APU de mampuesto	77
Tabla 14 APU mampuesto vertical 1140 ml	78
Tabla 15 APU mampuesto horizontal 300 ml	79
Tabla 16 tipos de muros.....	82

1. Plan de titulación

1.1 Antecedentes

En la historia la humanidad ha explorado diferentes formas de generar confort para vivir el día a día, lo que implica la producción de elementos o materiales que contribuyen a la contaminación ambiental y al calentamiento global, resaltando al plástico como uno de los más perjudiciales, por la gran cantidad de desechos producidos y su largo periodo de descomposición, convirtiéndolo en una amenaza a la fauna y flora en suelos y mares.

Entendiendo esta problemática se han desarrollado técnicas basadas en la reutilización de materiales como plástico y vidrio para la construcción, durante las últimas décadas, construcciones con botellas de vidrio por Michael Reynolds en la década de 1970 en los Estados Unidos, son un ejemplo del uso de este material en obras civiles. (Reynolds, 1990).

Al igual que el profesor de Ciencias Físicas Tomislav Radovanovic quien hizo edificaciones en Serbia, Kragujevac quien edificó una casa de 60 m² sustituyendo los ladrillos por 14.000 botellas plásticas rellenas con tierra. (El Clarín, 2007). Otra referencia es el templo localizado en Tailandia, construido por monjes budistas llamado Wat Pa Maha Chedi Kaew en Sisaket, en el 2007. Quienes para su construcción emplearon más de un millón de botellas recicladas de vidrio. (El país, 2009).

Demostrando así como pueden tratarse los residuos y reutilizarse en la construcción de distintos tipos de vivienda, generando conciencia ecológica y fomentando las técnicas para reutilizar los residuos.

1.2 Formulación del Problema:

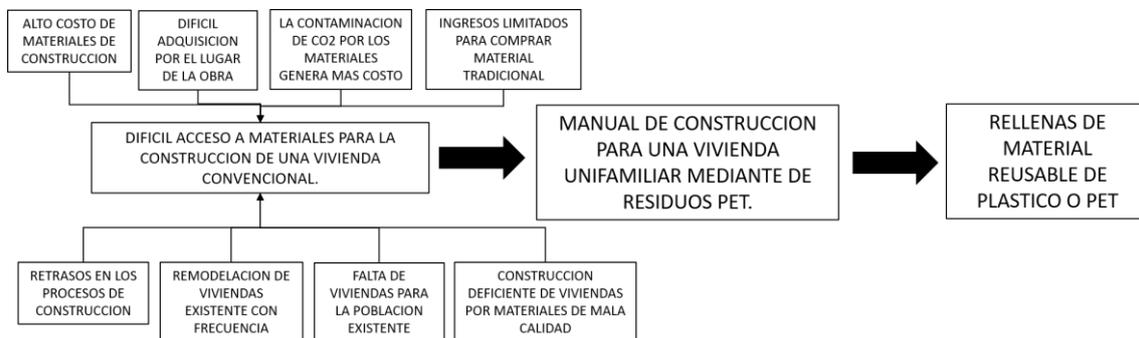


Figura 1 Formulación del problema

En la industria de la construcción se están implementando programas para reducir la contaminación de CO₂, cambiando los procesos en la elaboración de materia prima en pro de la conservación del medio ambiente, modificando su estructura y capacitando constantemente al personal, elevando así los costos de producción.

La recurrente disminución de construcciones por el alza de los costos en materiales tradicionales genera que la industria busque otras soluciones para construir viviendas e implementar procesos menos contaminantes; una de estas alternativas es la creación de bloques ecológicos creados por medio de la reutilización de plásticos, reduciendo la contaminación del medio ambiente, aminorando costos y facilitando el acceso a viviendas.

1.3 Objetivos:

1.3.1 Objetivo General:

Elaborar un manual de construcción de una casa familiar mediante el uso de botellas plásticas rellenas de materiales reusables.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Explicar 2 métodos o sistemas constructivos posibles de construcción con botellas plásticas.
- Explicar cómo y con qué se elaboran los bloques de botellas plásticas.
- Elaborar un análisis sobre cuantas botellas y relleno de residuos de plástico se necesitan en un m².
- Realizar un análisis de costos de un m² de muro en botellas plástico.
- Realizar un análisis de costo de una vivienda unifamiliar de 56 m² construida con botellas plástico.
- Modificar los planos existentes de una casa tradicional para la realización de una casa con plástico.
- Realizar un esquema de requerimientos para una vivienda con botellas plástico y sus respectivas especificaciones en planos.
- Explicar cómo hacer una casa de 56 m² paso a paso con botellas plásticas.

1.4 Alcance:

Realizar un manual práctico y específico que permita realizar la construcción de una casa unifamiliar básica habitable utilizando bloques ecológicos,

disminuyendo la contaminación por basuras y la emisión de CO₂ por la elaboración de bloques tradicionales.

Abarcaremos todo lo relacionado con los plásticos, sus usos, sus desechos y su tratamiento. Por medio de esta información se podrá clasificar los residuos que se usarán para fabricar los eco ladrillos.

Realizaremos una guía detallada del proceso de relleno de las botellas, los sistemas constructivos, el costo, la cantidad utilizada en un m², la totalidad en la vivienda de 56m², su estructura y sus acabados o revestimientos.

Se anexarán los planos de la vivienda con las modificaciones requeridas de un plano existente tanto en planta como en corte y los detalles constructivos de como empalmar tuberías y como empotrar los baños, aquí se detallará el anclaje y como amarrar los eco ladrillos con estructura. Se entregará un ejemplo físico de un eco ladrillo.

Los planos eléctricos, sanitarios y estructurales no serán expuestos en esta guía, debido a que dependerán de los estudios de suelo y necesidades de cada vivienda, razón por la cual tampoco se implantará ningún prototipo de la estructura completa.

1.5 Justificación del proyecto:

1.5.1 Justificación teórica:

La utilización de los conocimientos recibidos mediante este proceso de aprendizaje nos guiará en el proceso de realización del manual. Emplearemos

un sistema constructivo menos contaminante, reusando desechos plásticos y generando viviendas ecológicas no contaminantes. Gracias a un bloque hecho con una botella plástica rellena de envoltorios plásticos como; bolsas de supermercado, sachet de leche, papel aluminio, paquetes de galletas, papeles de caramelos, entre otros.

Para este proceso tendremos en cuenta:

- Lenguaje y redacción técnica que, nos permitirá redactar toda la información de manera entendible y práctica para el lector.
- El comienzo de este manual requirió conocimientos básicos, los cuales se obtuvieron en introducción a la construcción y computación.
- En el proceso de este manual de construcción se necesitará emplear conocimiento previo sobre materiales de construcción ya adquiridos para completar el proceso de terminado de la vivienda.
- Con el conocimiento en electricidad básica e instalaciones eléctricas podremos realizar los esquemas necesarios para este tipo de vivienda.
- Realizaremos bosquejos básicos para ilustrar las especificaciones constructivas de dicho sistema, para ello contaremos con los conocimientos adquiridos en dibujo para construcciones, estructuras, trámites y ordenanzas que nos permitirá ir modificando los planos existentes en AutoCAD.

- Utilizaremos los conocimientos de instalaciones hidrosanitarias para realizar los bosquejos básicos que guíen el proceso de cómo y por dónde estarán todos estos aparatos en nuestra vivienda de botellas plásticas.
- Realizaremos un cálculo de volúmenes obra donde requeriremos un conocimiento de lectura de planos, maquinaria de construcción y análisis de costos para dar un presupuesto básico del prototipo del bloque y de la vivienda; como de las cantidades de residuos que se requieren para la misma.
- Al final de este estudio se realizará una guía explicativa del proceso de construcción de vivienda con botellas PET

1.5.2 Justificación práctica:

La investigación se realizará como método alternativo para reducir la contaminación, al usar el plástico en la construcción generamos una reducción en los desechos, creando conciencia por el respeto al medio ambiente.

Se necesita implementar nuevas alternativas en la construcción para reducir la contaminación; utilizando estos desechos para la mampostería tradicional y su revestimiento, reemplazándolos con bloques plásticos y revestimiento orgánico.

Va dirigido a técnicos, tecnólogos, ingenieros civiles o arquitectos, que buscan nuevos métodos y alternativas de construcción, que tengan orientación hacia la ecología, el cuidado del medio ambiente y la bio-construcción.

1.5.3 Justificación metodológica

Tabla 1 Justificación metodológica

ITEM	OBJETIVOS	CONTENIDO	COMO SE REALIZARA	FUENTE
1	Analizar 2 métodos o sistemas constructivos posibles en la construcción mediante botellas pet.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muros Horizontales. 2. Paneles de ecoladrillos o muros verticales. 3. Muros a compresion (fardos). 	<p>Primeramente daremos a conocer algunas características tecnicas generales; procederemos a explicar en que consiste teoricamente cada sistema constructivo donde se abarcara muros, instalacion de baterias sanitarias y acabados.</p>	Manual de construccion de botellas.
2	Explicar cómo y con que se elaboran los bloques de botellas pet.	<p>Clasificacion y usos: (1)PET, (2)PEAD (HDPE), (3)PVC, (4)PEBD (LDPE), (5)PP, (6)PS, (7)OTROS.</p>	<p>Se hara una clasificacion de los plasticos como concepto esto nos permitira hacer el listado de los desechos que se pueden reusar. Se explicara el proceso de como se realiza el bloque su limpieza, como cercarlos, como cortales, como compactarlos dentro de la botella y como se realiza la comprobacion si esta listo para el uso. Se anexaran una serie de pruebas donde se vera la presión a una serie de botellas cada una rellenas con diferente proporción según el tipo de plastico utilizado.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revista INVI, universidad de chile. Ladrillos y placas prefabricadas con plasticos reciclados aptos para la auto constrccion. 2. El pet como sistema alternativo para la construccion de muros en la vivienda, universidad autonoma metropolitana.
		<p>Listado con lo que se puede rellenar los bloques pet.</p>		<p>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA ; DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE VIVIENDA CON BOTELLAS RECICLADAS</p>
		<p>Limpieza, lavado, cortes, relleno y comprobación</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS CONSTRUCCIÓN CON ECO-LADRILLOS EN UN ENTORNO RURAL EDUCATIVO; UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA. 2. MANUAL DE CONSTRUCCION UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE.
		<p>Pruebas de botellas con material reciclable</p>		

3	Elaborar un análisis sobre cuantas botellas y relleno de residuos de plástico se necesitan en un m2.	Pet en quito.	Entregaremos un dato sobre cuantas botellas o plástico se genera y se desecha en quito; partiendo de esto procederemos a medir la botella para poder saber cuantas se necesitan por metro cuadrado teniendo en cuenta el material que se usara para empalmarlas o pegarlas. Para el relleno se hara un prototipo fisico del bloque que nos generara un ensayo donde se especificara el tiempo y la cantidad que se necesito para termianarlo, teniendo esto podremos decir cuanto se necesita para el m2 de muro.	El comercio; 9 de junio de 2018 (https://www.elcomercio.com/actualidad/desecho-diario-plastico-basura-quito.html)
		Realizar un ensayo detallado del proceso de recoleccion y de llenado de una botella y un listado de los empaques que se usaron y un calculo del m2.		Prototipo fisico.
4	Realizar un análisis de costos de un m2 de muro en botellas pet.	Mano de obra, herramienta menor, materiales y transporte.	Mediante el ensayo ya realizado anteriormente sobre el bloque pet se recreara un apu sobre el costo de un bloque y el de un m2; para realizar el apu de m2 se tomara como referencia de mano de obra el rendimiento de una pared tradicional y la herramienta menor asi mismo.	Ensayo del item 3 y conocimientos previos sobre analisis de costos .
5	Realizar un análisis de costo de una vivienda unifamiliar de 56 m2 construida con botellas pet.	Herramienta, materiales, mano de obra, transporte y un presupuesto desde preliminares hasta terminado.	Realizaremos un presupuesto de la casa; preliminares, movimiento de tierras, estructura, mamposteria, enlucidos, pisos, recubrimiento en paredes, etc.Para esto se realizaran los apus uno a uno para finalizar el presupuesto.	Analisis de costo de item 4 y conocimientos previos sobre analisis de costos.

6	Modificar los planos existentes de una casa tradicional para la realización de una casa pet.	Realizar modificaciones de planos de las plantas por los sistemas constructivos posibles.	Se realizaran planos de planta y de corte por los sistemas constructivos posibles en base de uno ya existente para ellos utilizaremos la herramienta de autocad que nos permitiera hacer las modificaciones.	Plano existente de una casa de 56 m2.
7	Realizar un esquema de requerimientos para una vivienda con botellas pet y sus respectivas especificaciones en planos.	Detalle constructivo del baño por sistema constructivo, detalle del piso, ventanas y puertas, empalme de tuberías.	Mediante los planos realizados anteriormente y por medio de la utilizcion de la herramienta de autocad realizaremos dibujos de los detalles constructivos mas relevantes como son empotramiento de baños donde se especificara materieles y medidas, empotramiento de muros teniendo en cuenta el sistema constructivo, empalme o amarres de las tuberías teniendo en cuenta que este no cambia si la tuberías es de mas o menos diametro, detalle del como estarian los pisos y los detalles de como se ponen los soportes para dejar el espacio de ventanas y puertas.	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA; DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE VIVIENDA CON BOTELLAS RECICLADAS
8	Explicar cómo hacer una casa de 56 m2 paso a paso con botellas pet.	Cimentación, estructura, pega, muros, banos puertas y ventanas, pisos, acabados, mano de obra.	Se explicara un paso a paso de como realizar una casa con botellas pet, primeramente explicaremos cimentación, tubería subterránea, estructura, levantamiento de muros según el sistema mas oprtimo (pega y sistema de amarre biomimético), como dejar los huecos para puertas y ventanas, que clase de revestimiento o acabados podemos usar y como deberia ser la mano de obra para este tipo de viviendas.	1. NUEVAS ALTERNATIVAS EN LA CONSTRUCCION: BOTELLAS PET CON RELLENO. 2. REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS CONSTRUCCIÓN CON ECO-LADRILLOS EN UN ENTORNO RURAL EDUCATIVO; UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA. 3. MANUAL DE CONSTRUCCION UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE.

2. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo propone una técnica alternativa de mampostería, basada en el plástico como material reusado, brindando una posibilidad ecológica y económica de construir una vivienda unifamiliar.

Para ello se ha elaborado un manual de autoconstrucción, mediante el cual un grupo organizado de personas podrá edificar una vivienda utilizando este material y técnica alternativa, sin necesidad de mayores conocimientos previos sobre construcción y con mínima infraestructura.

Este modelo constructivo no requiere de grandes gastos de energía, ni tiene costos elevados, reduce la contaminación, es climáticamente adecuado para Ecuador, es sismo resistente, requiere de baja especialización y es socialmente asequible. Todo esto con miras a solucionar una necesidad habitacional, además de contribuir al cuidado ambiental.

El proyecto académico realizado, parte de un recorrido por los diferentes tipos de mampostería para centrarse en las características físicas y mecánicas del plástico como principal elemento constructivo a utilizar. Luego se enfoca en el proceso de elaboración de las piezas de construcción -denominadas “ecoladrillo” por utilizar plástico reusado-, así como en la descripción técnica de los sistemas constructivos a utilizarse; para posteriormente brindar el manual de construcción de una casa unifamiliar de 56 m² que, además de la guía para construir, incluye un análisis de costos y también planos.

3. Tipos de mampostería:

La mampostería utilizada en viviendas es tradicional, sirve para hacer subdivisiones en espacios pequeños, está en vigencia en la actualidad, a pesar del desarrollo de nuevas y más complejas tecnologías constructivas.

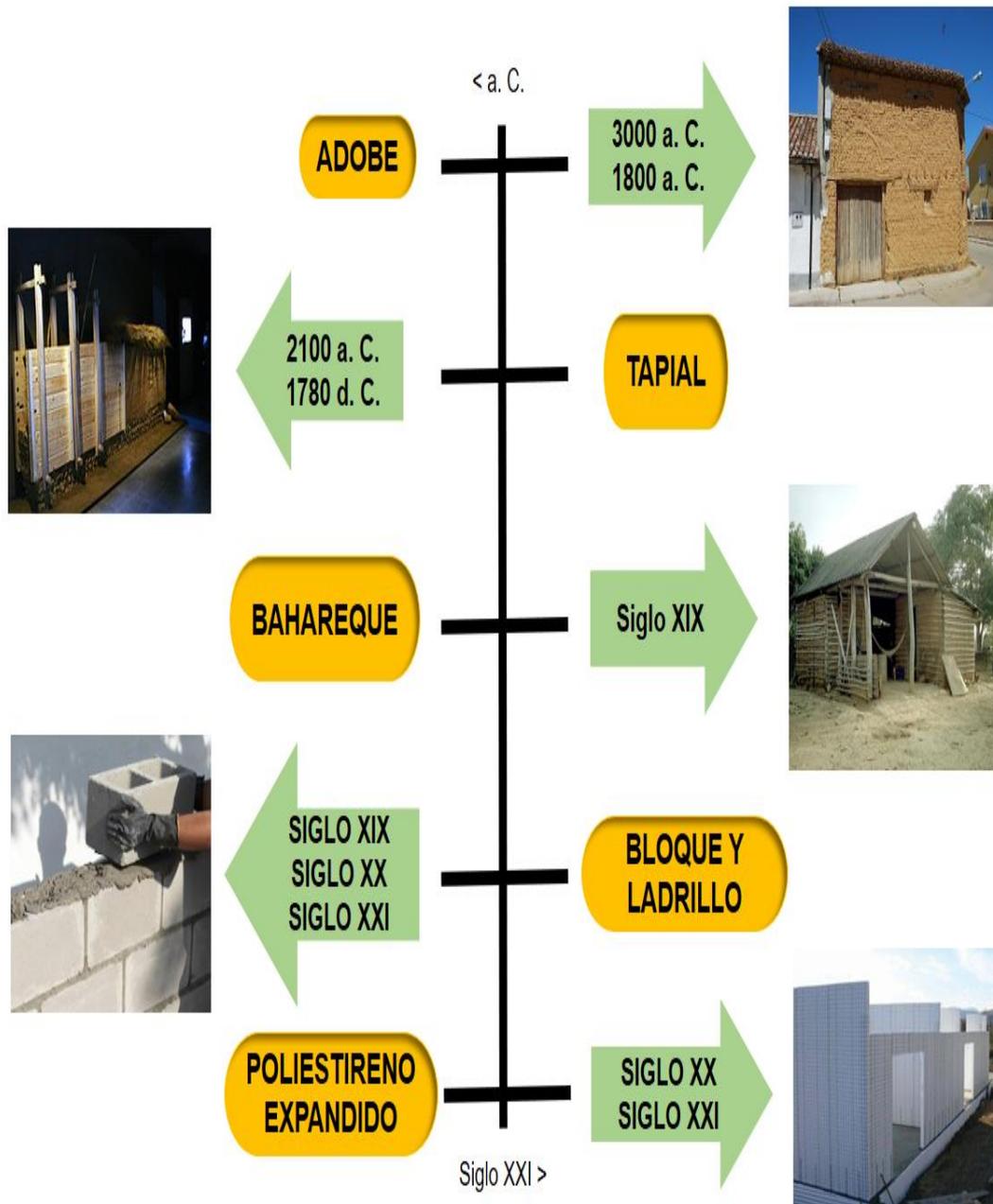


Figura 2 Línea de tiempo sobre la mampostería

3.1 Adobe:

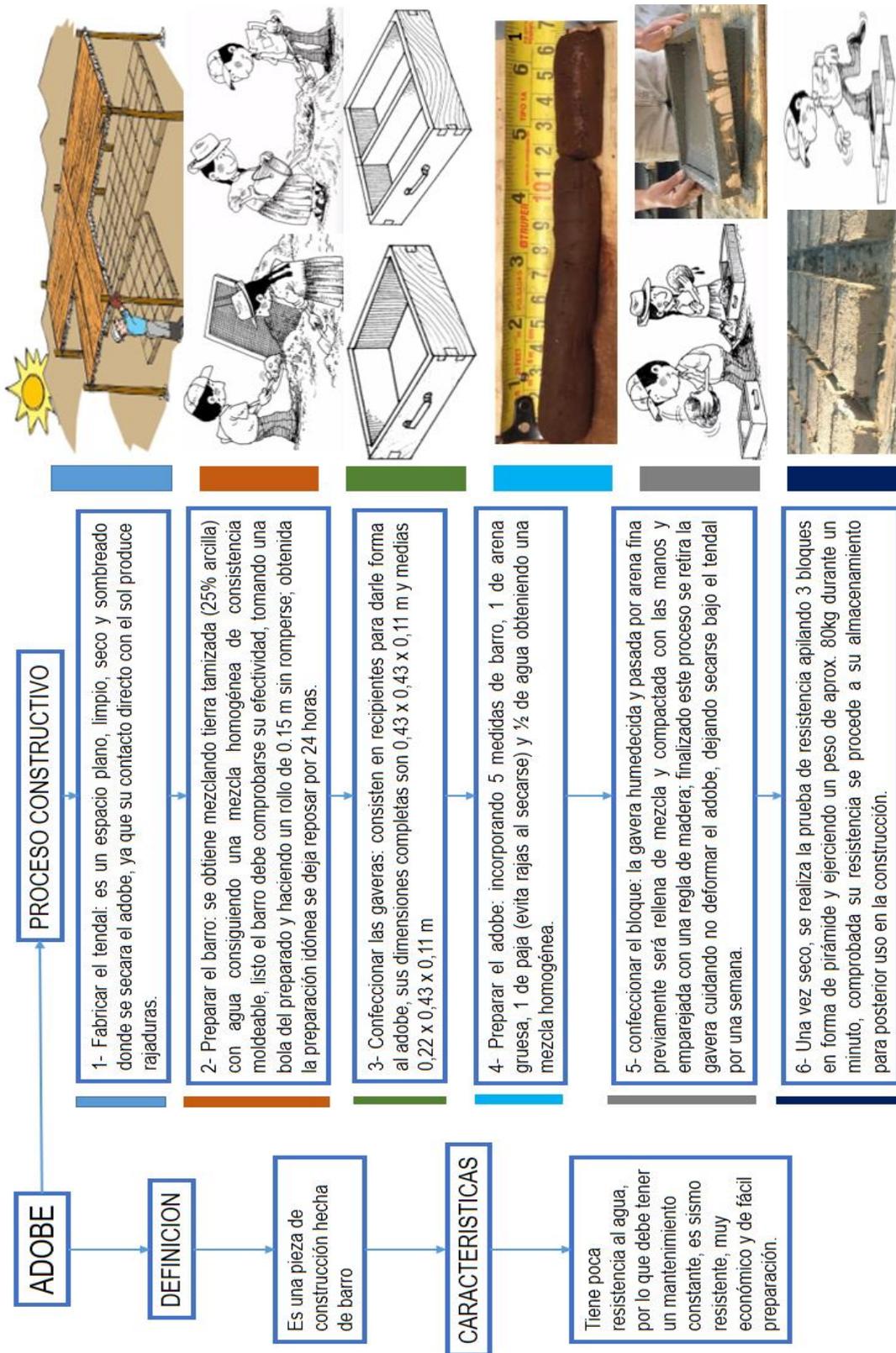


Figura 3 Proceso constructivo del adobe

3.2 Tapial:

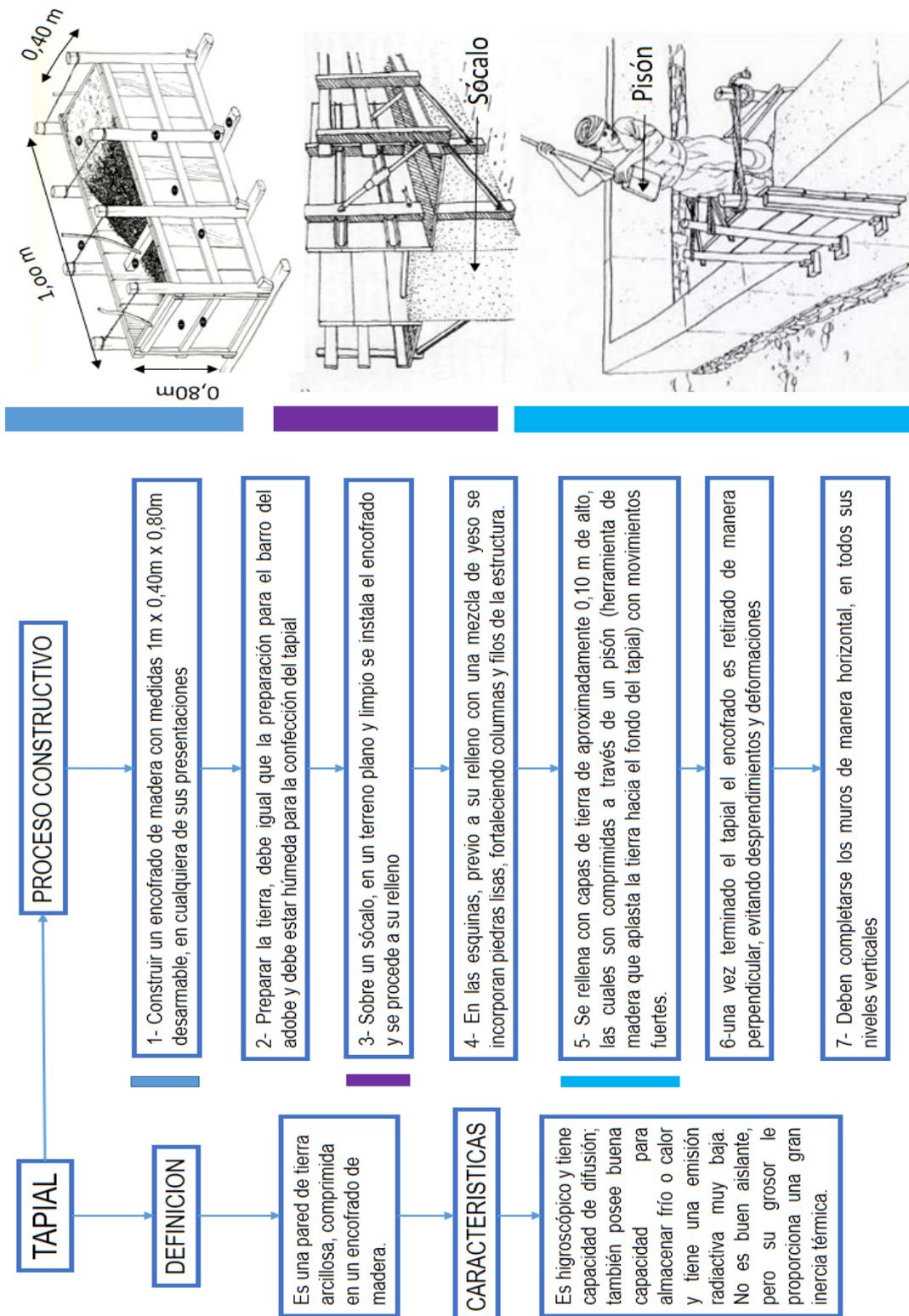


Figura 4 Proceso constructivo del tapial

3.3 Bahareque:

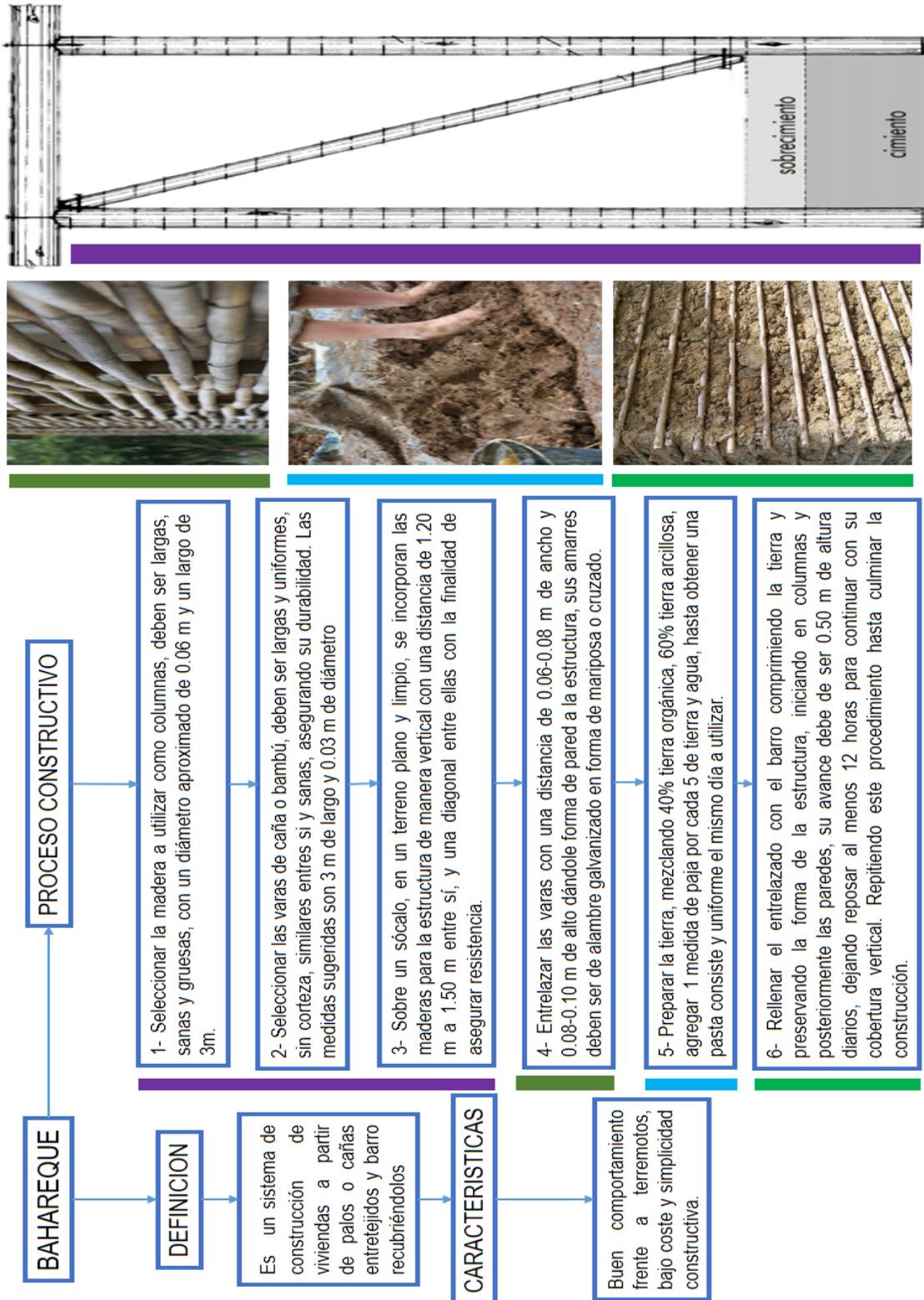


Figura 5 Proceso constructivo del bahareque

3.4 Bloque y ladrillo:

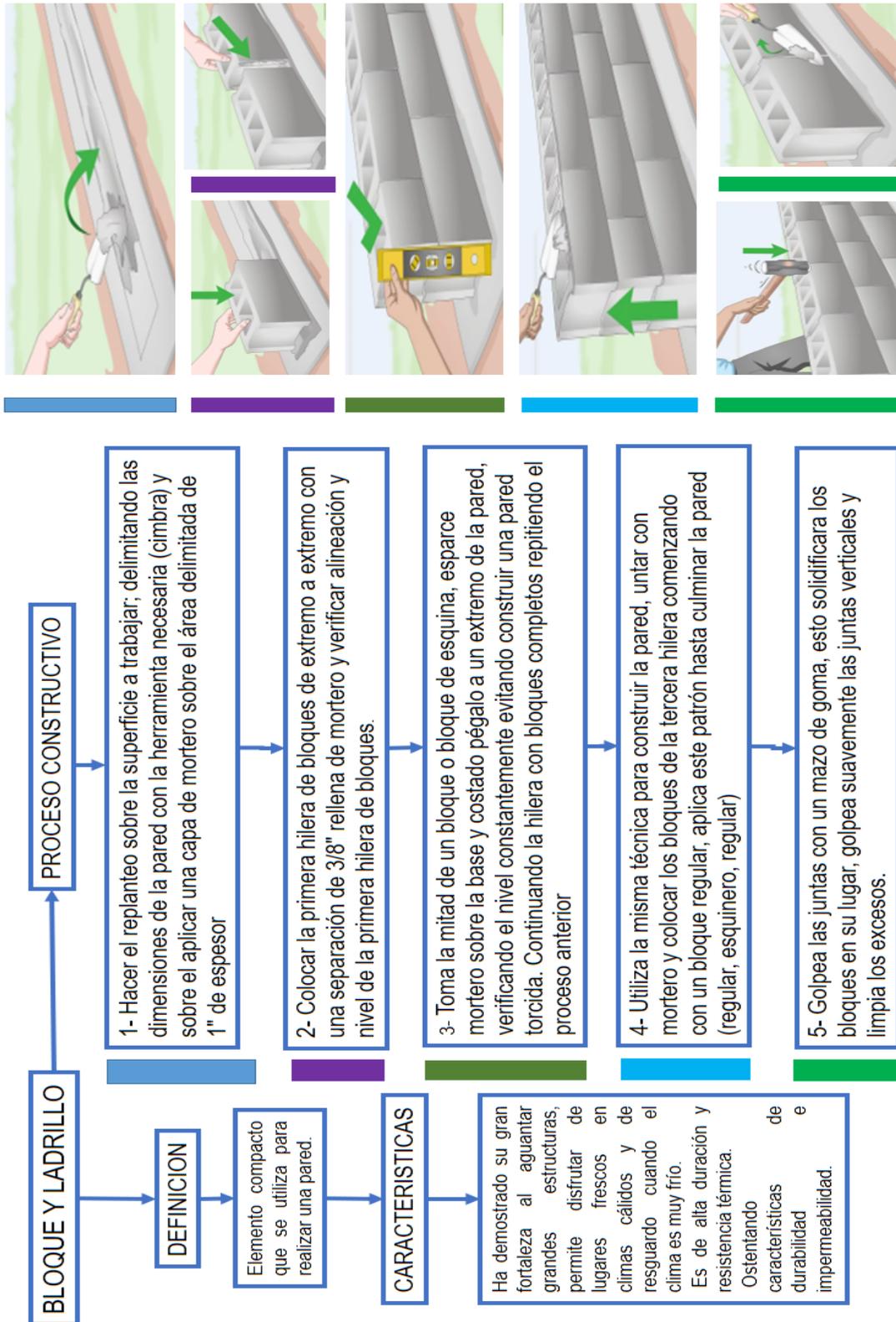


Figura 6 Proceso constructivo del bloque y el ladrillo

3.5 Poliestireno expandido:

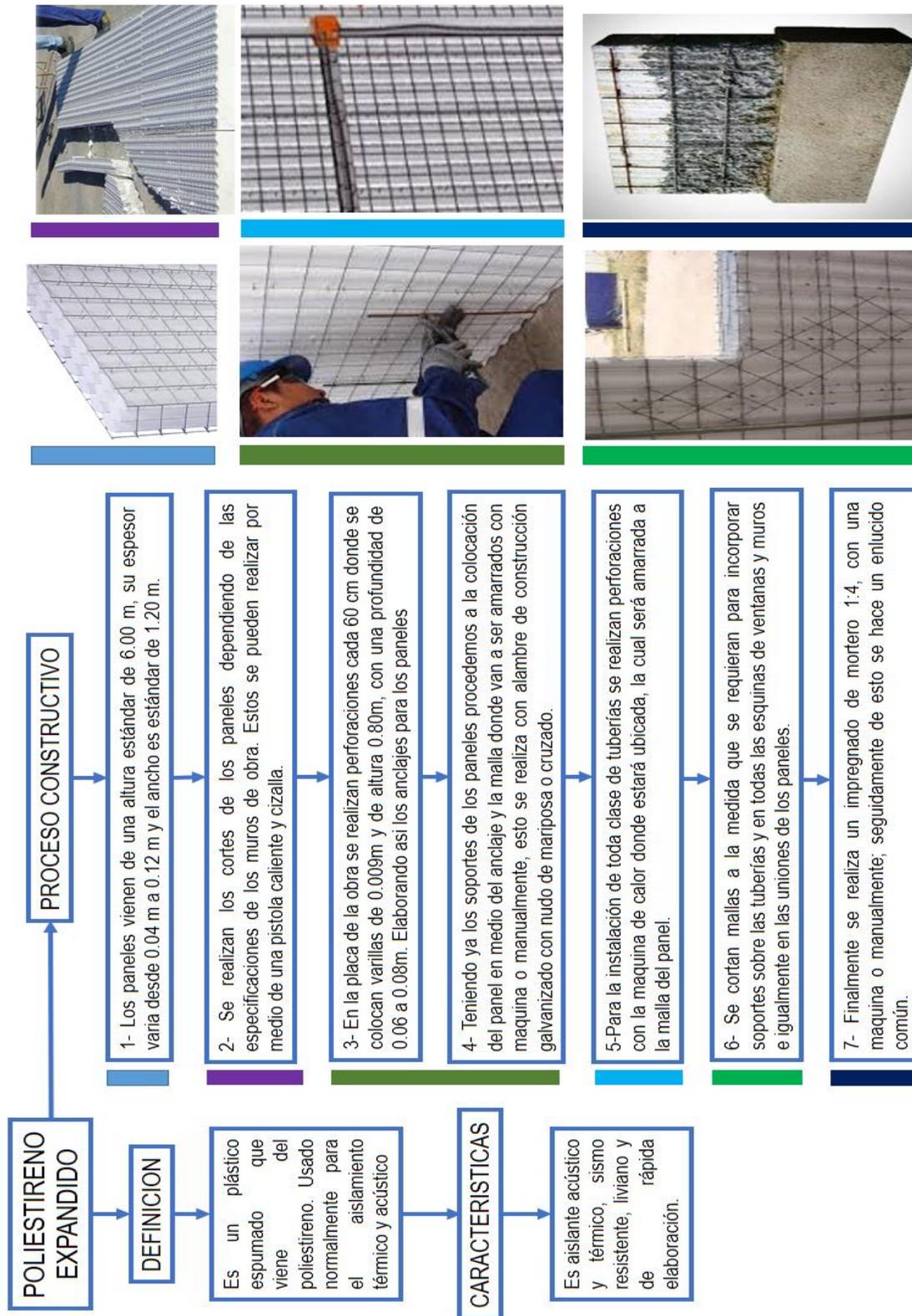


Figura 7 Proceso constructivo del poliestireno expandido

4. El plástico como elemento de mampostería.

4.1 ¿Qué es el plástico?

Según la Real Academia Española de la Lengua, el plástico se define como “Dicho de ciertos materiales sintéticos: Que pueden moldearse fácilmente y en cuya composición entran principalmente derivados de la celulosa, proteínas y resinas”.

Plástico es un material constituido por una variedad de compuestos orgánicos, sintéticos o semi-sintéticos, proveniente en su mayoría de la destilación del petróleo, cuya principal característica es poder ser moldeados en objetos sólidos de diferentes formas confiriéndole una gran variedad de aplicaciones, que le permite degradándose sin llegar a romperse.

El bajo costo en su fabricación, su resistencia al deterioro, la permeabilidad y la posibilidad de colorearlos hacen que los plásticos sean muy populares, sin embargo, muchos de ellos no son susceptibles al reciclaje por lo que contribuyen a la contaminación.

4.2 ¿Qué es el PET?

El polietileno tereftalato (PET) según la Asociación Nacional del Envase de PET (ANEP) de Madrid, España, es un polímero plástico que se obtiene mediante un proceso de polimerización de ácido tereftálico y monoetilenglicol. Es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo que corresponde a la fórmula de poliéster aromático, que, en 1941, se patentaron como polímero para la fabricación de fibras textiles, y 11 años más tarde se comenzó a emplear en

forma de film para el empaqueo de alimentos. pero no fue hasta 1976 que pudo abrirse camino en el mercado de envases rígidos, gracias a su particular aptitud para el embotellado de bebidas carbonatadas.

4.3 Características del PET:

Este tipo de plástico posee la característica principal de moldearse con el calor y mantener la forma luego de enfriarse, deformándose únicamente hasta ser sometido al calor nuevamente donde puede ser reestablecido y vuelto a moldear; otras de sus características son:

1. Transparencia y brillo con efecto lupa.
2. Barrera de los gases.
3. Bajo costo.
4. Reciclable
5. Liviano

4.4 Clasificación del PET:

Los PETS son diferenciados según un sistema utilizado internacionalmente en el sector industrial distinguiendo la composición de resinas en los envases y otros productos plásticos; Impulsado por la Sociedad de la Industria de Plásticos (SPI) en el año 1988, con el fin de apoyar y dar más eficiencia al reciclaje. Los diferentes tipos de plástico se identifican con un número del 1 al 6 ubicado en el interior del clásico signo de reciclado (triángulo de flechas en seguimiento). A continuación, se describe su denominación y características:

4.4.1 Polietileno Tereftalato

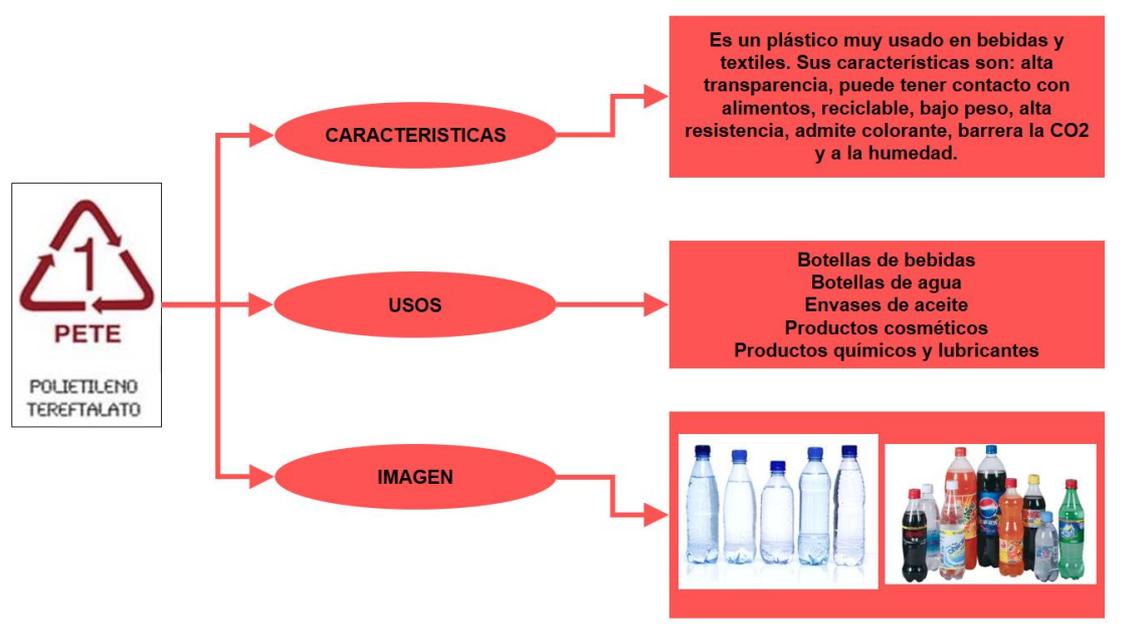


Figura 8 Descripción del polietileno tereftalato

4.4.2 Polietileno de alta densidad

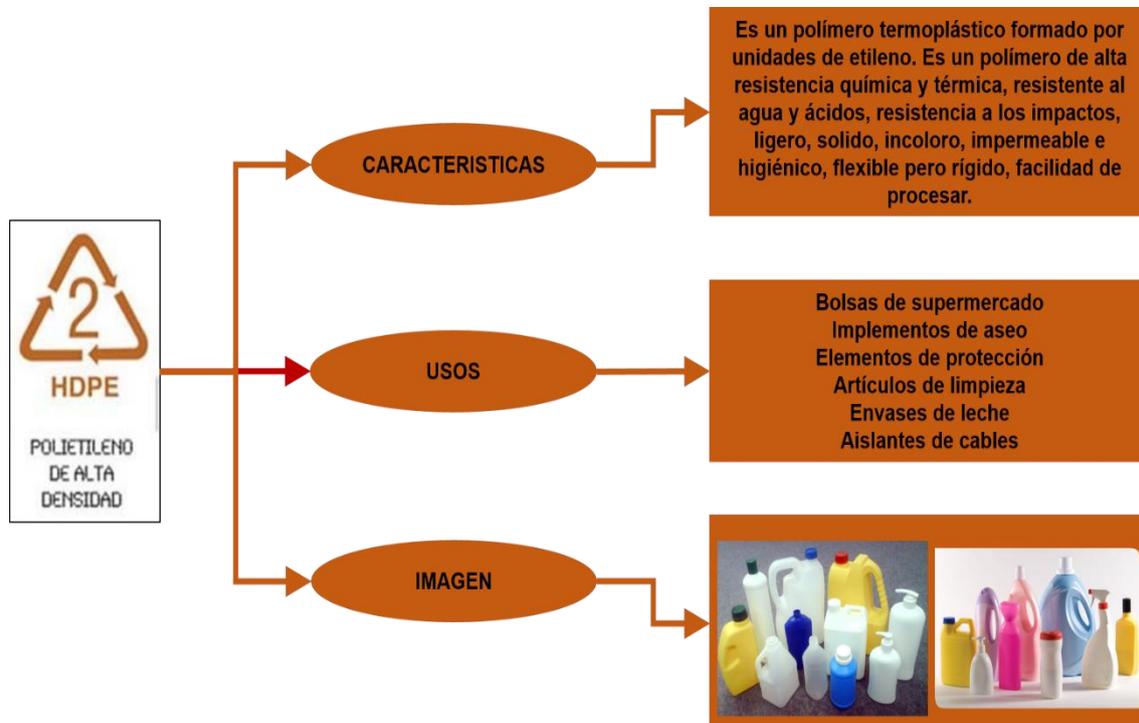


Figura 9 Descripción del polietileno de alta densidad

4.4.3 Policloruro de vinilo (PVC)



Figura 10 Descripción del Policloruro de vinilo

4.4.4 Polietileno de baja densidad (LDPE)

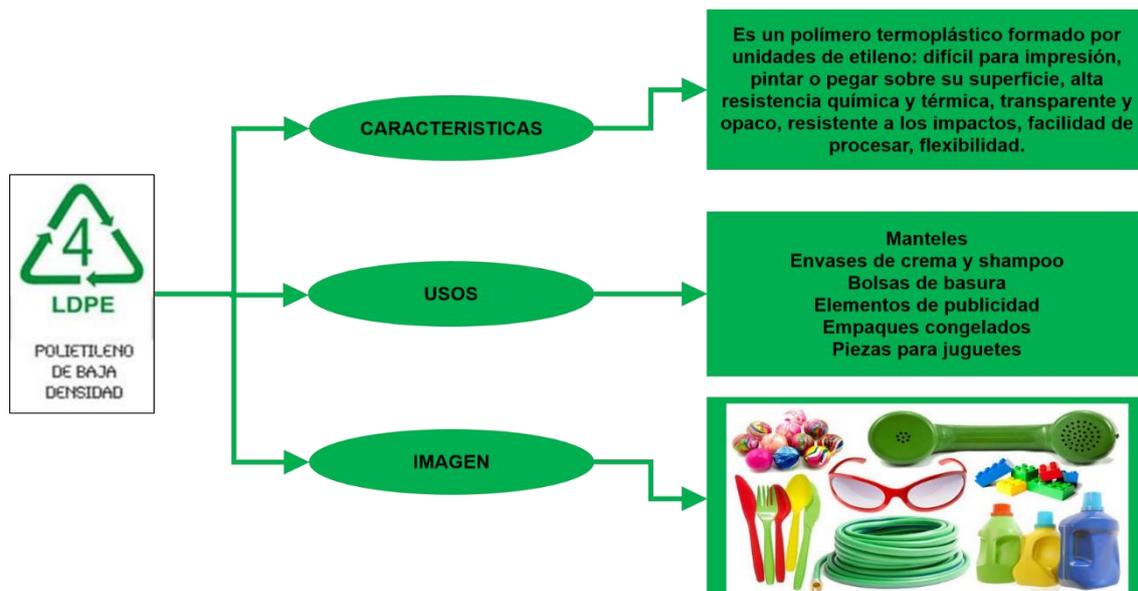


Figura 11 Descripción del polietileno de baja densidad

4.4.5 Polipropileno



Figura 12 Descripción del polipropileno

4.4.6 Poliestireno

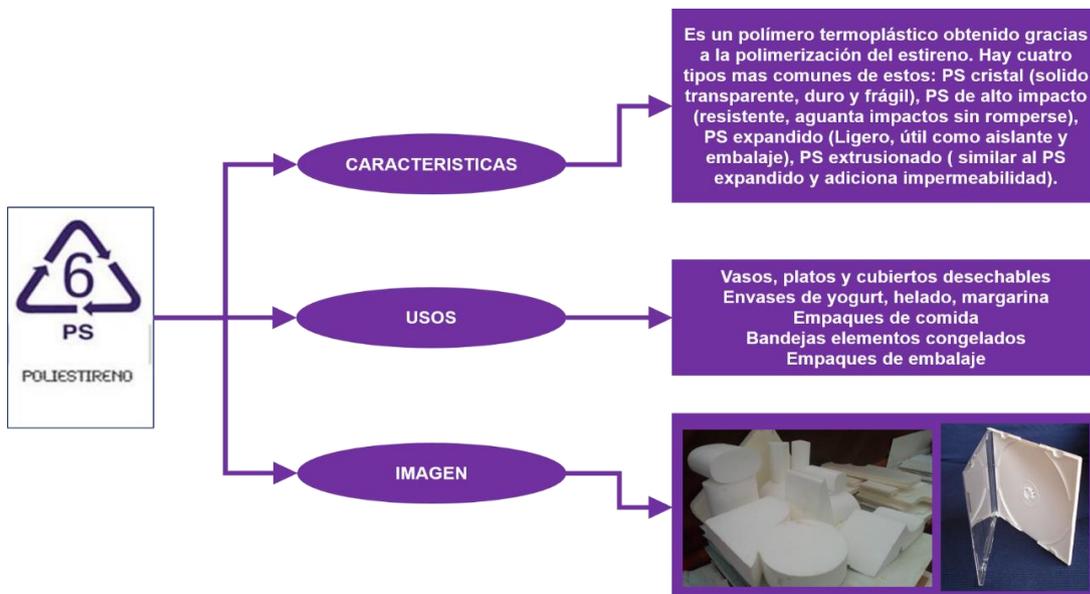


Figura 13 Descripción del poliestireno

Todos estos elementos plásticos PET pueden convertirse en el principal material de relleno de los eco ladrillos, mientras sean de consistencia blanda para facilitar el proceso de llenado de las botellas, prefiriendo envoltorios, fundas de alimentos, fundas de supermercado y cartones de empaque.

5. El PET como elemento de mampostería (Ecoladrillo):

Actualmente existen algunas formas de transformar los residuos plásticos en elementos de construcción, sean bloques, tuberías, techos o eco ladrillos, la definición de estos últimos se resume en botellas PET rellenas de desechos plásticos reusables, que reemplaza a los bloques y ladrillos tradicionales, promoviendo así la ecológica.

La iniciativa de construir con botellas plásticas recicladas que surgió hace siete años en Honduras ya se ha propagado en Bolivia, Brasil, Argentina y Colombia, sus promotores argumentan que al dejar de percibir los plásticos como inservibles se genera un mayor cuidado del ambiente y se promueve el desarrollo social de las clases menos favorecidas, ya que pueden acceder a vivienda propia a bajos costos. Reyes (2013)

La técnica de construir con plástico ideada por el alemán Andreas Froese, asegura más durabilidad que los bloques comúnmente utilizados en la construcción, dado a que los envases plásticos pueden durar hasta 300 años, incluso mucho más que el cemento empleado para unirlos; en la construcción de una casa ecológica pueden emplearse aproximadamente unas 8.000 botellas, reduciendo considerablemente la contaminación del medio ambiente.

Considerando a este ladrillo alternativo compuesto por una botella PET rellena de material reusable plástico, ideal para la construcción ya que aminora considerablemente costos de materiales, responde a la necesidad de reducir la contaminación ambiental dado a que su producción no produce emisiones de CO₂, y propone una solución para el déficit habitacional.

5.1 Ventajas:

- Reduce la contaminación del medio ambiente.
- Es una tecnología de reciclaje sencilla y práctica
- Es higiénica por quedar sellada con su tapa.
- Fácil almacenamiento y transporte.
- Utiliza todos los desechos plásticos suaves y limpios, sin distinción, en su mayoría solo reusables no reciclables.
- Disminuye el esfuerzo y costo del tratamiento de los desechos plásticos.
- Su proceso de confección no emite ninguna contaminación para el medio ambiente.
- Fomenta la conciencia ecológica y promueve el reciclaje.
- Su elaboración promueve la inclusión social y la participación comunitaria.
- Es de bajo costo. (Albano, 2014).

5.2 Ventajas constructivas

- Es un material aislante térmico.
- Aísla la conductividad eléctrica
- Es un aislante acústico.
- Ahorra energía, dado su propiedad de aislar tanto el frío como el calor.
- Es sismo resistente
- Tiene alta resistencia frente a impactos.

- Tiene una durabilidad aproximada de 300 años
- No retiene humedad
- Es más ligero que un bloque tradicional, facilitando su transporte y su manejo.
- Son impermeables

5.3 Desventajas:

- Un eco ladrillo tiene residuos mezclados y desconocidos, de modo que posterior a su uso, es imposible incorporarlos a la cadena del reciclaje.
- Luego que la construcción ha cumplido su vida útil, los eco ladrillos son basura no valorizable (no se puede reciclar) en contraste con los ladrillos convencionales que están hechos de minerales.
- No son fabricados elementos de fachada con este material.
- Debido a su producción manual, su recopilación es retardada.
- Una vez hecha la mampostería no puede ser remodelada.
- Es un material compuesto en su mayoría de plástico, volviéndose inflamable, por esto su necesidad de ser recubierto de cemento o tierra, lo que no permite que se propicien incendios.
- No existe forma de asegurar que el contenido de los eco ladrillos recolectados en campañas no es orgánico o tóxico. (Jiménez, 2016)

Demostrando así que hay muchas más ventajas que desventajas de reemplazar al bloque tradicional con los eco ladrillos, aportando valores sociales como solidaridad, cooperación y respeto por el medio ambiente a la comunidad donde se realicen este tipo de construcciones.

5.4 Materiales que se pueden utilizar

Los materiales más eficientes en su relleno según su clasificación son:

Tabla 2 Clasificación de materiales para el relleno del eco ladrillo

Material	Definición	Clasificación	Composición	Imagen
PETE 1 Polietileno	Termoplástico de bajo peso y alta resistencia a impactos y humedad	Botellas plásticas, etiquetas, estropajos, cinta adhesiva, paquetes de arroz y afines, placas de radiografías, etc.	Plástico blando y poliéster	
Cartón	Material desechable de alta resistencia, reciclable en su mayoría.	Tetra pack, cajas de cigarrillo, chicles, etc.	Cartón, aluminio y plástico	
PPS 5 Polipropileno	Termoplástico moldeable de bajo costo y resistente al agua y detergentes	Envolturas de aluminio, generalmente de golosinas, sorbetes, tubo de pasta dental, etc.	Plástico laminado con aluminio	
Papel karft	Papel grueso utilizado para empaquetar materiales de partículas pequeñas generalmente medidos por peso.	Envolturas de jabón de tocador, facturas se supermercado, servilletas, etc.	Papel y plástico	
HDPE 2 Polietileno de alta densidad	Polímero de alta densidad resistente al agua y ácidos, ligero e higiénico	Fundas plásticas y utensilios desechables	Plástico	
Aluminio	Elemento metálico no magnético de fácil manejo	Empaques de medicinas, envolturas de chicles, etc.	Aluminio	

6. Proceso para elaborar el eco-ladrillo.

La fabricación del ecoladrillo consiste en rellenar una botella de plástico con materiales reusables, apisonándolos hasta conseguir un producto rígido, que al aplicarse peso no pueda deformarse, con el fin de reemplazar al bloque tradicional disminuyendo costos y reduciendo la contaminación ambiental su procedimiento será detallado en el siguiente gráfico:



Figura 14 Proceso constructivo del eco ladrillo

6.1 Tipos de botellas.

H/V: Horizontal / Vertical *El peso total varía según su composición de relleno

Tabla 3 Características de las botellas.

CARACTERÍSTICAS DE LAS BOTELLAS						
Envase: Té	Envase: Gaseosa	Envase: Gaseosa	Envase: Energizante	Envase: Gaseosa	Envase: Gaseosa	Envase: Té
Capacidad: 1500 ml	Capacidad: 1140 ml	Capacidad: 911 ml	Capacidad: 600 ml	Capacidad: 911 ml	Capacidad: 1140 ml	Capacidad: 1500 ml
Altura: 31.8 cm	Altura: 30.5 cm	Altura: 27 cm	Altura: 21 cm	Altura: 27 cm	Altura: 30.5 cm	Altura: 31.8 cm
Espesor: 1 mm	Espesor: 1 mm	Espesor: 1 mm	Espesor: 1 mm	Espesor: 1 mm	Espesor: 1 mm	Espesor: 1 mm
Diámetro mayor: 8.7 cm	Diámetro mayor: 8 cm	Diámetro mayor: 7.5 cm	Diámetro mayor: 7.3 cm	Diámetro mayor: 7.5 cm	Diámetro mayor: 8 cm	Diámetro mayor: 8.7 cm
Diámetro menor: 2.8 cm	Diámetro menor: 2.8 cm	Diámetro menor: 2.8 cm	Diámetro menor: 2.8 cm	Diámetro menor: 2.8 cm	Diámetro menor: 2.8 cm	Diámetro menor: 2.8 cm
Peso Básico: 4g	Peso Básico: 3g	Peso Básico: 3g	Peso Básico: 2g	Peso Básico: 3g	Peso Básico: 3g	Peso Básico: 4g
Peso llena: 572g	Peso llena: 435g	Peso llena: 349g	Peso llena: 229g	Peso llena: 349g	Peso llena: 435g	Peso llena: 572g
Unidades x m2 HV: 81/30	Unidades x m2 HV: 89/34	Unidades x m2 HV: 100/40	Unidades x m2 HV: 103/51	Unidades x m2 HV: 100/40	Unidades x m2 HV: 89/34	Unidades x m2 HV: 81/30

7. Estudios y pruebas de resistencia

Para considerar al eco ladrillo como elemento de construcción debe primero atravesar por una serie de pruebas de presión y resistencia, con la finalidad de comprobar su efectividad, demostrando ser apto para sustituir al ladrillo o bloque convencional con la misma resistencia y funcionalidad en la edificación.

En la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá este ladrillo alternativo fue sometido a pruebas de presión y resistencia, con la guía del ingeniero Darío Moreno quien lo sometió a pruebas en una prensa de hidráulica, cuya función principal es ejercer presión sobre el eco ladrillo o cualquier objeto dispuesto a este fin. (Bedoya, 2014, pp 5).

El manómetro de la prensa hidráulica registra la presión interna del aceite y solo mide unidades de presión PSI (*pounds-force per square inch*). La máquina mide la presión $P = F/A$ y para determinar la fuerza se multiplica la presión por el área ($F = P \cdot A$). Este estudio fue aplicado en una botella vacía de pony malta de 330 ml³, soportando 38 libras de presión, en un área de 2,24 pulgadas cuadradas (área del pistón), resultando una resistencia a un total de 85.12 libras o 42,56 kg. (Bedoya, 2014, pp 5).

$$F = P \cdot A \quad F = 38 \text{ lb / plg}^2 \cdot 2,24 \text{ plg}^2 = 85.12 \text{ libras}$$



Figura 15 Prueba de resistencia a la botella vacía
Tomado de: bedoya, 2014

Posteriormente fueron realizadas las mismas pruebas en la botella rellena de residuos plásticos, con un total de 6 probetas (botellas de Pony malta de 330ml). Las primeras tres de manera vertical, y las otras de manera horizontal, cuyos resultados serán expuestos a continuación:



Figura 16 Probetas diferenciadas por el color de la tapa

Tomado de: bedoya, 2014

Tabla 4 Presión soportada por tipo de botella

Tomado de: bedoya, 2014

Probeta	Relleno*	Tamaño (ml)	Presion Soportada (PSI)	Fuerza Soportada
1 (Roja)	Vacía (Vertical)	330 ml	38 PSI	85,12 Libras
2 (Verde)	Plástico (vertical)	330 ml	404 PSI	904,96 Libras
3 (Roja)	Plástico (vertical)	330 ml	232,96 PSI	521,83 Libras
4 (Naranja)	Plástico (vertical)	330 ml	356,16 PSI	797,79 Libras
5 (Morada)	Plástico (horizontal)	330 ml	3373,44 PSI	7556,5 Libras
6 (Naranja)	Plástico (horizontal)	330 ml	7194,88 PSI	16116,53 Libras
7 (Roja)	Plástico (horizontal)	330 ml	4010 PSI	8982,40 Libras

Los porcentajes son estimados*



Figura 17 Probeta uno y dos.

Tomado de: bedoya, 2014

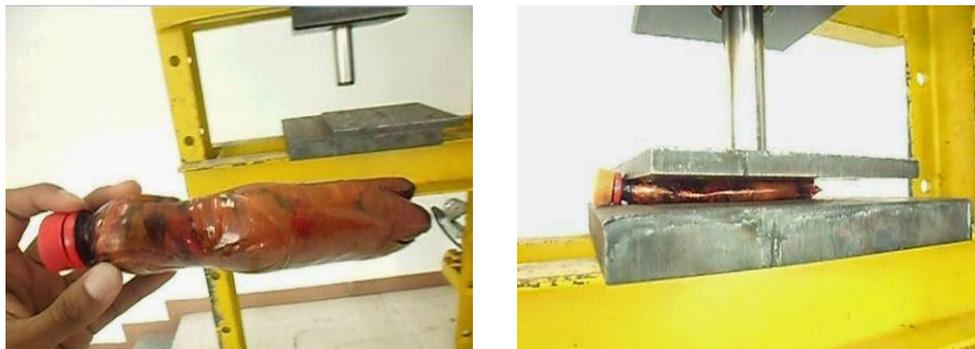


Figura 18 Probeta tres y cuatro.

Tomado de: bedoya, 2014

Los resultados obtenidos tras estas pruebas ejecutadas por Ing. Darío Moreno determinan el comportamiento de cada botella el cual depende de la posición en que esta se encuentre, reflejando que la posición horizontal soporta más presión que la posición vertical.

A continuación, se representa la relación de la cantidad máxima de carga soportada y la clase de plástico que se utiliza para rellenarla:

Tabla 5 Composición del relleno de la botella

Tomado de: bedoya, 2014

Probeta	Relleno*	Fuerza Soportada
1 (Roja)	Vacía	85,12 Libras
2 (Verde)	LDPE (15%), PP (80%), OTROS (5%)	904,96 Libras
3 (Roja)	LDPE (60%), PP (38%), OTROS (2%)	521,83 Libras
4 (Naranja)	LDPE (8%), PP (90%), OTROS (2%)	797,79 Libras
5 (Morada)	LDPE (15%), PP (75%), OTROS (0%)	7556,5 Libras
6 (Naranja)	LDPE (38%), PP (60%), OTROS (2%)	16116,53 Libras
7 (Roja)	LDPE (60%), PP (38%), OTROS (2%)	8982,40 Libras

Los porcentajes son estimados*

Este estudio nos permite definir el material necesario a ocupar con el fin de garantizar un comportamiento eficiente, asegurando entonces, el éxito de la construcción. Entendiendo cuales residuos componen cada tipo de botella y cuales son óptimos para la fabricación del eco ladrillo, facilitando la recolección y clasificación de los residuos destinados a su fabricación.

La información arrojada por este estudio, nos permite a su vez, comprender las razones físicas para elaborar cada procedimiento, dado que estos proporcionaran las medidas de seguridad necesarias para la vivienda y la manipulación del ladrillo.

8. Sistema constructivo con ecoladrillo:

El sistema constructivo con botellas PET es muy versátil, donde personas pueden realizar una casa de manera empírica sin tener mayor inconveniente. Todo esto considerando que la construcción de estructuras, sistemas de desagües, agua potable y eléctricos deben ser realizados bajo la supervisión de profesionales de cada área.

En el sistema constructivo se explican las instrucciones para la construcción de la vivienda, teniendo en cuenta normas de seguridad, distancias, amarres y lineamientos generales, al igual que la información técnica y específica según el tipo de vivienda a realizar.

Este sistema constructivo se conforma por dos procesos: el horizontal que consiste en construir hileras de botellas, acostando una al lado de la otra de forma paralela con el pico de la misma hacia el interior de la vivienda, y el vertical compuesto por un marco de madera relleno de botellas ubicadas una sobre otra

con el pico apuntando hacia lo alto y cubierta con una malla. Ambos procesos se describen de la siguiente manera:

8.1 Mampuesto horizontal:

La mampostería utilizada en una vivienda se realizará ubicando los eco ladrillos de manera horizontal, esta manera de construcción es recomendada en ambientes fríos dado a que el espesor de las paredes será mucho más ancho que en el sistema vertical, proporcionando así mayor protección al frío.

Los pasos a seguir para continuar con la construcción usando este tipo de mampostería son:

1. Preparar la mezcla, formada por arena, tierra y cemento en la proporción 1:4:4

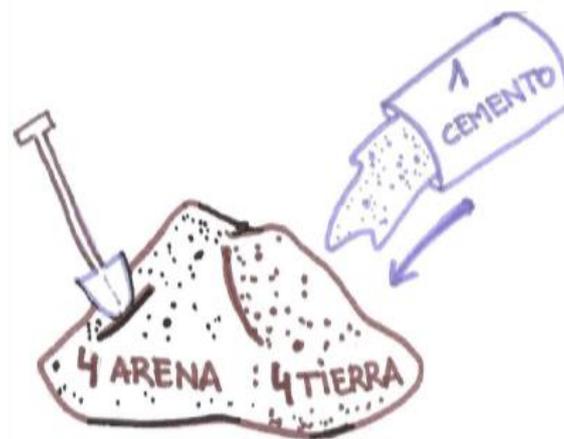


Figura 19 Mezcla 1:4:4

Tomado de: Arquitectos sin fronteras, 2011

2. Aplicar una capa de mezcla en el borde de la viga de arrastre, donde se pondrán los eco ladrillos en hileras horizontales, ubicando la tapa de la botella hacia el interior de la casa, estas deben ubicarse sutilmente separadas entre sí con una distancia aproximada de 0,25 m permitiendo la inserción de mezcla entre ellas y cuidando su alineación, distancia que aplica para cualquier tamaño de botella a utilizar.

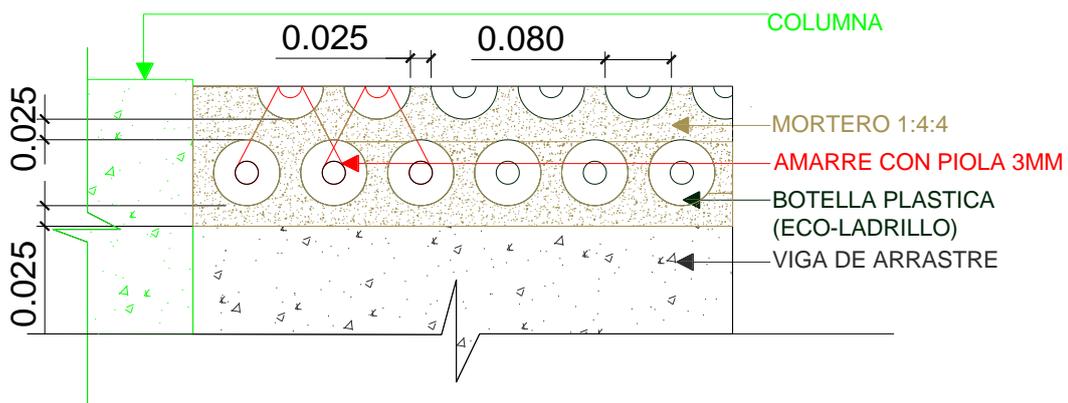


Figura 20 Detalle capa de mezcla e inicio de primera fila de eco ladrillos

3. Este procedimiento se repite verticalmente hilera sobre hilera, intercalando las botellas, formando una especie de triángulos como se puede observar en la figura hasta completar el muro.



Figura 21 Distribución horizontal de las botellas

Tomado de: Arquitectos sin fronteras, 2011

4. Durante la elaboración de las hileras horizontales se realiza un amarre con piola de construcción de 0,03m realizando un giro en la parte posterior de la botella y conectándola con la siguiente, este proceso se realiza en todas las hileras de la construcción.

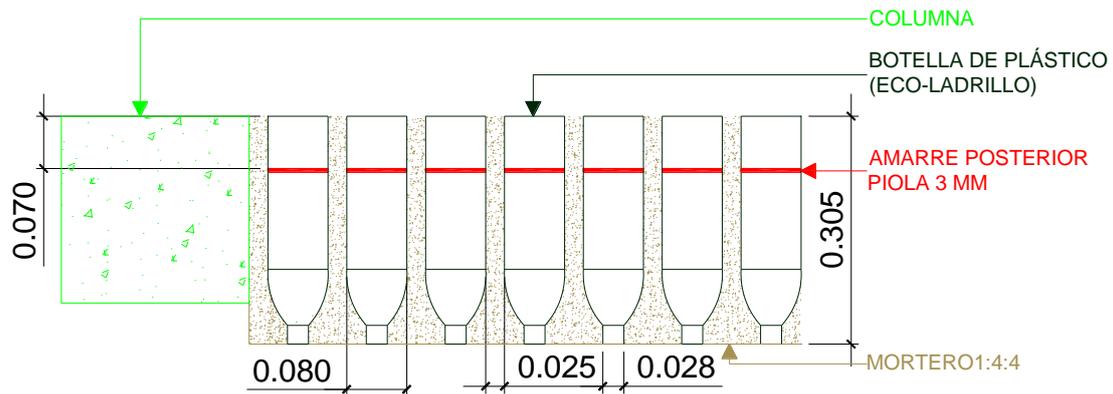


Figura 22 Amarre posterior botellas 1140 ml vista superior.

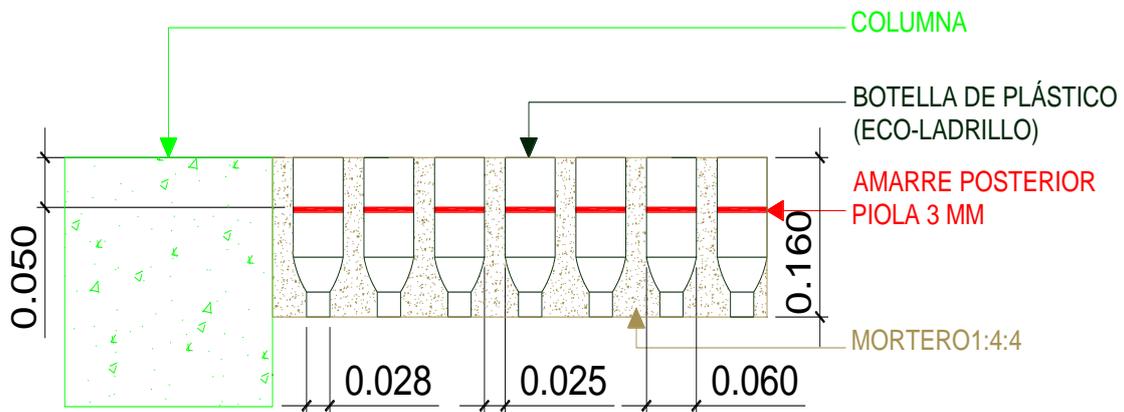


Figura 23 Amarre posterior botellas 300 ml vista superior

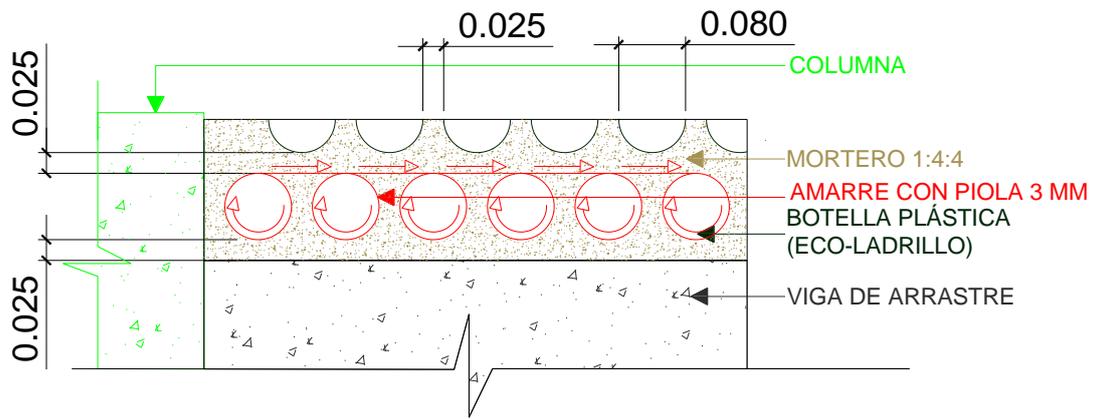


Figura 24 Amarre posterior botellas vista frontal.



Figura 25 Amarre posterior botellas vista superior



Figura 26 Amarre posterior botellas vista frontal

Fijas y alineadas todas las botellas se realiza un amarre frontal a las mismas, formando una red que entrelaza todas las botellas, el mismo debe comenzar por la botella inferior esquinera de cualquiera de los extremos horizontales, haciendo un nudo en el pico de la misma, corriendo la piola a la botella superior, una vez tensa se realiza otro nudo. Realizando el mismo procedimiento con la botella inferior siguiente, formando una línea de zigzag. Uniendo la primera fila con la segunda. Luego se une la segunda con la tercera y así sucesivamente hasta completar todo el muro.



Figura 27 Sistema constructivo horizontal y amarres entre botellas

Tomado de: Arquitectos sin fronteras, 2011

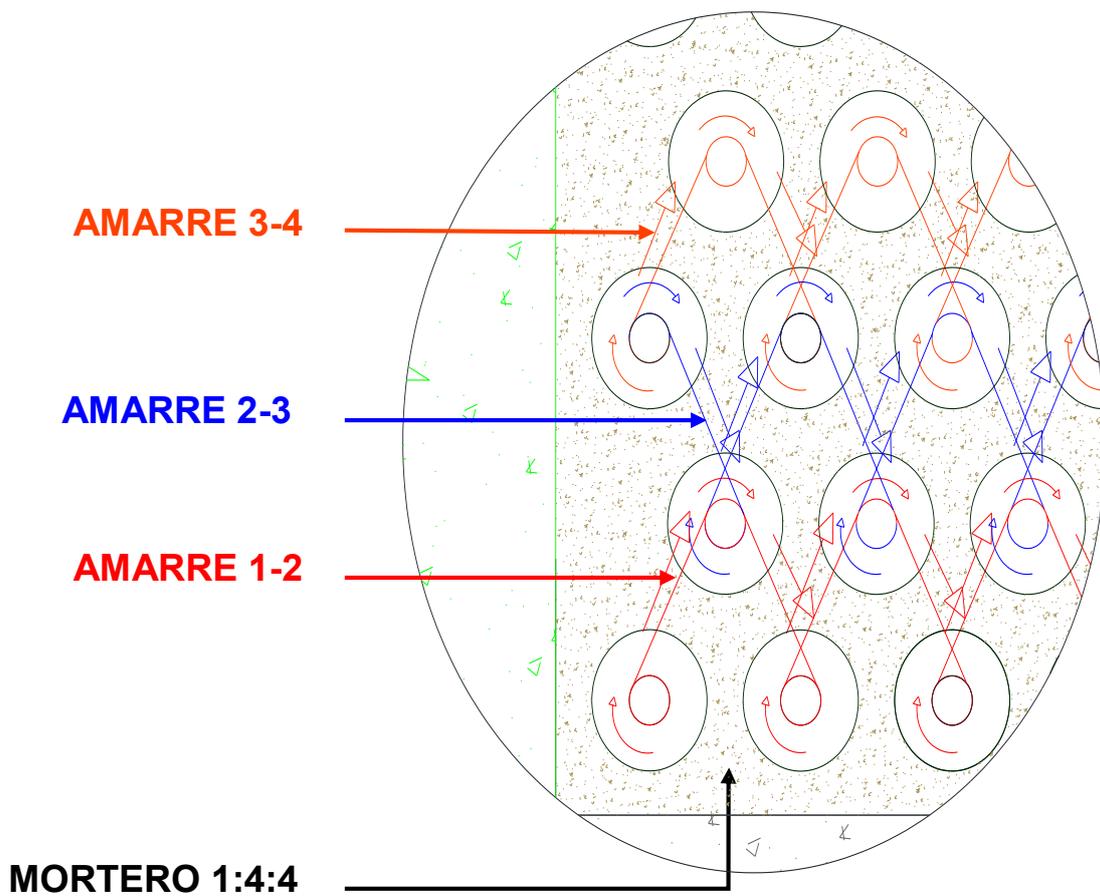
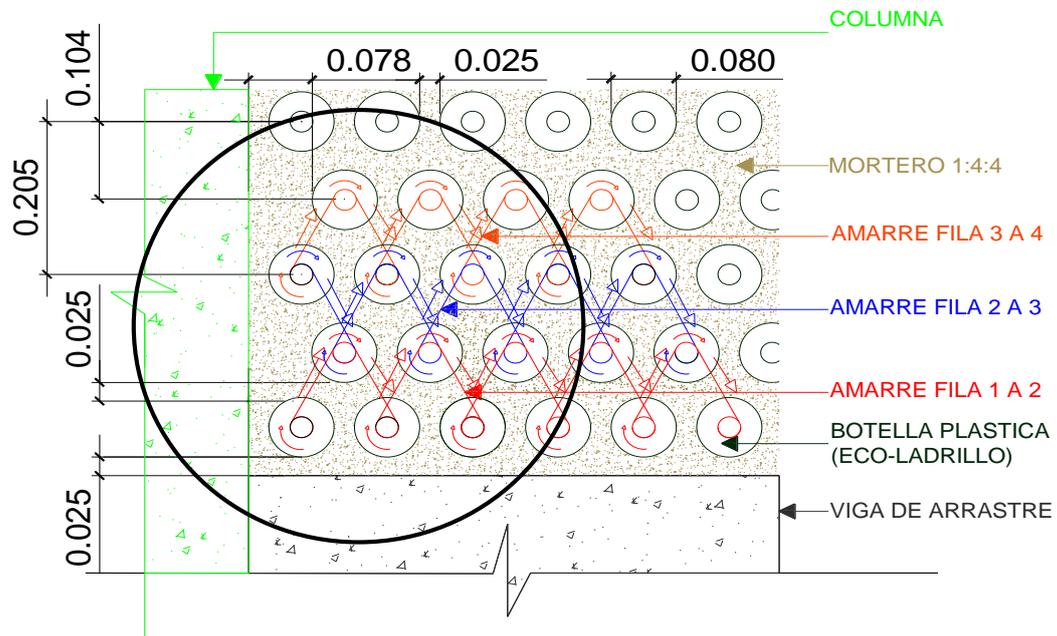


Figura 28 Amarre de botellas vista frontal.

8.2 Mampuestos verticales o paneles de eco-ladrillos:

Este tipo de mampuesto es realizado dentro de una estructura rectangular de madera resistente (colorada rústica), construido con bastidores de 0.05 m de espesor, 2,40 m de altura, 1,27 m largo y con el ancho que nos proporcione el eco-ladrillo a utilizar.

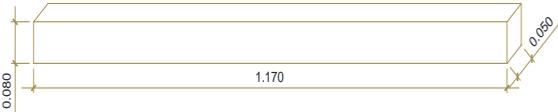
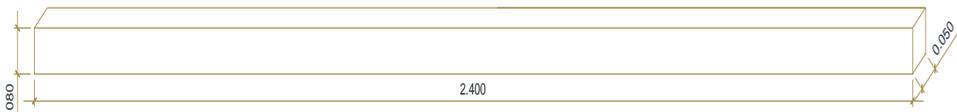
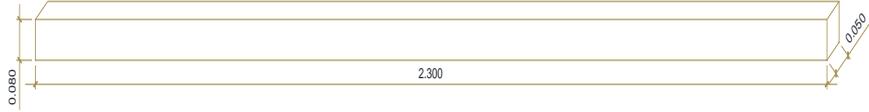
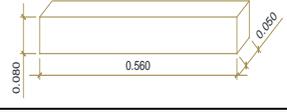
El modulado de esta estructura está basado en el proceso constructivo del gypsum, con un distanciamiento de 0.60m x 0.60m; sin embargo, este varía según el tamaño de la botella, adaptándose a las dimensiones del ecoladrillo utilizado en cada construcción por lo cual no es posible especificar las dimensiones exactas de su distribución.

Con el fin de explicar el proceso de construcción con esta modalidad se tomará como referencia un ecoladrillo de 1140 ml de capacidad con medidas de 0,08m x 0,08m x 0,305m y peso 0,435 kg; por lo que para la construcción del marco de madera son implementados los materiales expuestos en la siguiente tabla:

Tabla 6 Cantidad de materiales para el marco de madera

Item	Medidas (LxAxE)	Cantidad
T1	1,17m x 0,08m x 0,05m	2
T2	2,40m x 0,08m x 0,05m	2
T3	2,30m x 0,08 x 0,05m	1
T4	0,56m x 0,08 x 0,05m	6

Tabla 7 Gráfico de los materiales utilizados en el marco de madera

Item	Gráfico
T1	
T2	
T3	
T4	

Mediante el análisis del siguiente gráfico se determina que es necesario para la construcción del marco, 3 listones de madera de 2,40mx0,25mx0,05m los que nos proporciona la estructura para este proceso constructivo ilustrándose de la siguiente manera:

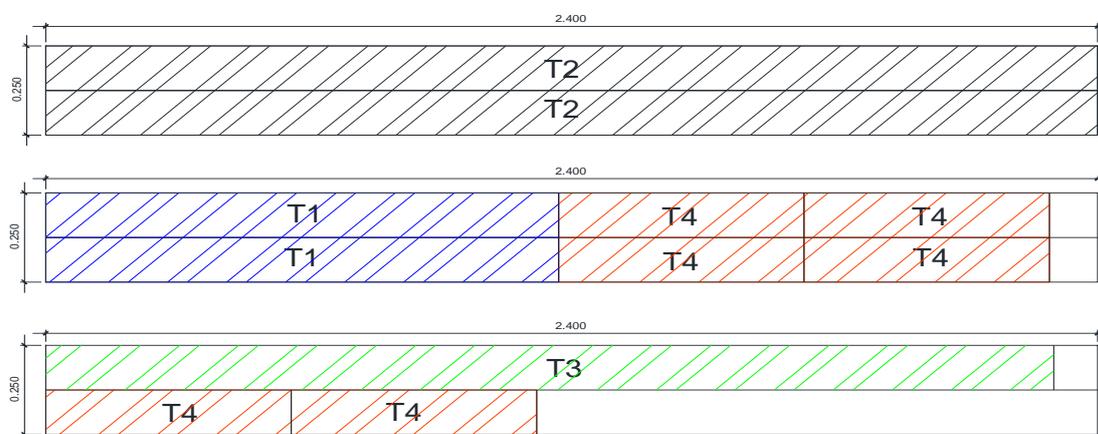
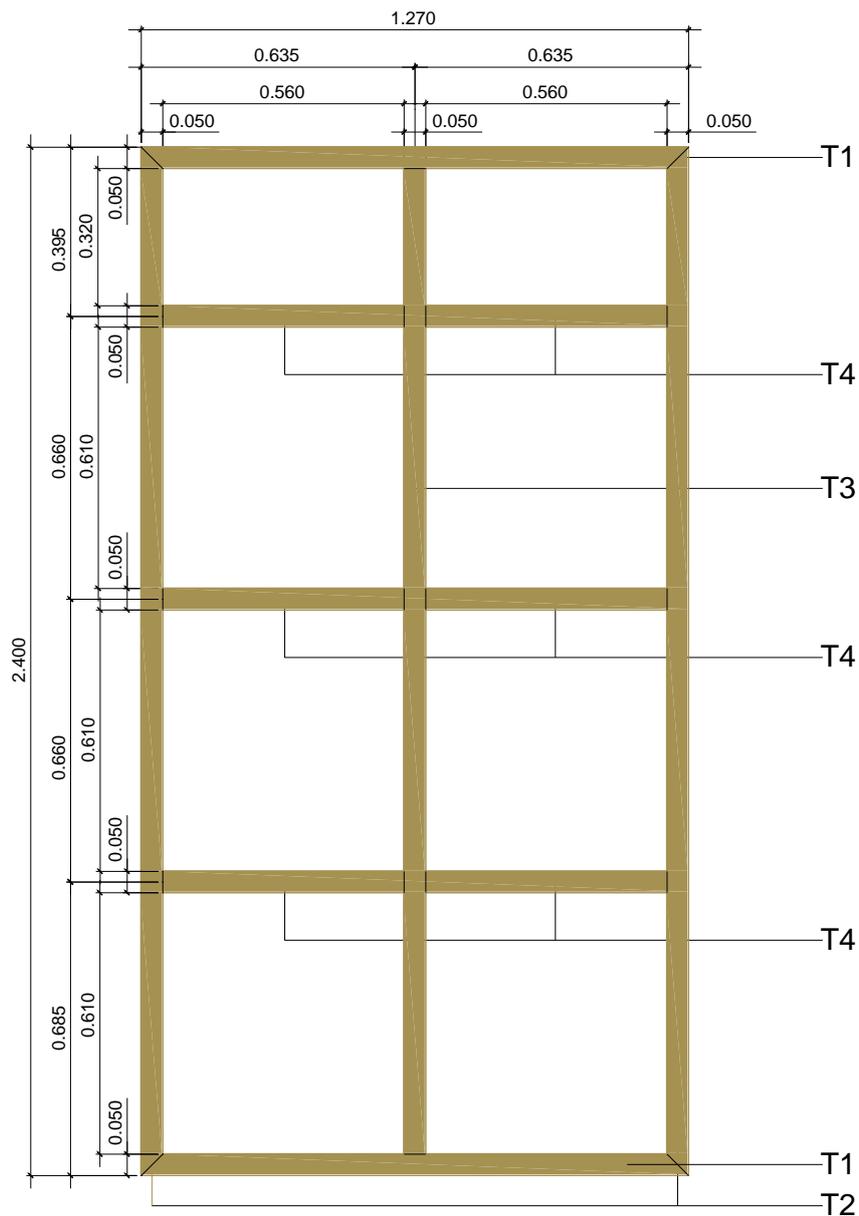


Figura 29 Materiales para el marco de madera

Para la confección del marco, se unen los listones T1 y T2 con ángulos de 90° formando el cuadro exterior, en el centro de este se incorpora el T3 de manera vertical y posteriormente los T4 son dispuestos de manera horizontal cada 0.68m distribuyendo de la siguiente manera:



ESTRUCTURA DE MADERA

Figura 30 Estructura de madera.

Teniendo ya hecho nuestro marco de madera procedemos a colocar una malla de gallineros, con dimensiones iguales al marco, fijándose en uno de los lados con clavos o grapas, listo esto colocamos los eco ladrillos de manera vertical, asegurando cada uno en su posición, rodeándolo a un tercio de la botella con alambre galvanizado y sujetándola a la malla repitiendo este procedimiento hasta completar la primera hilera de extremo a extremo.

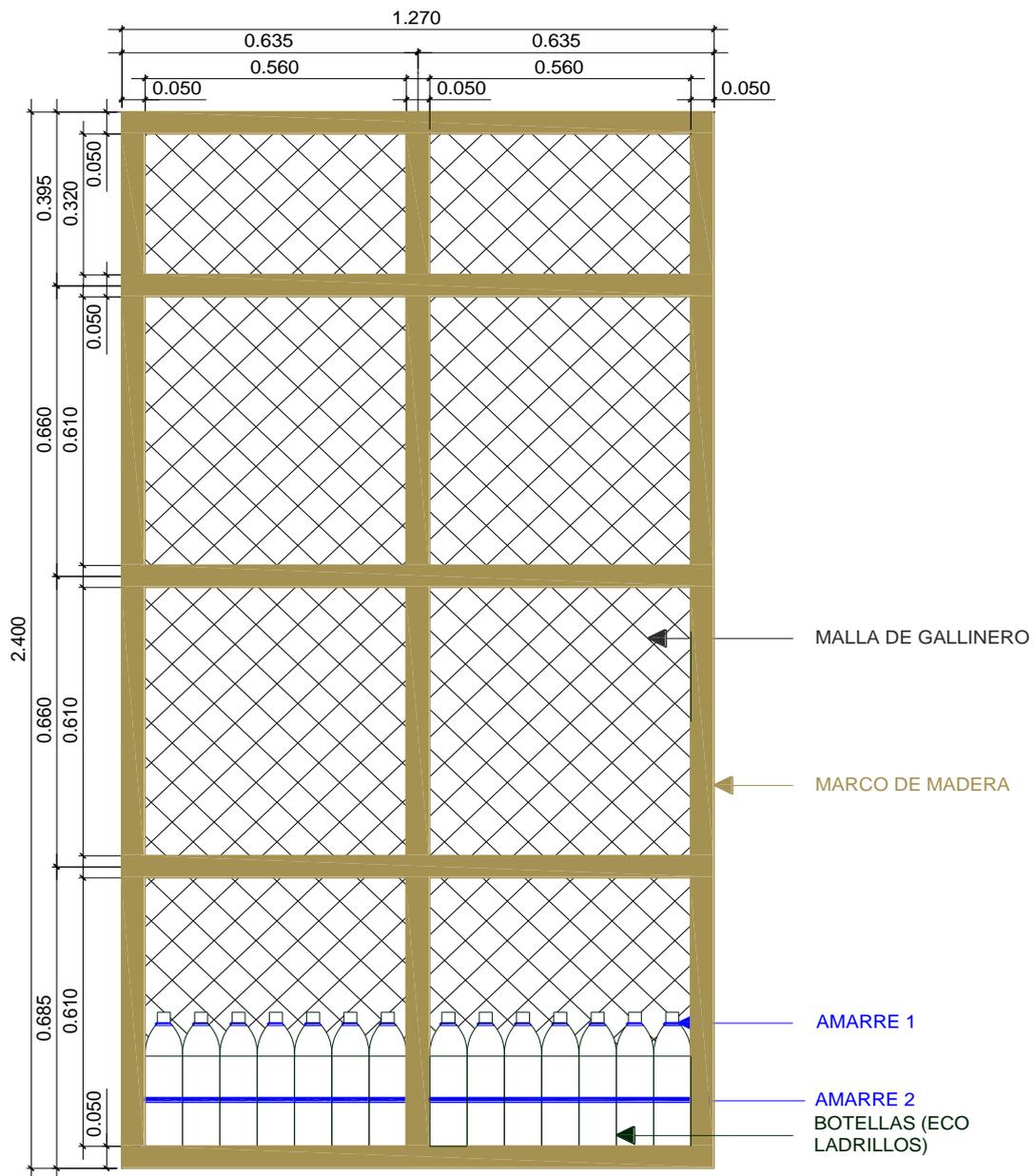
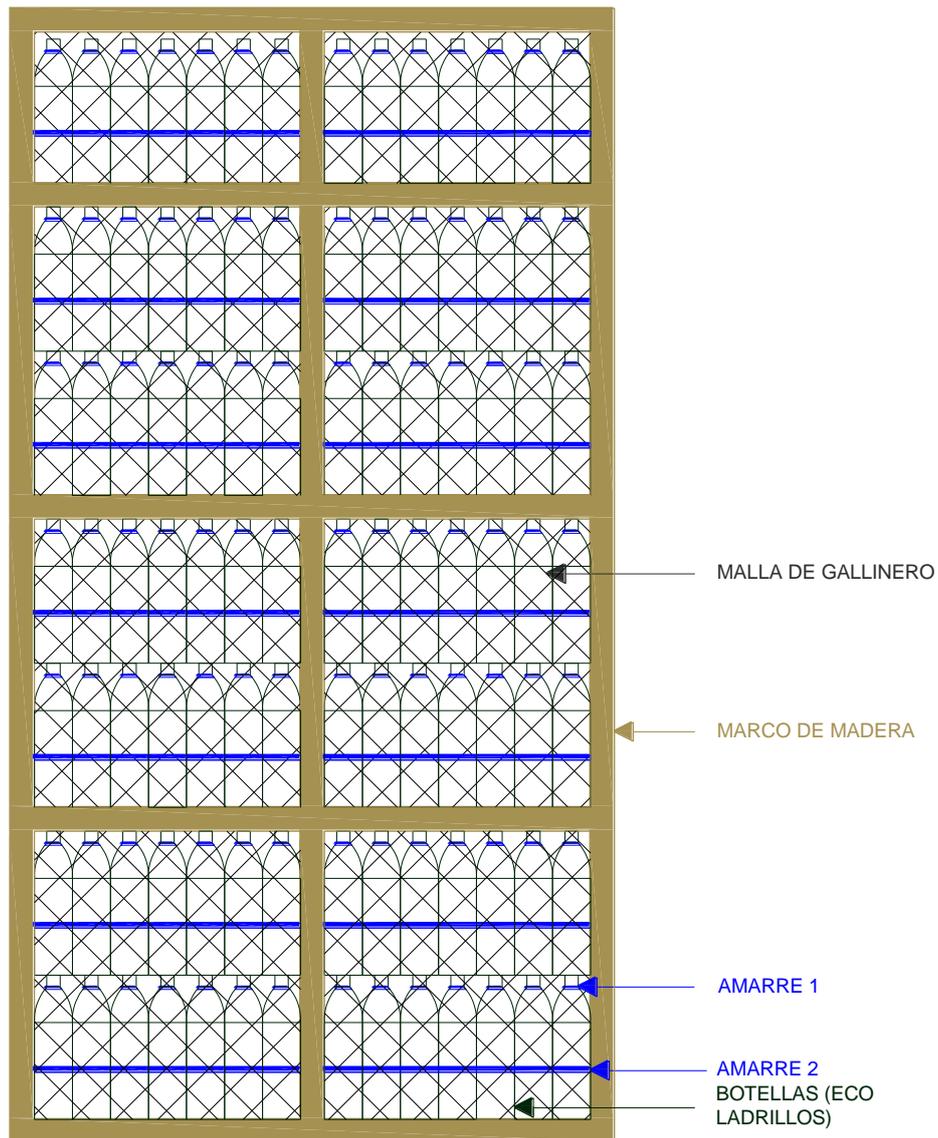


Figura 31 Estructura con malla de gallinero.

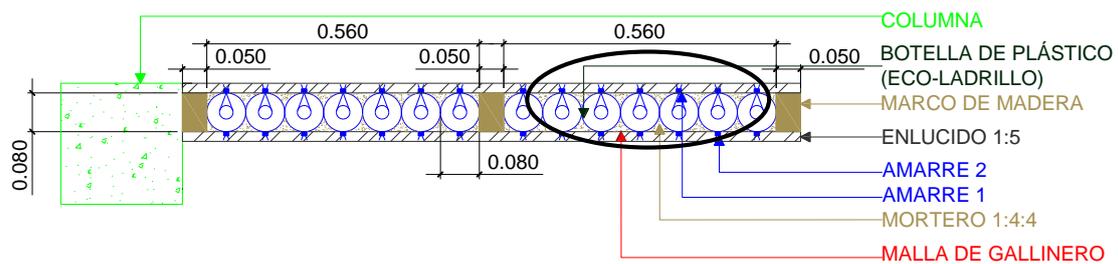
La hilera siguiente se realiza de la misma forma insertando el fondo de la botella en el pico del ecoladrillo inferior, aplicando el mismo patrón hasta completar la estructura. Una vez sujetas todas las botellas se cierra el otro lado del panel, fijando una malla de gallinero de las mismas medidas que la anterior, encerrando los eco ladrillos en el medio de estas, su función es de estabilizar a los Eco-ladrillos en su posición, reforzar el mampuesto y además permite la fijación del recubrimiento que se decida aplicar.



PANEL ECO LADRILLO

Figura 32 Muro vertical vista frontal.

Los segundos amarres se realizarán con alambre de construcción conectando la segunda malla con el pico de las botellas representándose se la siguiente manera:



VISTA SUPERIOR AMARRES

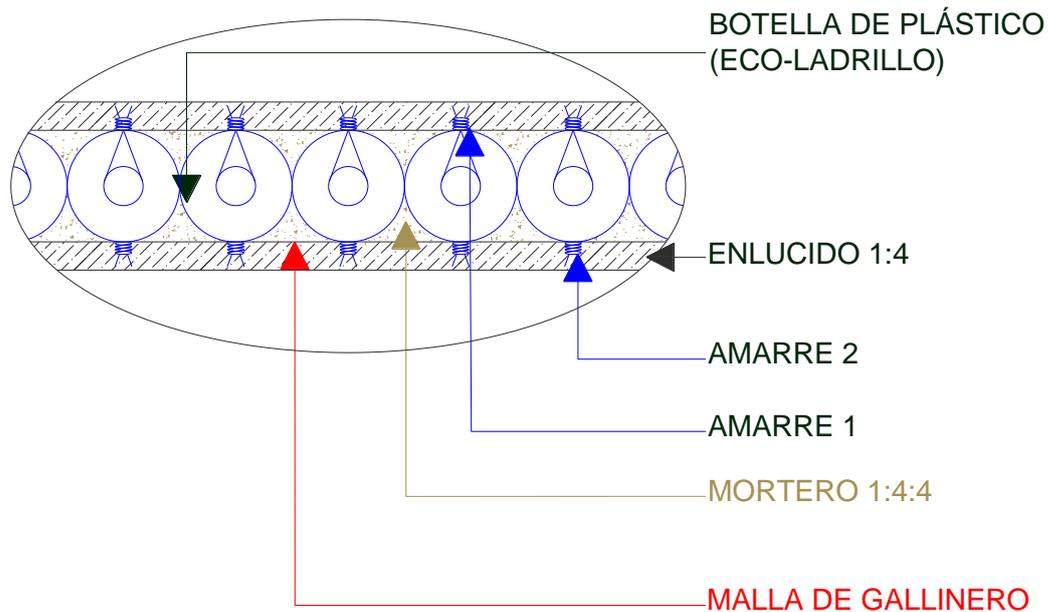


Figura 33 Amarre botellas vista superior.

Este proceso se resume en los siguientes pasos:

1. Construir el marco de madera, modulado correctamente según las especificaciones anteriores.
2. Colocar la malla de gallinero en una de las caras del marco, fijándola con clavos o grapas.
3. Incorporar los eco ladrillos en filas verticales encajando la tapa de la botella en el fondo de la siguiente y fijándose en la posición deseada con un amarre (un tercio) a la malla

4. Colocar se segunda malla encerrando a las botellas dentro del marco y fijándose igual que la primera, se finaliza su construcción con un amarre que une a la malla con el pico de las botellas.

Este proceso se resume de la siguiente forma:

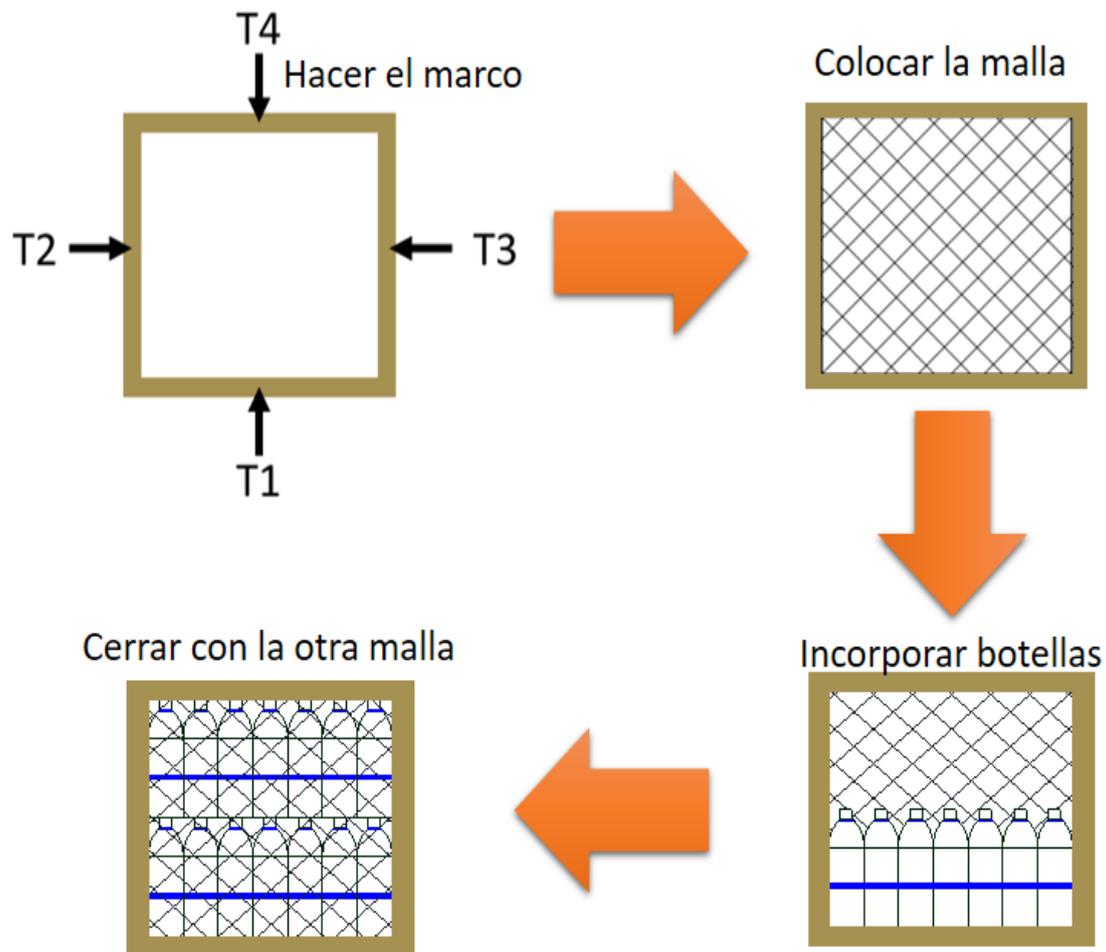


Figura 34 Proceso de elaboración del ecoladrillo

8.3 Instalaciones eléctricas

Constituyen una parte fundamental de la vivienda por lo que antes de comenzar a construir debe determinarse la ubicación de las mismas con el fin de adecuar el proceso constructivo tanto de manera vertical como horizontal, estableciendo así las medidas a tomar para empotrar los cajetines y tuberías eléctricas, proceso que se explica a continuación:

8.3.1 Proceso horizontal:

En la sección del mampuesto donde serán dispuestas las instalaciones eléctricas se construirá con una botella más pequeña en el área destinada al cajetín y las tuberías estará ubicada al nivel de la tapa de la botella, sujetándose de la misma con piola (3mm) representada de la siguiente forma:

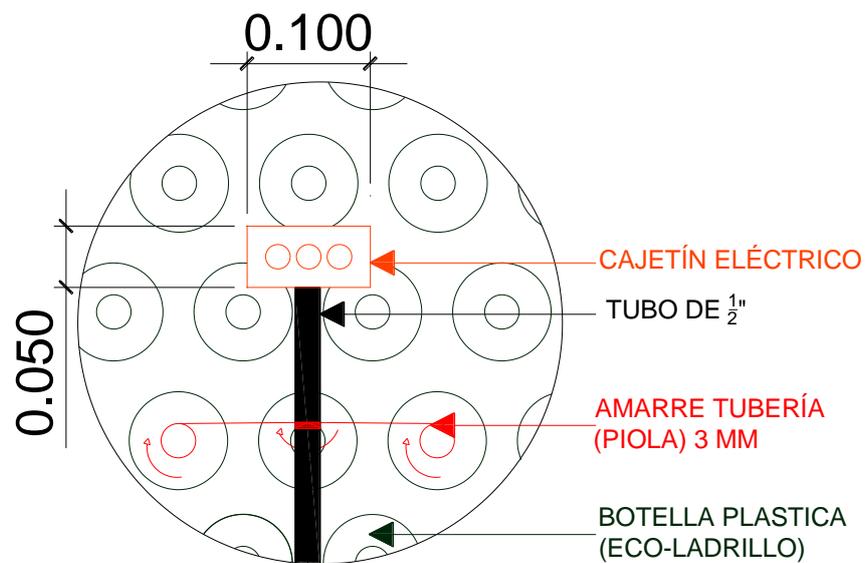


Figura 35 Tubo y cajetín eléctrico vista frontal.

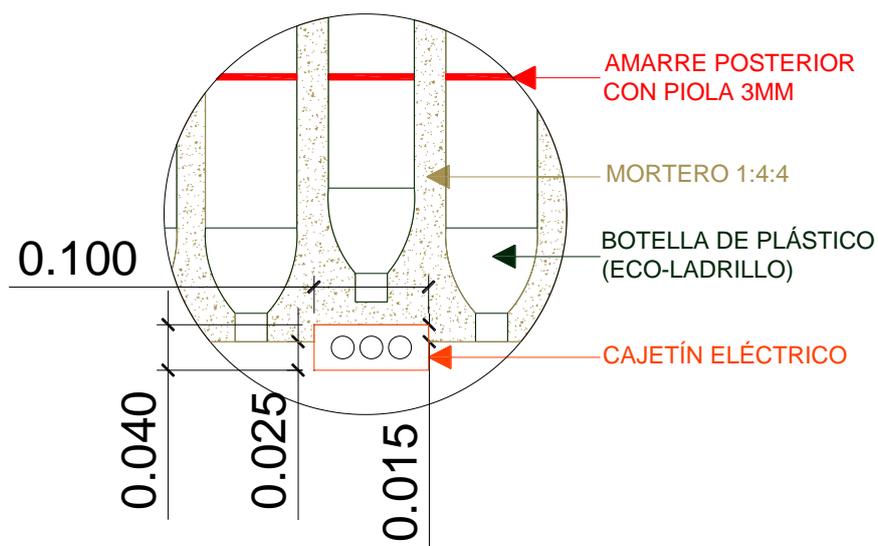


Figura 36 Cajetín eléctrico vista superior

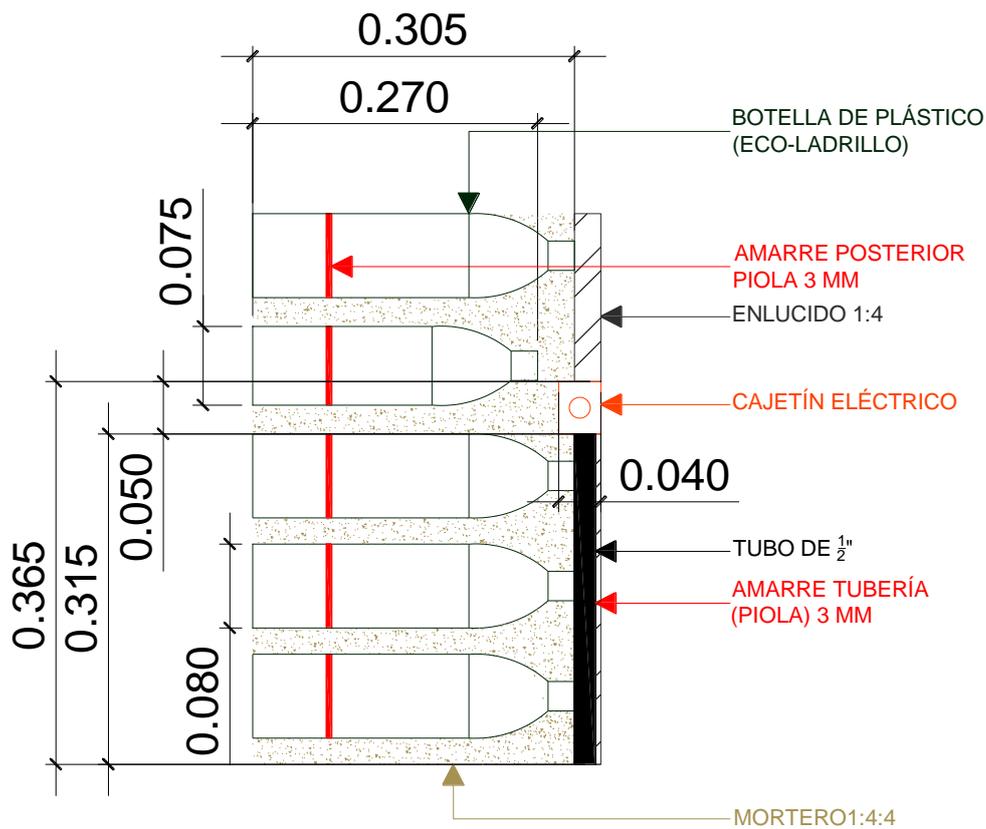


Ilustración 1 Cajetín eléctrico vista lateral

Los espacios vacíos que existan entre las instalaciones eléctricas y el mampuesto serán rellenos con el mismo mortero utilizado en la construcción de los muros.

8.3.2 Proceso vertical:

Para instalar estas tuberías, se dispondrán en el área destinada a estas instalaciones una botella de menor diámetro a la estándar dentro del marco, cuya superficie será el soporte de las tuberías eléctricas.

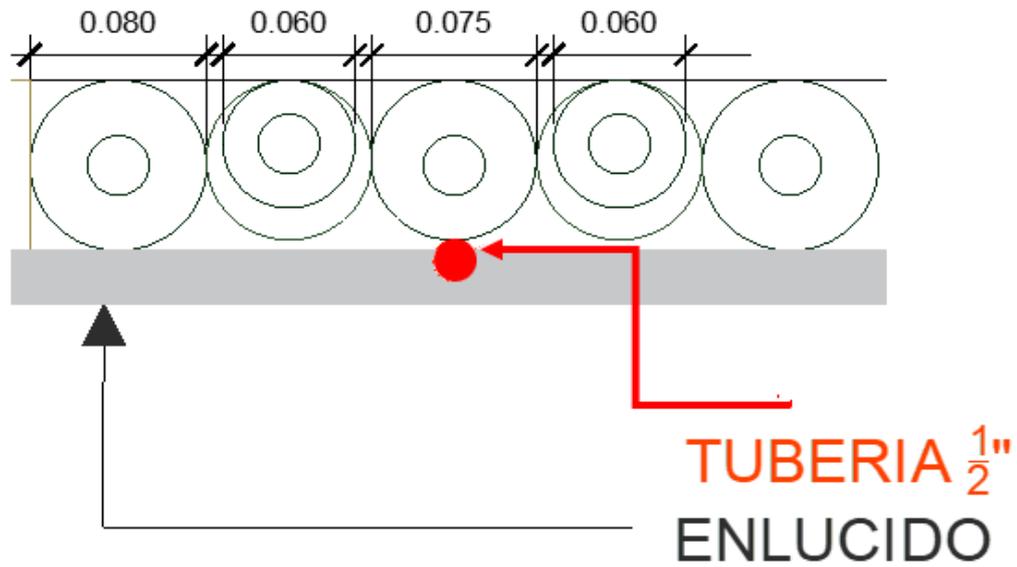


Figura 37 Posición de tuberías eléctrica en proceso vertical

Sobre esta botella se colocará una de menor diámetro aun para incorporar el cajetín de electricidad, aprovechando el espacio que permite la diferencia de tamaño, la malla será cortada para este tipo de instalaciones y posteriormente amarrada a las tuberías, representando este proceso con la siguiente ilustración:

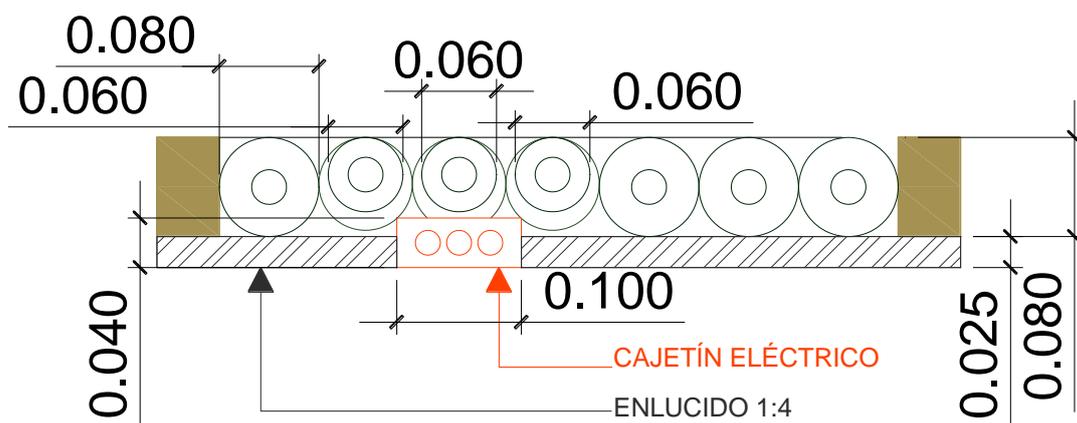


Figura 38 Cajetín eléctrico vista superior

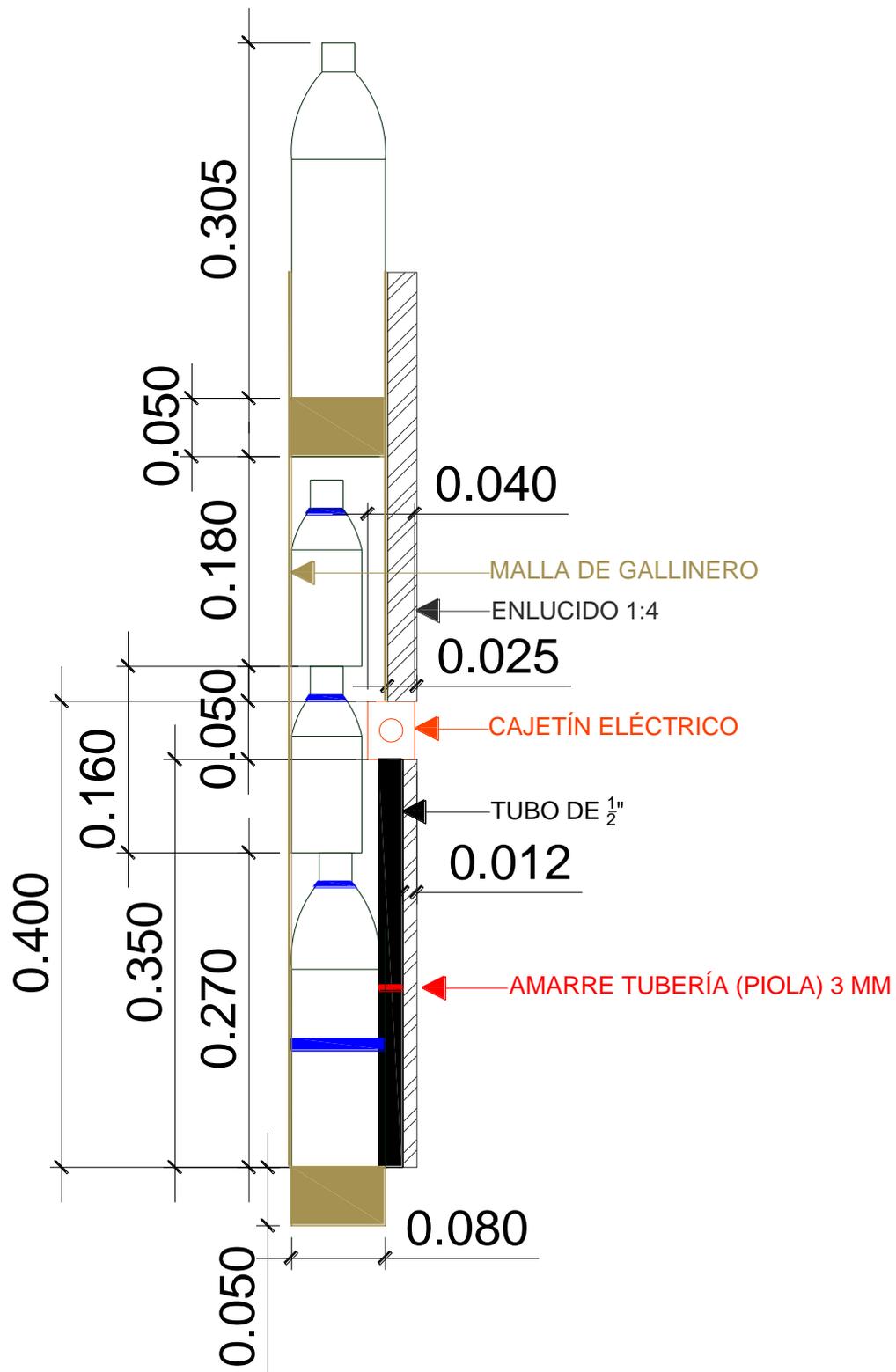


Figura 39 Cajetín eléctrico vista lateral.

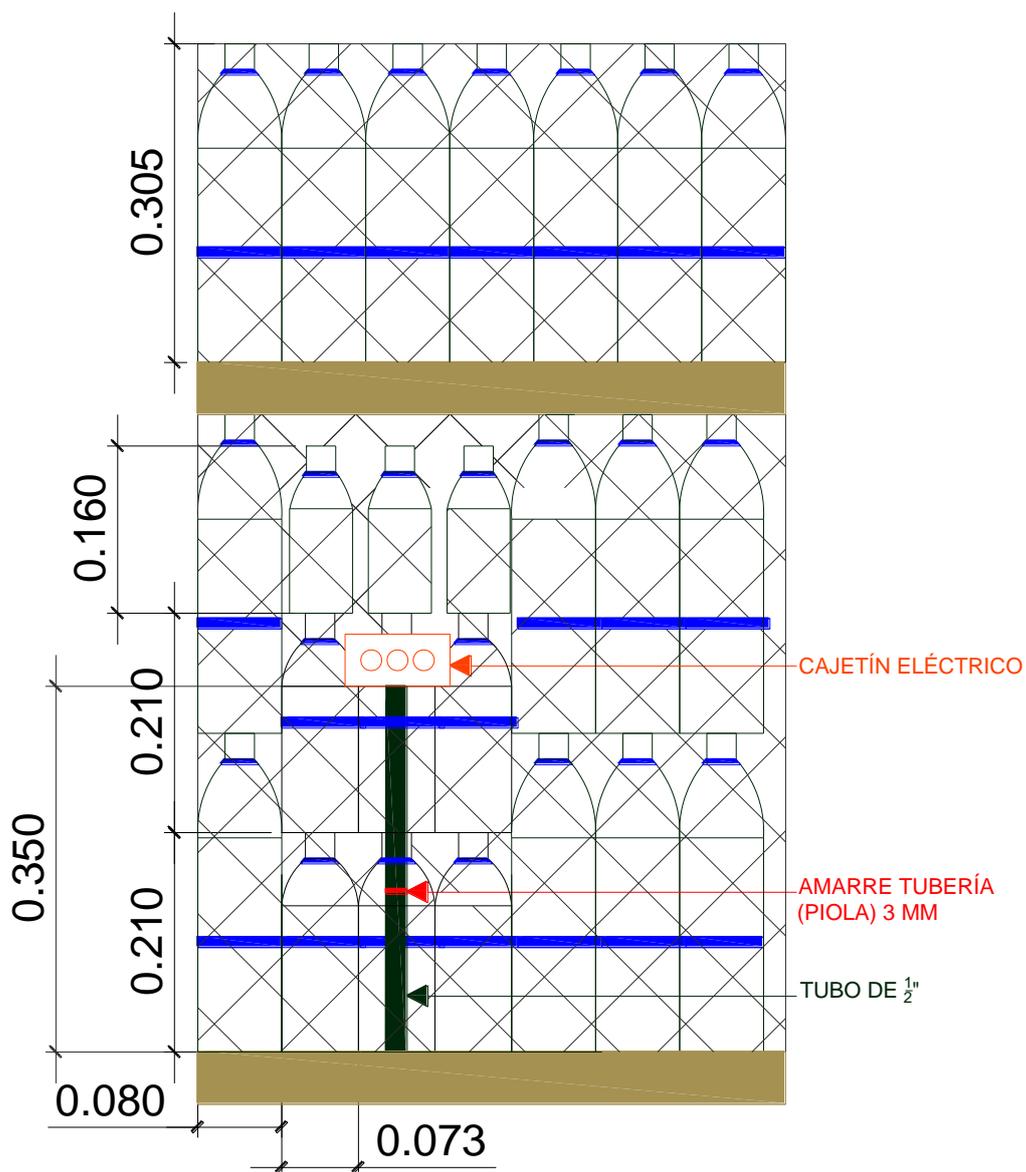


Figura 40 Tubo y cajetín eléctrico vista frontal.

8.4 Instalación de tuberías de agua potable

En las instalaciones de tuberías de aguas blancas se utilizará la misma técnica que en las eléctricas, recordando que en los puntos de agua debe quedar un codo o sección de la tubería por fuera del enlucido con el fin de facilitar la posterior instalación de grifería, ilustrados de la siguiente manera:

8.4.1 Proceso horizontal:

Es idéntica a la instalación de tuberías eléctricas, diferenciadas únicamente por la toma que se dispone por fuera del enlucido

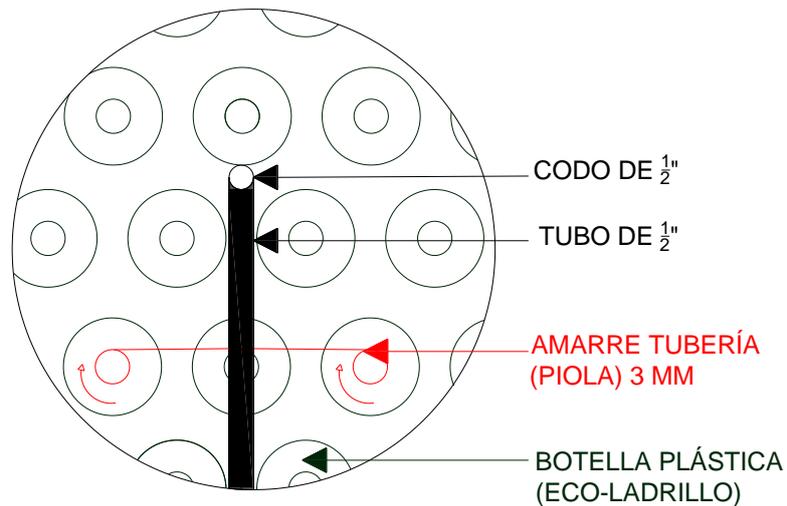


Figura 41 Tubería de agua blanca vista frontal.

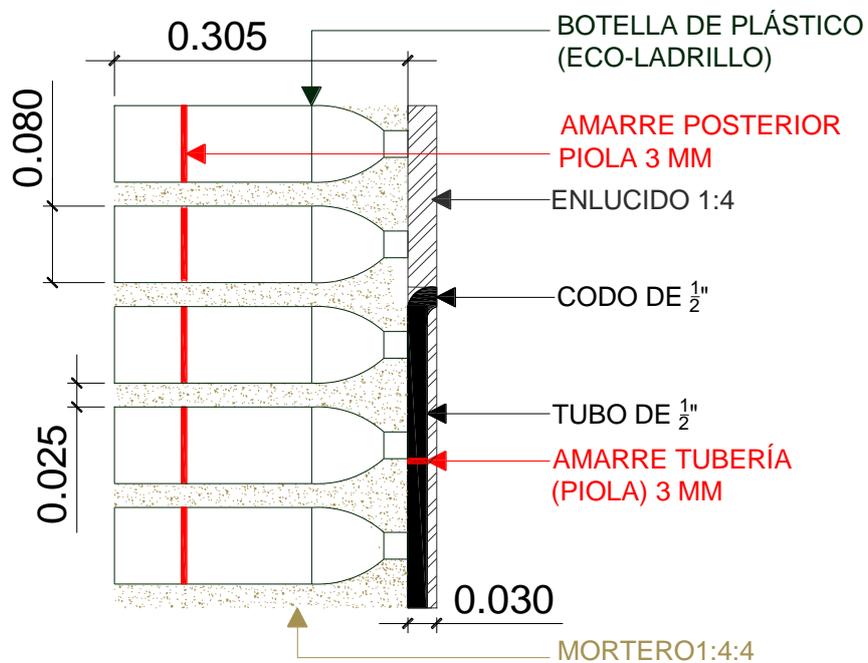


Figura 42 Tubería de agua blanca vista lateral.

8.4.2 Proceso vertical:

Al igual que para instalar tuberías eléctricas se dispondrá de una botella de menor diámetro dentro del marco en el área designada y sobre estas se fijarán con alambre de construcción como se representa a continuación:

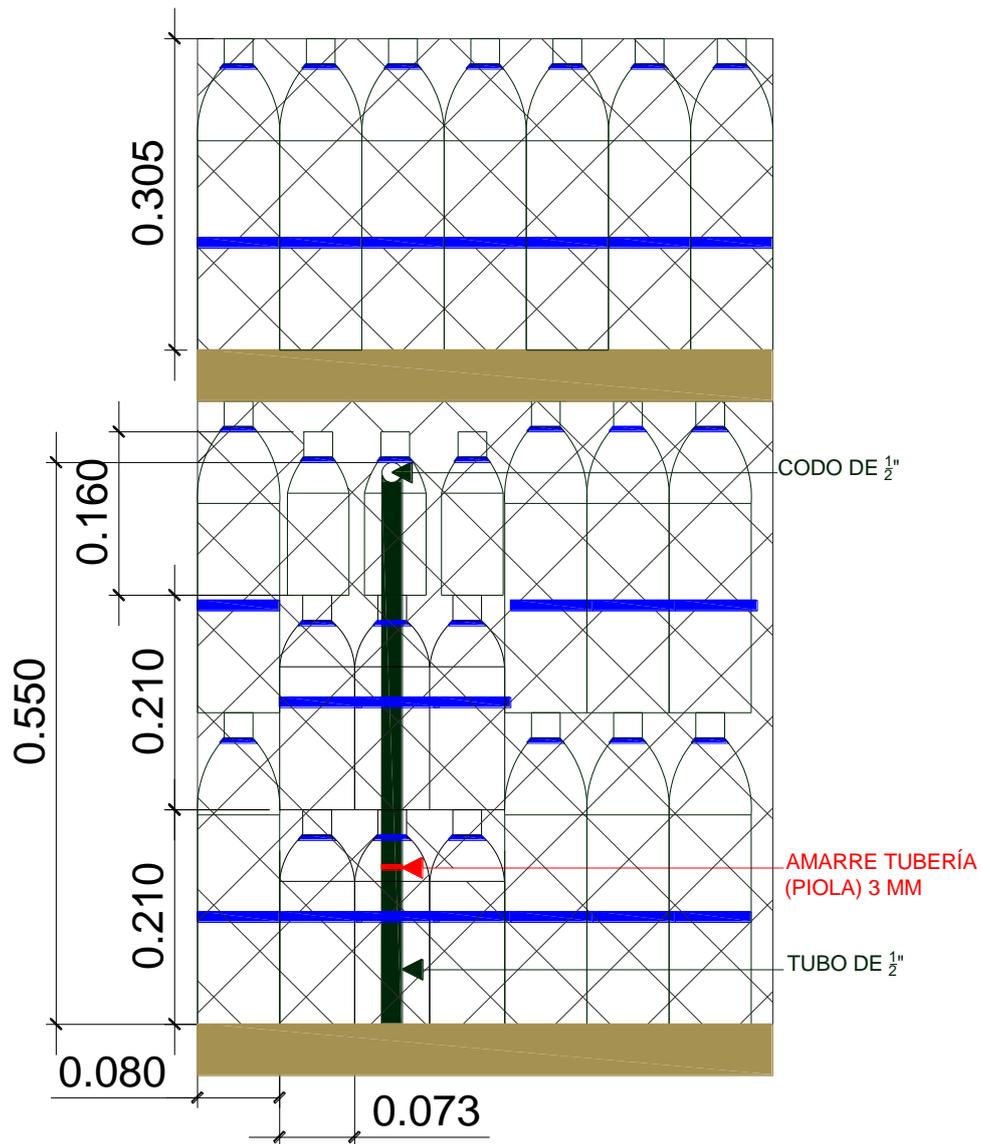


Figura 43 Tubería de agua blanca vista frontal

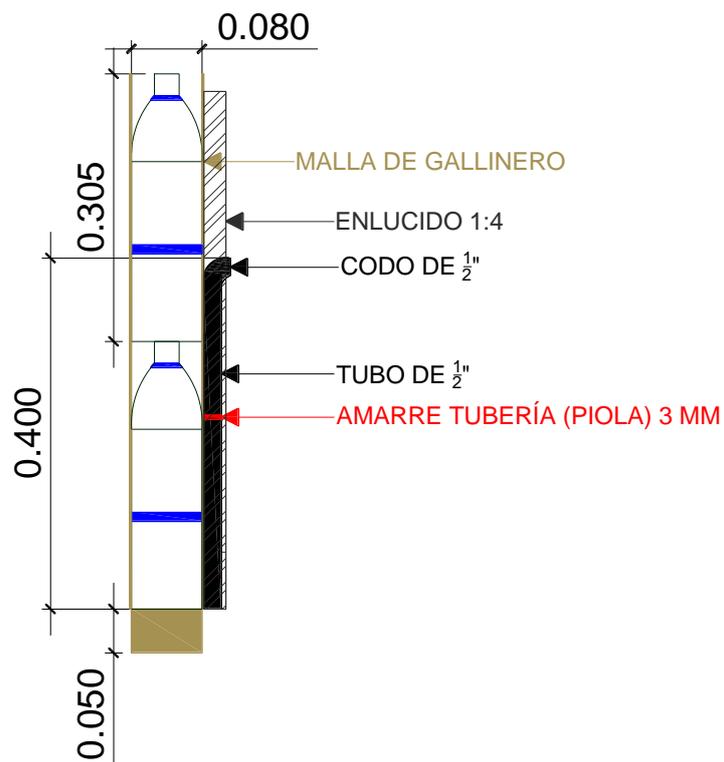


Figura 44 Tubería de agua potable vista lateral Vertical

8.5 Tuberías de desagüe

Las tuberías de desagüe que serán incorporadas en este mampuesto alternativo serán para el lavamanos, lavaplatos y lavanderías, su instalación se clasifica en proceso vertical y horizontal que son descrita de la siguiente forma:

8.5.1 Proceso horizontal:

Al igual que en la instalación de cajetines eléctricos el lugar destinado a las tuberías de desagüe será construido con botellas más pequeñas al menos 0,05m en relación a la estándar, dado a que este es el diámetro de la tubería la cual

será amarrada con piola, para su posterior recubrimiento con enlucido. Ilustrándose de la siguiente manera:

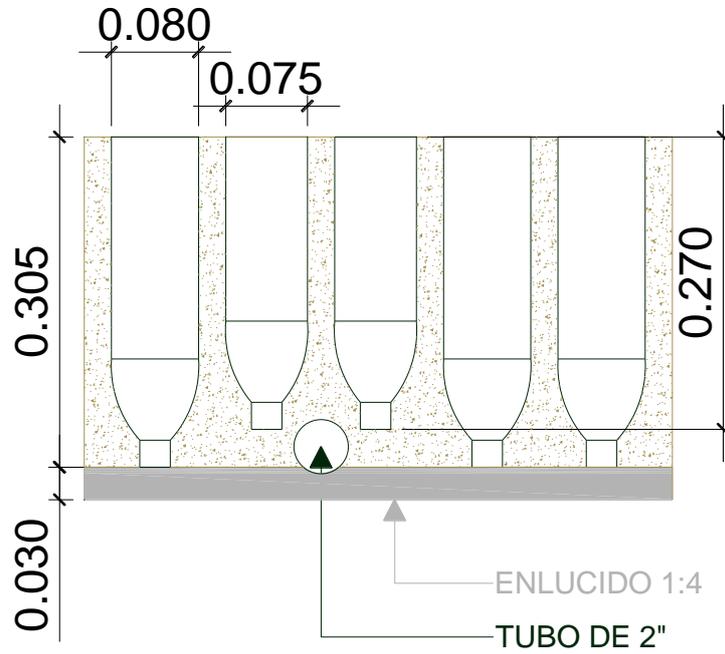


Figura 45 Tubería de agua servida vista superior

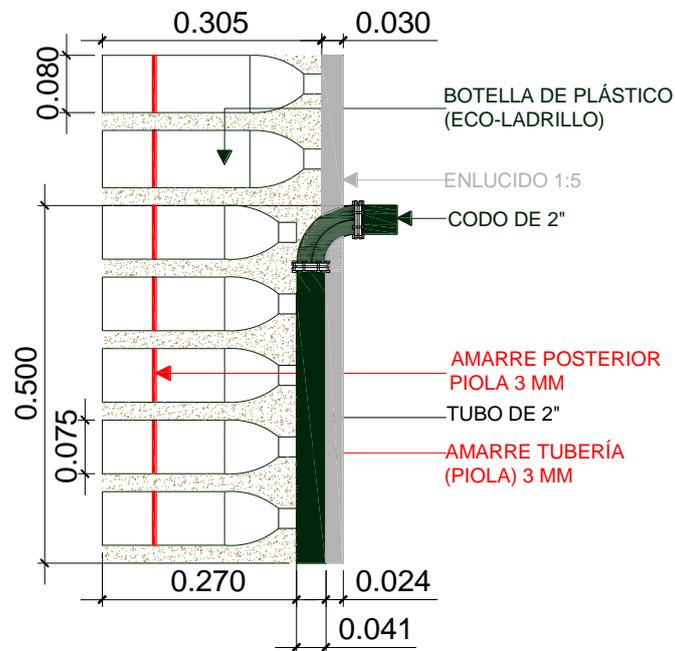


Figura 46 Tubería de agua servida vista lateral

8.5.2 Proceso vertical:

Este proceso será realizado construyendo con botellas del mismo diámetro que las utilizadas para la instalación de cajetines y en el espacio de la curva entre estas botellas será dispuesta la tubería de 2", fijándose con alambre a dichas botellas para posteriormente cubrir el área que sobresale del marco con enlucido, tal como se muestra en las siguientes imágenes:

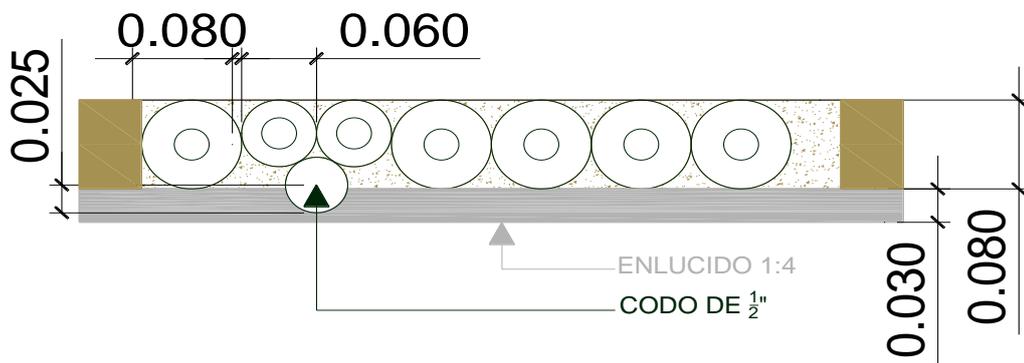


Figura 47 Tubería de agua servida vista superior

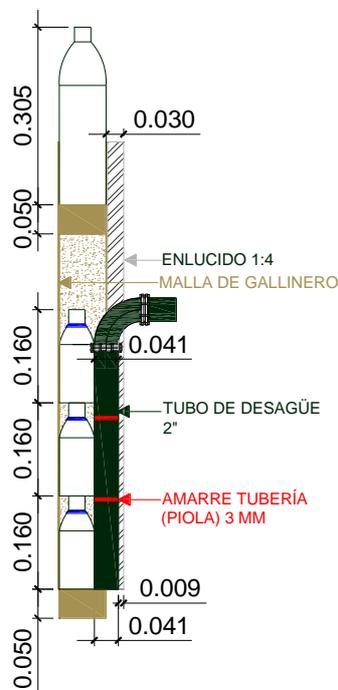


Figura 48 Tubería de agua blanca vista lateral.

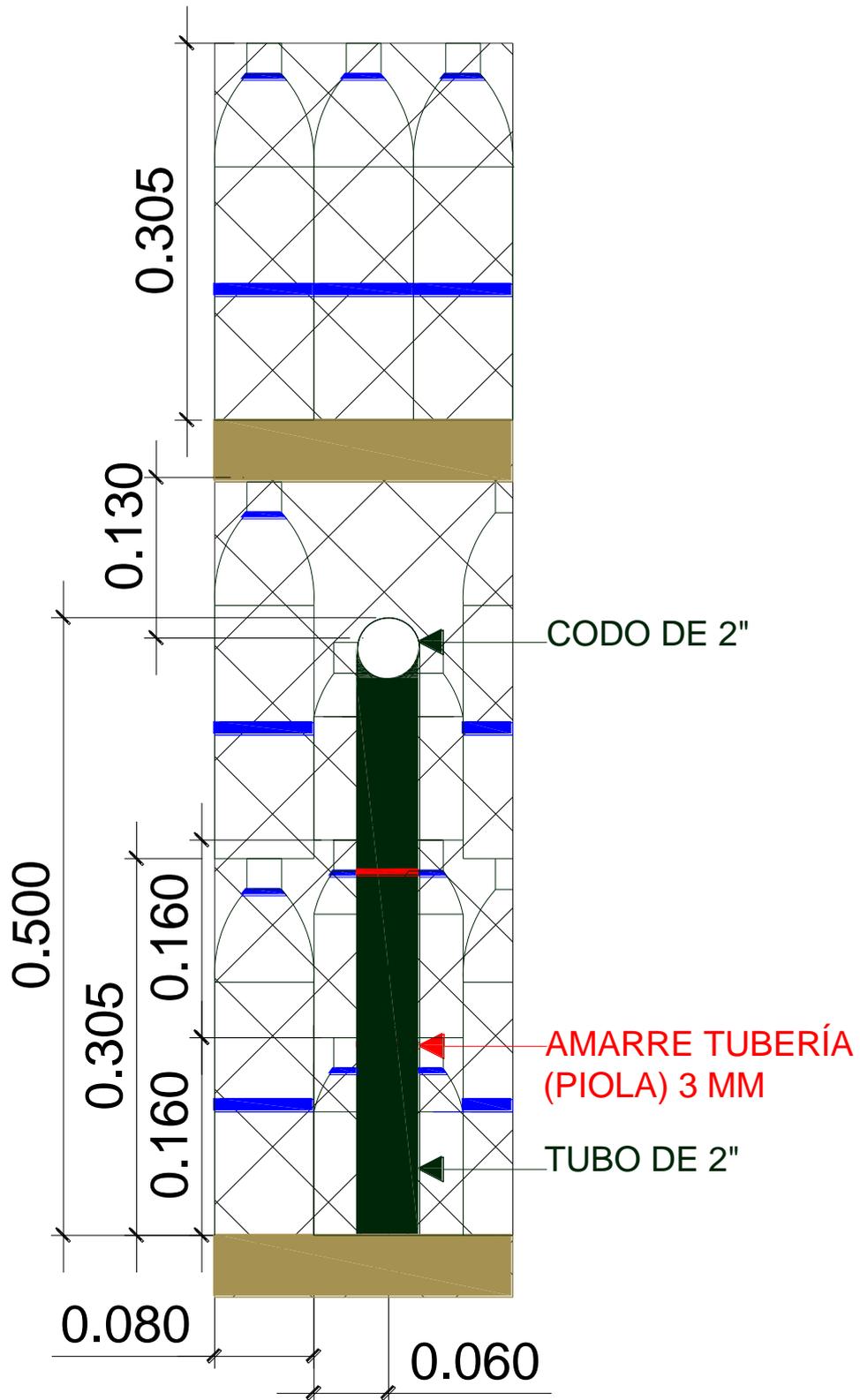


Figura 49 Tubería de agua servida vista frontal

8.6 Instalación de lavamanos.

En el proceso de construcción de la estructura, se realizarán las instalaciones hidrosanitarias de manera convencional, exceptuando la instalación del lavamanos ya que será empotrado, y considerando la composición del mampuesto debe realizarse de la siguiente forma:

8.6.1 Proceso horizontal:

En este proceso se construirá en la ubicación destinada al lavamanos con botellas más pequeñas con el fin de incrustar una tabla de madera resistente, con un espesor de 0.05m y medidas acordes al tamaño del lavamanos la cual sostendrá la pieza sanitaria, fijándose al mampuesto con tornillos, proporcionándole la estabilidad necesaria para resistir el peso de la pieza sanitaria; el enlucido del mampuesto debe quedar al mismo nivel que la superficie de la tabla, representándose de la siguiente manera:

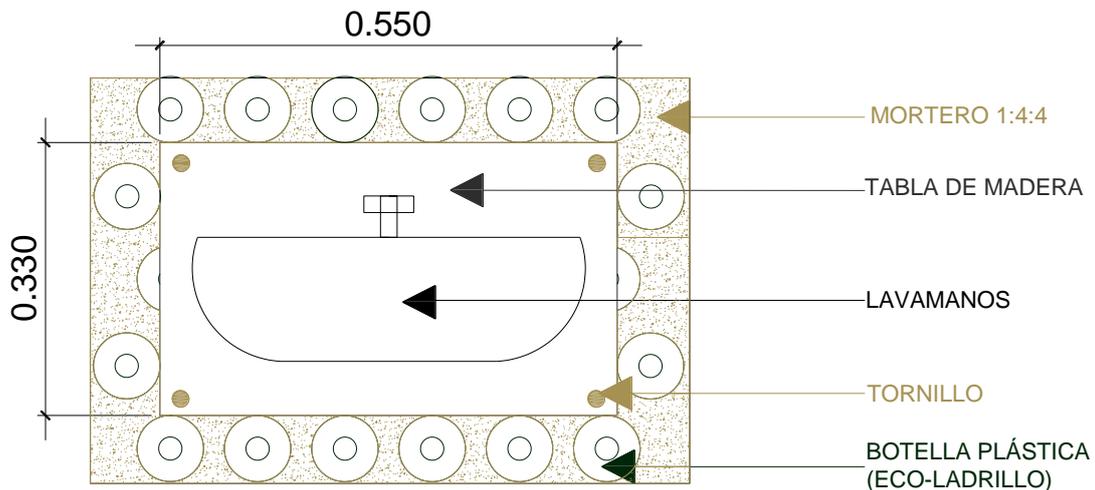


Figura 50 Lavamanos vista frontal

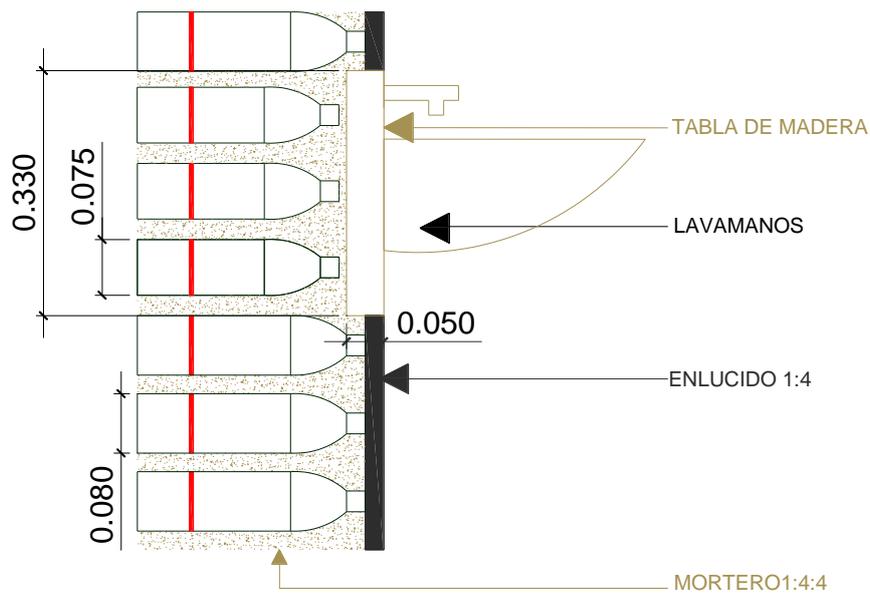


Figura 51 Lavamanos vista lateral

8.6.2 Proceso vertical:

La instalación del lavamanos en el proceso vertical se realizará de manera tradicional sobre el enlucido, gracias a que estará reforzado por la malla, proporcionándole la fuerza necesaria para sostener la pieza; representándose con la siguiente ilustración:

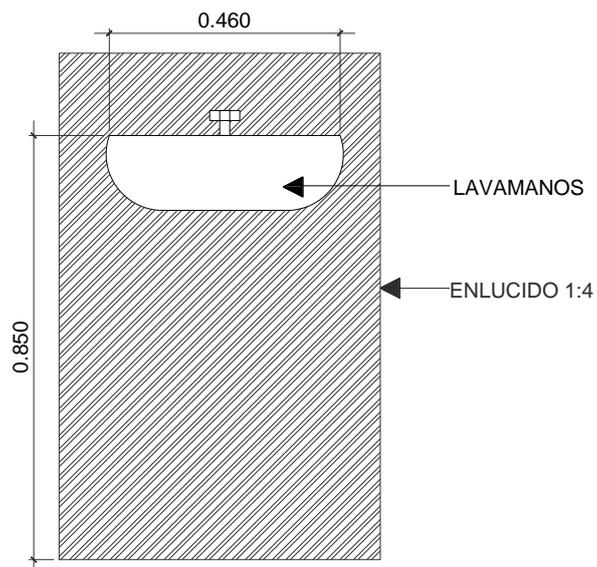


Figura 52 Lavamanos vista frontal

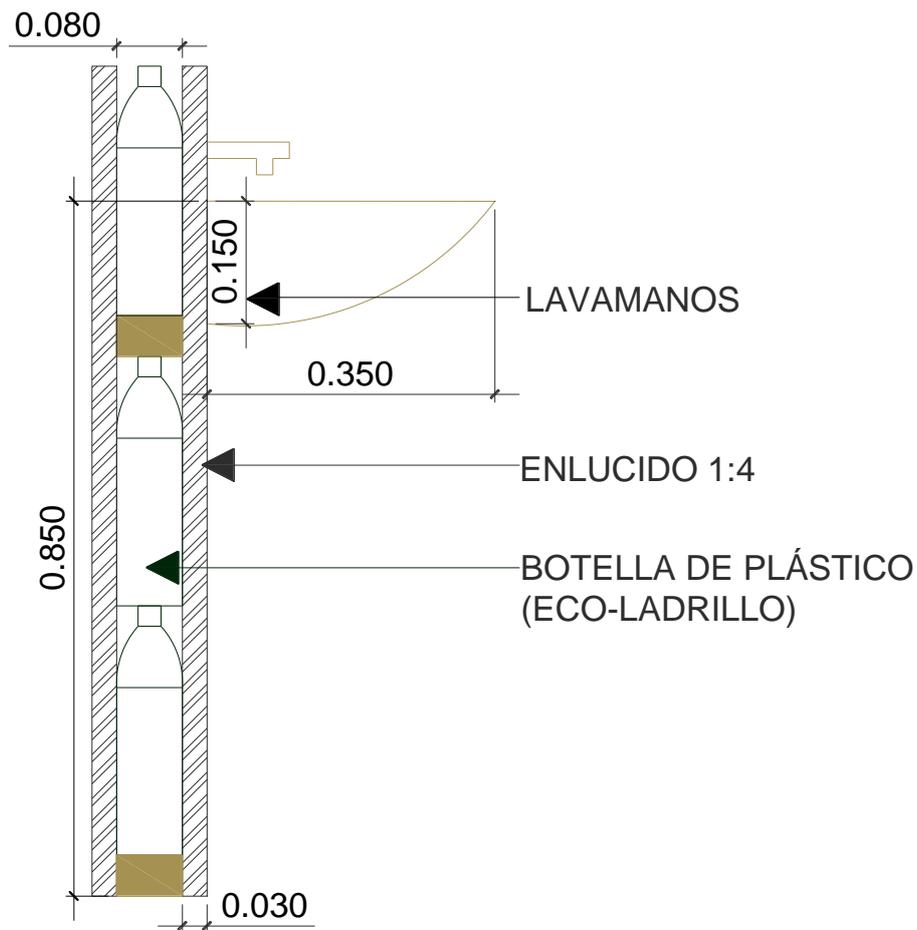


Figura 53 Lavamanos vista lateral

Es importante seguir estas recomendaciones durante esta instalación:

1. Las tuberías quedaran por debajo del recubrimiento de las paredes.
2. El sanitario se instalará, tomando en cuenta el sistema de desagüe establecido previamente
3. Todos estos procedimientos siguiendo los detalles constructivos del plano establecido y estudiado previamente.

8.7 Enlucidos y acabados

Construidos los mampuestos se realizan los revestimientos y acabados, que aportan estética y protección frente a la humedad y el calor, mejorando su resistencia. Es común en este tipo de construcciones que se dejen descubiertas algunas partes de la estructura mostrando con que fueron realizadas, incentivando a la comunidad a construir de la misma manera y creando una conciencia ecológica en la población.



Figura 54 Casa con muro horizontal.

Tomado de: Espinosa, 2016.

Para su recubrimiento se realiza una mezcla de cemento y arena en proporción 1:4, obteniendo un mortero poco espeso; logrando una adherencia óptima entre la unión de la malla de gallinero y el plástico de los envases en el proceso vertical, evitando usar cal en la primera mano de este recubrimiento con el fin de evitar la corrosión; esta misma preparación es utilizada para rellenar los espacios vacíos existentes en el mampuesto tanto en el proceso vertical como en el proceso horizontal a los que posteriormente se les agregará el enlucido y dará forma al mampuesto.



Primera mano de enlucido realizado con cemento y arena 1:4. Este fundamentalmente se realiza para terminar de rellenar espacios vacíos

Figura 55 Casa con muro horizontal y enlucido de cemento-arena 1:4.

Tomado de: Heisse, 2011

Terminando este proceso se inicia con la aplicación de la segunda mano que nos dará paso al enlucido final, se recomienda que sea un poco más espesa con las mismas proporciones de la primera aplicación.



Segunda mano de enlucido realizado con cemento y arena 1:4. Este fundamentalmente se realiza para tener una superficie semi plana y luego colocar el enlucido final.

Figura 56 Casa con muro horizontal y enlucido de cemento-arena, 1:4.

Tomado de: Heisse, 2011

A este mampuesto se pueden aplicar 2 tipos de acabados: el común o el arenoso, su selección dependerá de la disposición de cada constructor:

8.7.1 Acabado común:

Está compuesto por una combinación de cemento y tierra, por lo que es de fácil acceso para las comunidades rurales y se conforma por una mezcla de

proporción 1:4 a la cual se agregará agua hasta obtener una consistencia moldeable, aplicándose dos manos de manera tradicional al mampuesto.



Terminado de enlucido común, realizada a base de una mezcla de cemento y tierra, 1:4.

Figura 57 Casa con muro vertical y enlucido de común, 1:4.

Tomado de: Heisse, 2011

8.7.2 Acabado arenoso:

este se aplica igual que el acabado de común, diferenciándose por su conformación de cemento y arena en proporción 1:4 en el cual es recomendado usar algún impermeabilizante, por lo que al no contener cal y su constante exposición al sol tiende a rajarse.



Terminado arenoso. Realizado a base de una mezcla de cemento y arena 1:4.

Este se compone de las dos primeras manos de enlucido cemento-arena 1:4. Sobre el cual va el terminado final.

Figura 58 Casa con muro vertical y enlucido arenoso, 1:4.

Tomado de: Heisse, 2011

9. Proceso de elaboración del prototipo

Con la finalidad de comprobar los estudios se construirá un prototipo el cual será tomado como referencia para determinar propiedades como: peso, resistencia, medidas, cantidades y sus dimensiones como mampuesto el cual se especifica a continuación:

9.1 Materiales recolectados

Los materiales recolectados fueron botellas de gaseosa plásticas de PETE 1, cajas tetra pack de jugo, cajas de cartón de cereales y crema dental, fundas plásticas con agarraderos, fundas de leche, fundas de yogurt, fundas de avena, sorbetes, tubos de crema de diente, envolturas de aluminio de caramelos y golosinas, empaques de arroz, fideos y azúcar, fundas de pañales, rollos de cartón de papel higiénico, recipientes de lavavajillas, cartones de huevos y cubetas de huevos plásticas.



Figura 59 Recolección y clasificación de los materiales utilizados

9.2 Construcción del prototipo

Siguiendo los lineamientos para la construcción del ecoladrillo se procede a su fabricación mediante los siguientes pasos:

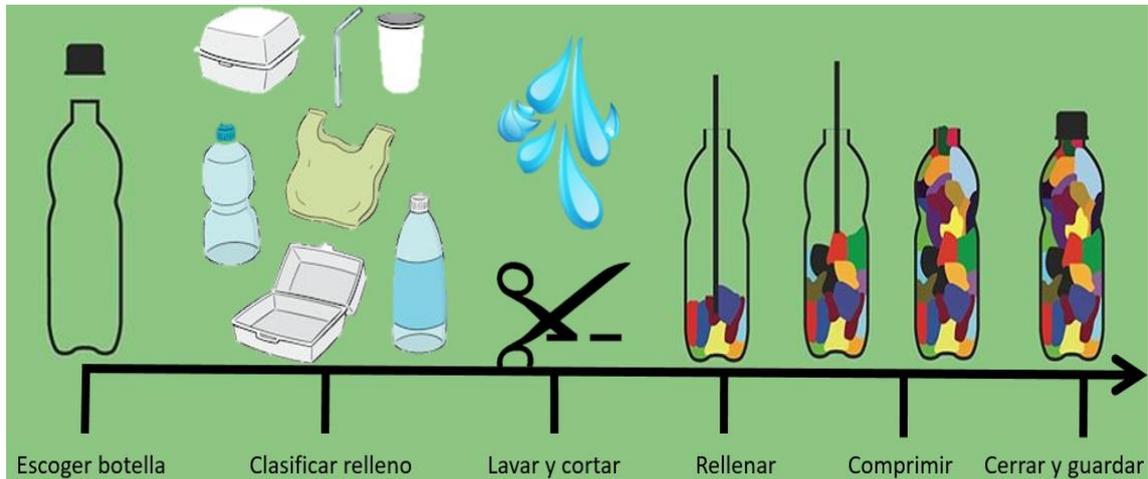


Figura 60 Proceso para elaborar un eco ladrillo

1. Escoger la botella: Tomando como referencia su tamaño y abundancia se escoge la botella PET de 1.14 L, la cual tiene un peso de 0,02 kg como recipiente; midiendo 0,0305 m de altura, 0,08 m de ancho, 0,08 m de profundidad y 0,028 m en el pico del recipiente.

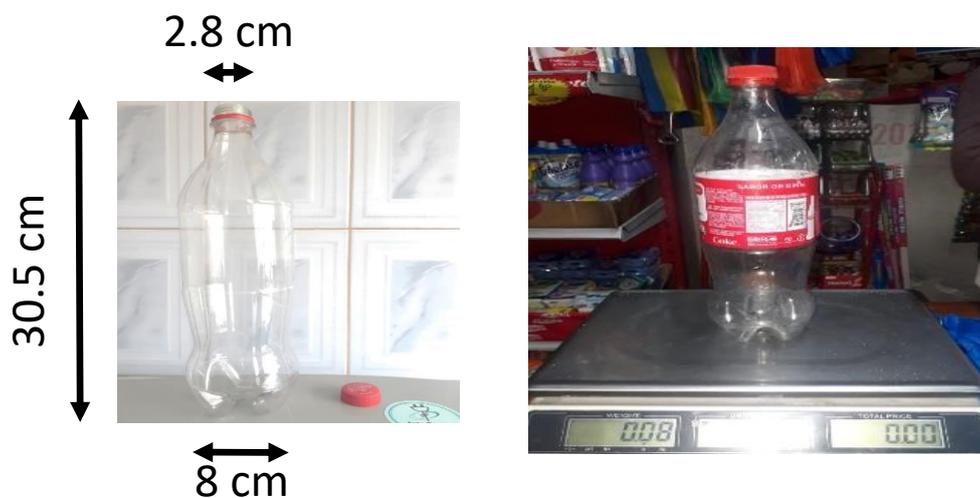


Figura 61 Selección y peso de la botella destinada a la construcción de prototipo

2. Recolectar el material de relleno: Mediante la clasificación de residuos pasticos en el núcleo familiar fue posible la recolección del relleno para el prototipo, el cual consta en rasgos generales de fundas de supermercado, sorbetes, envolturas de aluminio, cartones, fundas de alimentos y otras botellas plásticas.



Figura 62 Material recolectado para la confección del ecoladrillo

3. Procesar el material: Una vez dispuestos los materiales que conformaran el eco ladrillo, se procesaran para posteriormente destinarse al relleno de la siguiente manera:

- 3.1 Abrir los cartones, recipientes, fundas de alimentos al igual que todos los materiales que deben ser desarmados para su próxima limpieza.



Figura 63 Material recolectado para la confección del ecoladrillo

3.2 Lavar con agua y jabón al interior de los materiales, retirando cualquier desecho orgánico que existiese en el mismo, ya que al no ser eliminados podrían acelerar el proceso de descomposición del ecoladrillo afectando su funcionamiento.



Figura 64 Lavado y secado de los residuos

3.3 Limpios los materiales deben secarse sea al sol o con una toalla absorbente, esta ultima acelera el proceso de fabricacion.



Figura 65 Lavado y secado de los residuos

3.4 Abiertos, limpios y secos se procede a cortarlos en tiras o cuadros pequeños de manera que puedan ser introducidos a travez del pico de la botella.



Figura 66 Cortado de los materiales

4. Rellenar las botellas: Una vez procesado el material se introduce de manera manual al recipiente mediante el pico hasta que alcance aproximadamente el 75% de la botella



Figura 67 Llenado de botellas

5. Comprimir el relleno: Al introducir los elementos en la botella estos quedan desordenados y mal distribuidos en su interior por lo cual con un palo de madera o un objeto largo y delgado se empujan hacia el fondo de la botella con fuerza, comprimiéndoles y ocupando los lugares vacíos existente; una vez que este sólido y totalmente ocupado el fondo de la botella se procederá a llenar y comprimir las veces que sean necesarias hasta ocupar la totalidad del interior del recipiente, consiguiendo una consistencia totalmente sólida, que al apretarse no se deforme.



Figura 68 Compresión de botellas

6. Cerrar: Se cierra la botella con la tapa, para verificar su óptimo funcionamiento, se le aplica un peso aproximado de 80 kg sobre él en posición horizontal, y tras verificar que no se deforma se procede a su almacenamiento en un lugar fresco y seco para su posterior uso en la construcción.



Figura 69 Cierre y prueba de ecoladrillo

- Una vez terminado el ecoladrillo es pesado, con el fin de determinar la cantidad de desechos que se ocupan para conformación del mismo, representado en 435 gramos la totalidad del peso; si a este valor le restamos el peso del recipiente vacío (2g) resulta la cantidad de relleno necesario para su confección que son 433 gramos de residuos plásticos, misma cantidad que en su mayoría sería destinada a la contaminación ambiental, por lo que la construcción con este tipo de mampuesto además de disminuir costos propone un aporte considerable para reducir el calentamiento global



Figura 70 Pesado de ecoladrillo

Resumido este proceso en el siguiente esquema:

CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO

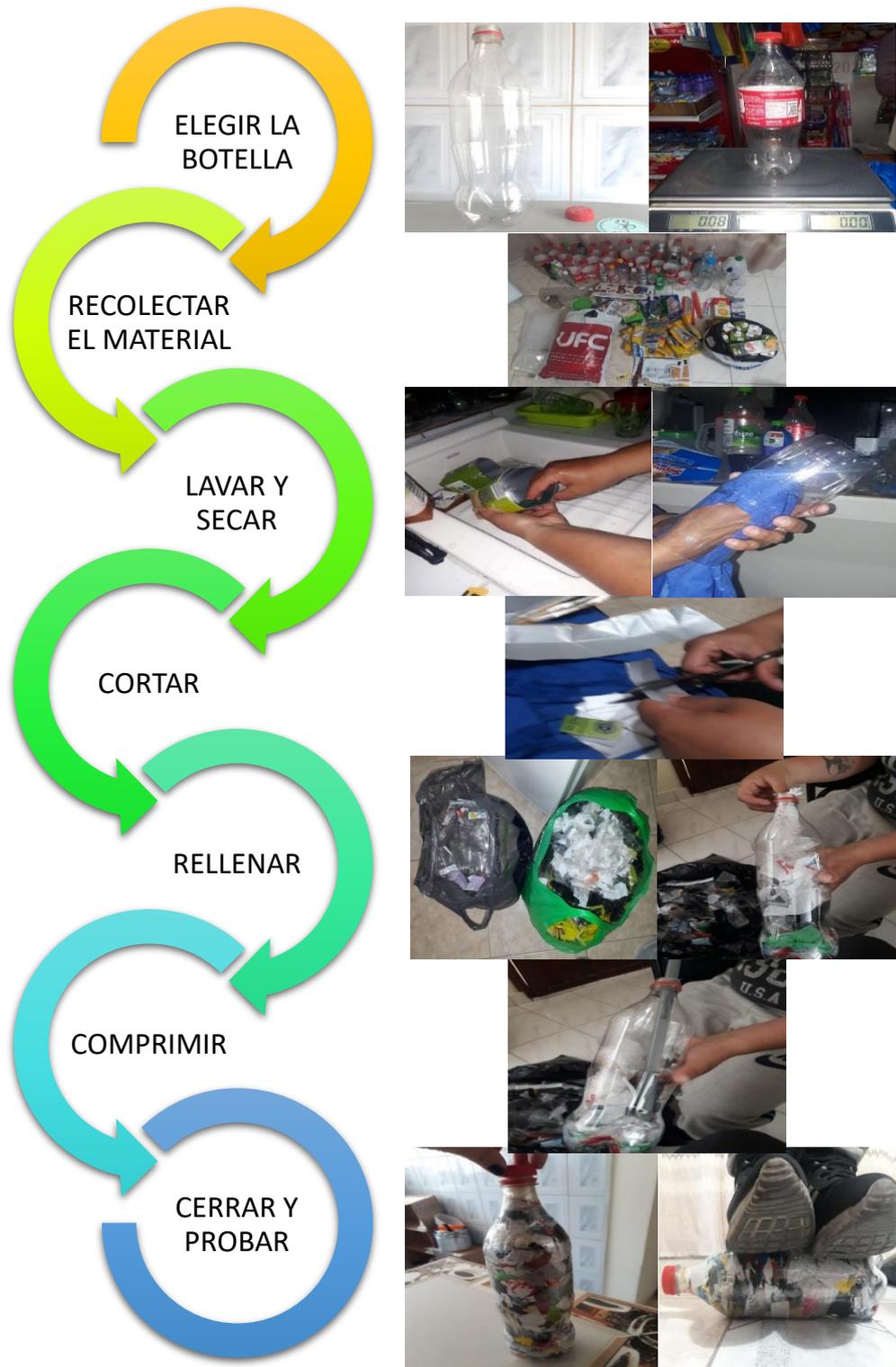


Figura 71 Construcción del prototipo

10. Análisis de costos

Con el fin de comparar al bloque tradicional con el ecoladrillo es fundamental determinar su valor tanto la unidad del ecoladrillo como el m² de una construcción con el mismo. Analizando el prototipo de 1140ml determinamos que una botella se conforma en su mayoría de plástico, incluyendo el recipiente y su respectiva tapa, el cual es comprado en las recicladoras comunitarias entre 0,30\$ y 0,50\$ promediándose en 0,40\$ cada kg de plástico, Sin embargo, en la mayoría de estas construcciones ecológicas estos materiales son recolectados en las comunidades donde se ejecutara el proyecto.

10.1 Precio del ecoladrillo

Para calcular el precio del ecoladrillo se aplica la siguiente formula:

Ecuación 1 Precio del ecoladrillo

Precio de kg de plástico X Peso del ecoladrillo = Precio del ecoladrillo

Tras aplicar esta fórmula obtenemos el precio del ecoladrillo

$$0,40 \times 0,435 = 0,174\$$$



Figura 72 Referencia en libras del peso de la botella vacía y llena

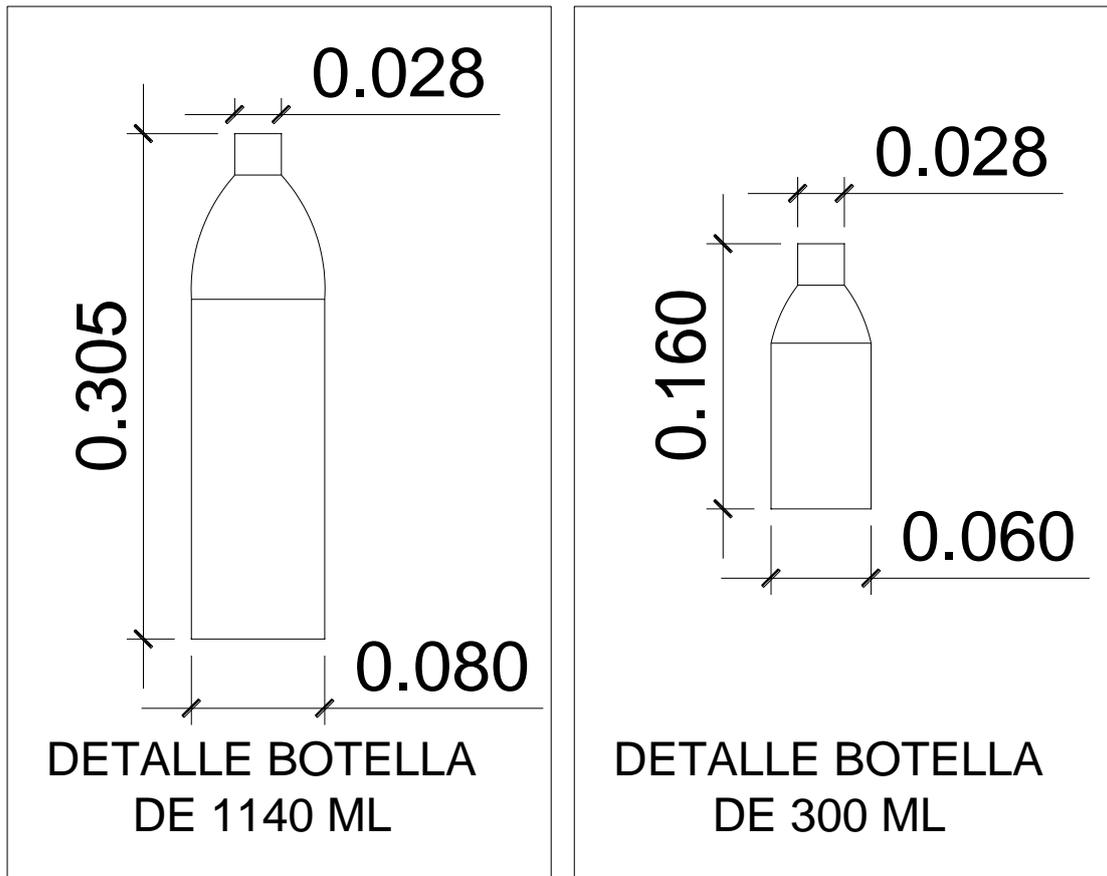


Figura 73 Medida botella 1140 ml y 300ml.



Figura 74 Referencia en libras del peso de la botella vacía y llena

Obteniendo un valor de 0,174\$ por ecoladrillo (1,14L) es calculado el precio de otros ecoladrillo utilizando otros recipientes de mayor o menor capacidad según su peso, definiéndose en la siguiente tabla:

Tabla 8 Valor del ecoladrillo según su capacidad

Capacidad de la botella	Peso	Valor
1500 ml	0,572 kg	0,23 \$
1140 ml	0,435 kg	0,17 \$
911 ml	0,349 kg	0,14 \$
600 ml	0,229 kg	0,09 \$
300 ml	0,145 kg	0,06 \$

Determinado el valor de cada ecoladrillo se procede a calcular el costo y peso del m² de construcción con este mampuesto según cada tipo de botella.

10.2 De un metro cuadrado

Según el tamaño de cada ecoladrillo se determina la cantidad empleada en el proceso de construcción de un m² tanto en orientación vertical como en el horizontal, obteniendo la información necesaria para calcular costos y funcionalidad de cada proceso constructivo. Este análisis determina la cantidad de botellas que ocupan un m² en ambos procesos y el peso por m² que puede calcularse aplicando la siguiente fórmula:

Ecuación 2 Peso de m²

$$\text{Cantidad de botellas en un m}^2 \times \text{Peso del ecoladrillo} = \text{Peso de un m}^2$$

Resumiéndose en la siguiente tabla:

Tabla 9 Peso por m² según capacidad del ecoladrillo

Capacidad	Peso	Cantidad	Peso por m ²
1500 ml	0,572 kg	V:30	V: 17.16 kg
		H:81	H: 46,33 kg
1140 ml	0,435 kg	V: 34	V: 14,79 kg
		H: 89	H: 38,72 kg
911 ml	0,349 kg	V:40	V: 13,96 kg
		H:100	H: 34,900 kg
600 ml	0,229 kg	V:51	V: 11,68 kg
		H:103	H: 23,59 kg
300 ml	0,145 kg	V: 85	V: 12,33 kg
		H: 135	H: 19,58 kg

10.3 Cantidad de botellas por m²

se pueden apreciar en los siguientes gráficos:

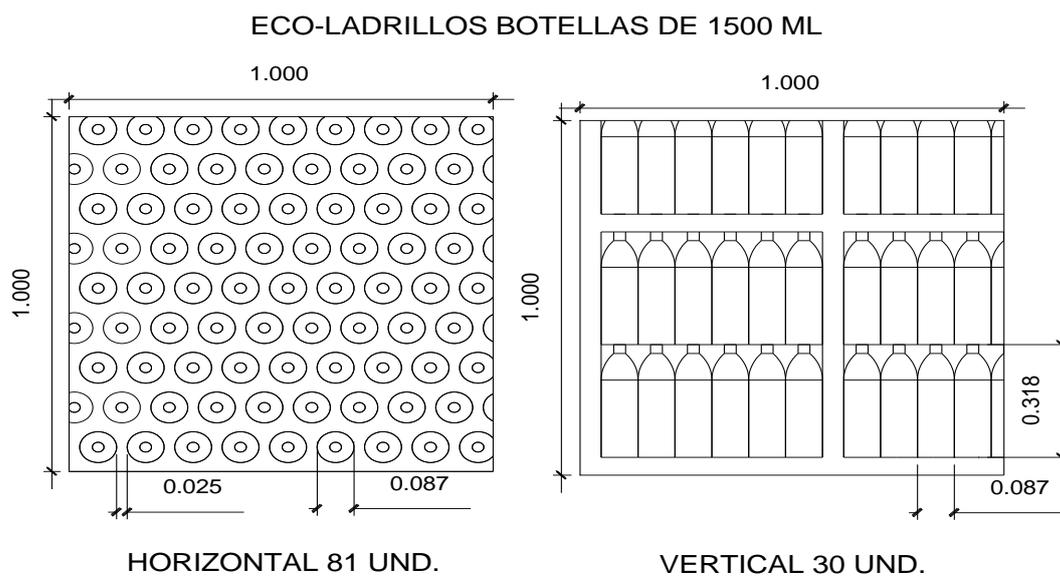


Figura 75 Muro botella de 1500 ml vista frontal

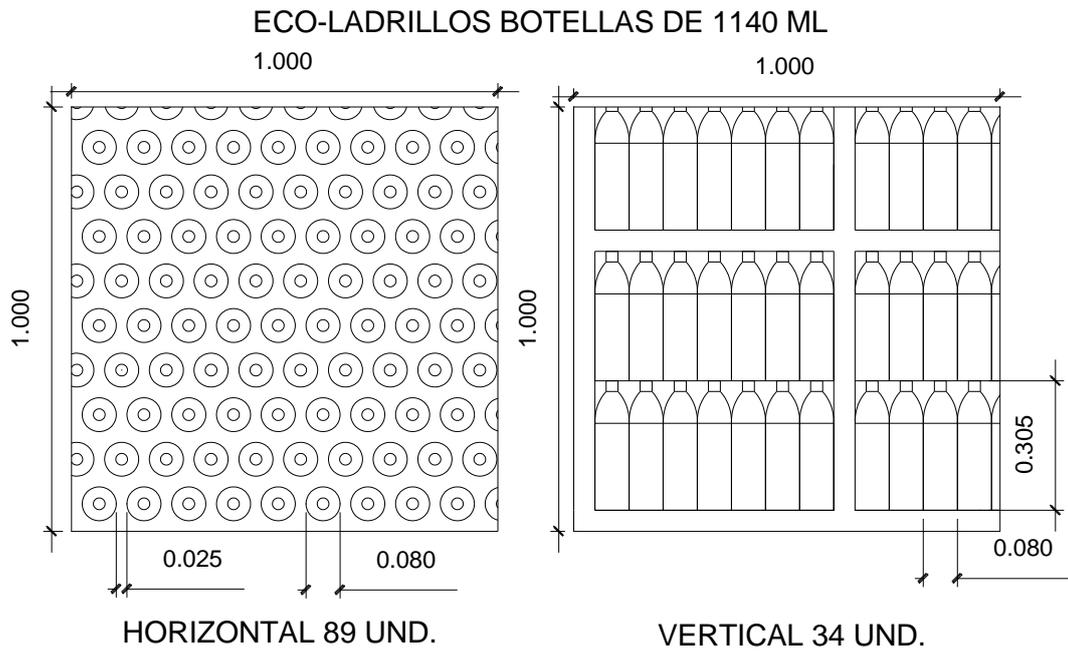


Figura 76 Muro botella de 1140 ml vista frontal.

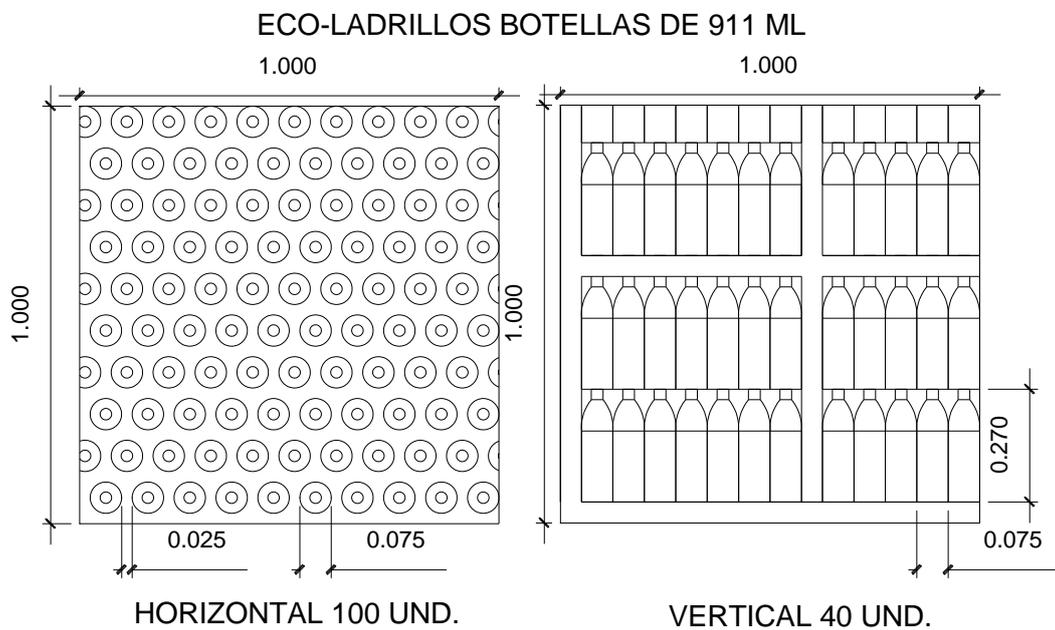


Figura 77 Muro botella de 911 ml vista frontal.

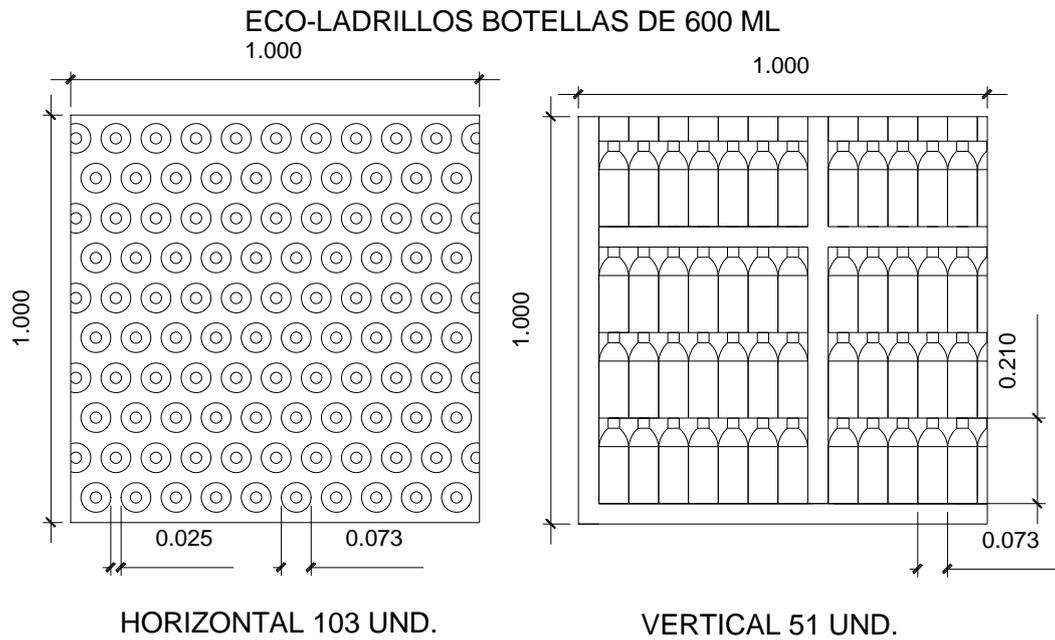


Figura 78 Muro botella de 600 ml vista frontal.

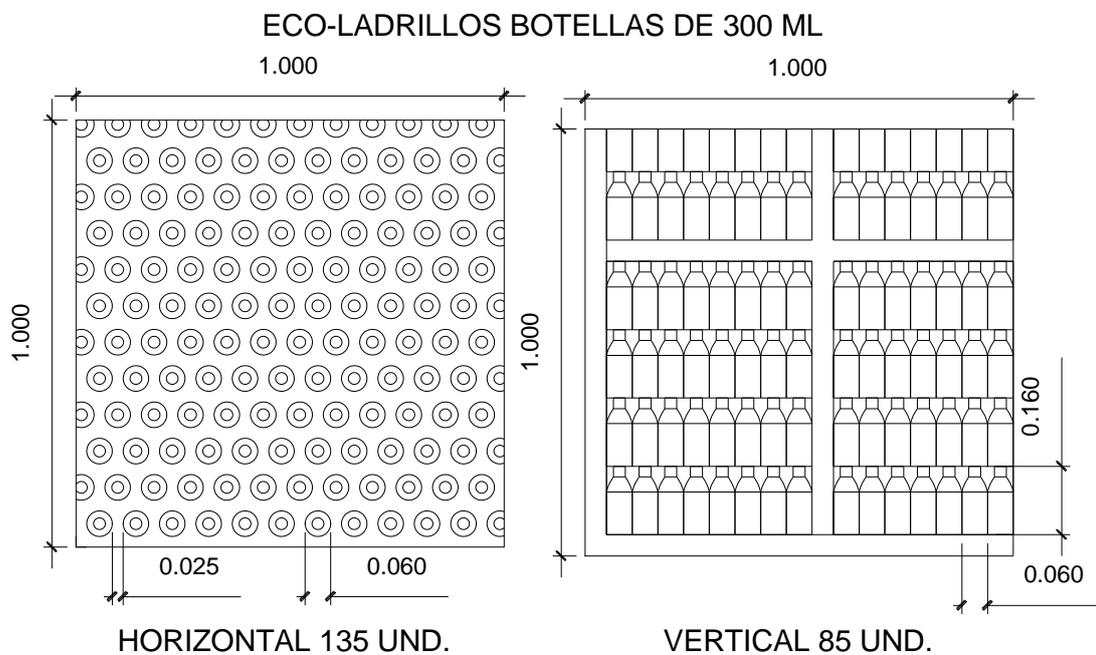


Figura 79 Muro botella de 300 ml vista frontal.

Determinado el peso de cada m² se puede calcular su valor aplicando la siguiente fórmula:

Ecuación 3 Precio por m²

$$\text{Peso de cada m}^2 \times \text{Precio de kg de plástico} = \text{Precio de m}^2$$

Los resultados son expuestos en la siguiente tabla:

Tabla 10 Precio del m² de ecoladrillo según su peso

Capacidad	Peso de m ²	Precio por m ²
1500 ml	V: 17.16 kg	6,86 \$
	H: 46,33 kg	18,53 \$
1140 ml	V: 14,79 kg	5,92 \$
	H: 38,72 kg	15,49 \$
911 ml	V: 13,96 kg	5,59 \$
	H: 34,90 kg	13,96 \$
600 ml	V: 11,68 kg	4,66 \$
	H: 23,59 kg	9,44 \$
300 ml	V: 12,33 kg	4,93 \$
	H: 19,58 kg	7,83 \$

Este valor es únicamente del ecoladrillo como mampuesto, sin embargo, para obtener el valor real de este tipo de construcción es necesario incluir otros factores como la mano de obra, las herramientas, entre otros, por lo cual se realizarán análisis de precios unitarios (APU) para cada tipo de ecoladrillo utilizado en esta propuesta.

En función de determinar cuáles ecoladrillo son óptimos para la construcción es necesario determinar cuál será el grosor total del muro con ecoladrillo, valor que depende de las dimensiones de la botella, su orientación y el enlucido aplicado al muro, este último será de 0,03m en todas sus aplicaciones en ambos procesos del sistema constructivo diferenciándose el vertical por tener enlucido en ambas caras del horizontal que tendrá solo en una.

En el siguiente cuadro se especifica el grosor según la capacidad de la botella, su dirección y enlucido:

Tabla 11 Grosor total del muro

Ítem	Capacidad	Orientación	Dimensiones + Enlucido	Total m2
T1	1500 ml	Horizontal	0.318 + 0.03	0.335 m
T2	1500 ml	Vertical	0.087 + 0.06	0.147 m
T3	1140 ml	Horizontal	0.305 + 0.03	0.348 m
T4	1140 ml	Vertical	0.08 + 0.06	0.14 m
T5	911 ml	Horizontal	0.27 + 0.03	0.30 m
T6	911 ml	Vertical	0.075 + 0.06	0.135 m
T7	600 ml	Horizontal	0.21 + 0.03	0.24 m
T8	600 ml	Vertical	0.073 + 0.06	0.133 m
T9	300 ml	Horizontal	0.16 + 0.03	0.19 m
T10	300 ml	Vertical	0.06 + 0.06	0.12 m

10.4 Tipos de mampuestos a utilizar

Tras estudiar estas características se establecen cuales mampuestos se utilizarán en el modelo de construcción, considerando tipos de instalaciones, dimensiones y costos, explicados en la siguiente tabla:

Tabla 12 Tipos de mampuestos

Ítem	Características
T4	Se utiliza en las paredes divisorias del interior de la vivienda por su grosor de 0.14 m y cantidad de botellas empleadas disminuyendo costos y optimizando recursos
T9	Se utiliza en las paredes del exterior de la vivienda con un grosor de 0.19m, dado a que protege de manera eficiente el interior de la vivienda del frio y calor, manteniendo una temperatura regulada.

10.5 Análisis de precios unitarios

Una vez determinado que tipos de mampuestos se utilizarán en esta propuesta se realizan los análisis de precios unitarios, clasificándose según la capacidad de la botella y su orientación, abreviándose en la siguiente tabla:

Tabla 13 Clasificación de APU de mampuesto

ITEM	TIPO DE MAMPUESTO
T4	Mampuesto vertical con botellas 1140ml
T9	Mampuesto horizontal con botellas 300ml

Tabla 14 APU mampuesto vertical 1140 ml

NOMBRE PROPONENTE : Andrea Contreras
 OBRA : CASA ECOLOGICA
 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
 RUBRO : MAMPOSTERIA DE ECOLADRILLO 1140ml
 DETALLE : Mampuesto vertical con botellas 1140ml

FORMULARIO NO. :
 HOJA :

UNIDAD : m2



T4

EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5%M.O)	1,00	5,82	5,82	0,05	0,29
SUBTOTAL M					0,29

MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Maestro de obra	0,10	6,84	0,68	0,75	0,51
Albañil	1,00	3,85	3,85	0,75	2,89
Peon	1,00	3,23	3,23	0,75	2,42
SUBTOTAL N					5,82

MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)
Bloque de ecoladrillo (botellas de 1140 ml) H. VERTICAL	Unidad	42,00	0,174	7,31
Tablon colorado rustico de 5 cmx25cmx2,40cm	M2	0,50	23,33	11,67
Malla de gallinero 5/8	M2	1,00	2,80	2,80
Alambre n°18	Kilo	1,00	2,81	2,81
Mortero 1:4:4	M3	0,14	49,48	6,98
Grapas T 1/4"	Kilo	0,04	0,75	0,03
Clavos de 1" 1/2"	Kilos	0,187	2,34	0,44
SUBTOTAL O				32,03

TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				38,14
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS	0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO				38,14
VALOR OFERTADO				38,14

Quito 10/11/2019
 LUGAR Y FECHA

FIRMA

NOTA :

11.2 Planos de muros por tipo de orientación.

Al planificar la distribución del mampuesto en la vivienda se determina cual es utilizado en la construcción de cada pared, según su efectividad tal como se represente en el siguiente plano:

 T1: Mampuesto vertical 1140 ml.  T4: Mampuesto horizontal 300 ml

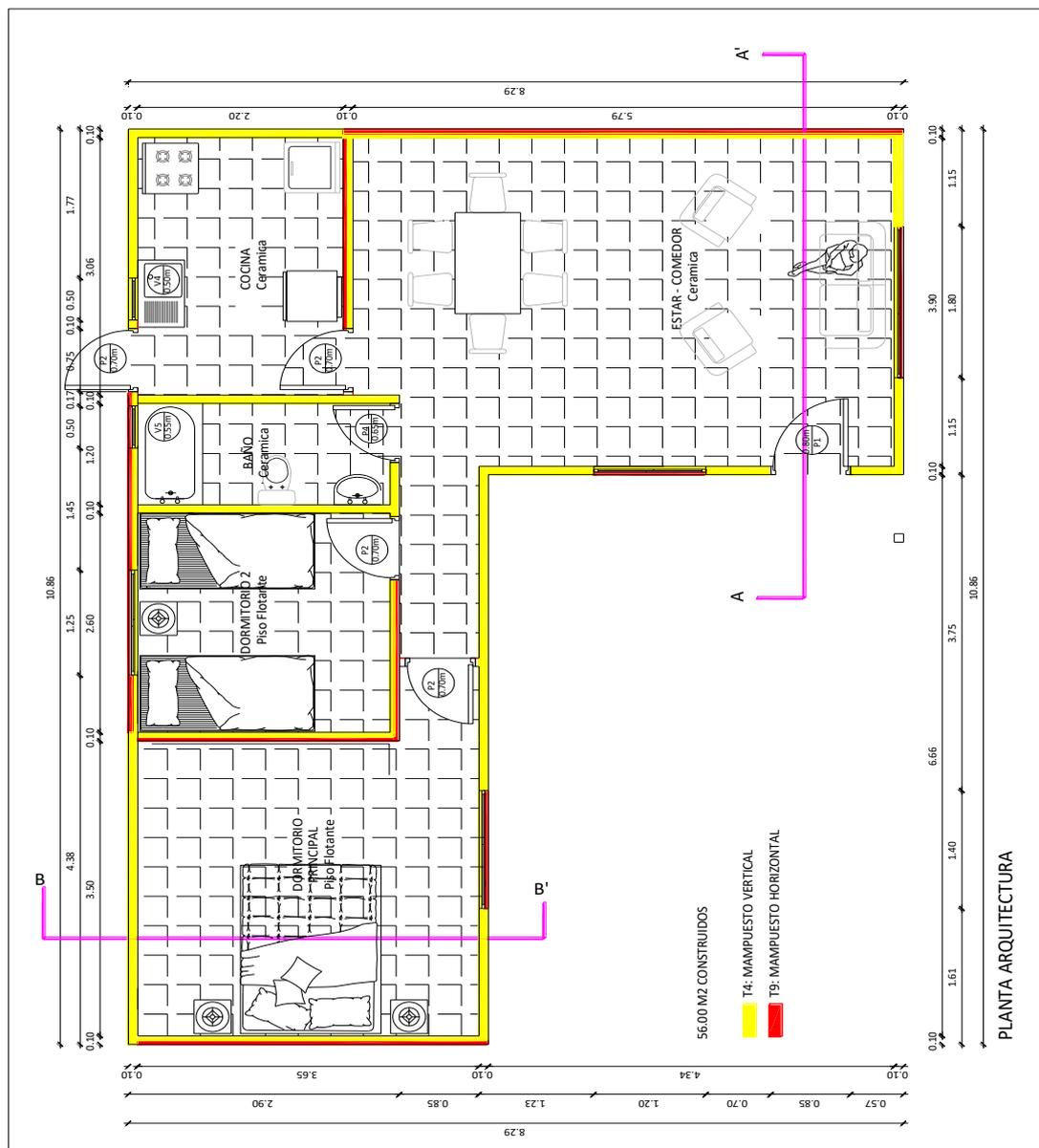


Figura 81 Modificación con tipos de mampuestos.

Con el fin de explicar a profundidad las especificaciones de los detalles constructivos empleados en este modelo de estudio, clasificamos por colores los tipos de muros, resultando en seis categorías. Cada uno de estos muros asegura aprovechar todas las ventajas que ofrece la combinación de los procesos constructivos optimizando su espacio y funcionalidad.

11.3 Planos de tipo de muro

En la siguiente tabla se explican la composición de los tipos de la siguiente manera:

Tabla 16 tipos de muros

TIPO DE MURO	DESCRIPCION
M1	En este mampuesto se mantiene la orientación de la botella hasta el tope, no se hace ninguna modificación; es decir su proceso es continuo.
M2	Aquí la parte inferior del mampuesto desde el contrapiso hasta obtener una altura de 0.96 m es construido con el proceso horizontal, y sobre este muro se construyen con el proceso vertical, donde el enlucido del panel vertical queda al nivel del fondo de la botella. Obteniendo una diferencia de espacio de 0.05m a favor del interior del mampuesto lo que se puede aprovechar de diversas maneras.
M3	En este tipo de muro se construye de manera horizontal únicamente en el área donde se reposará la ventana, y el resto del muro será construido con paneles verticales. Resultando la diferencia del espacio hacia el exterior de la ventana.

M4	Aquí se construirá de manera horizontal en todo el muro hasta la altura en que se ubique la ventana, tras instalar la ventana el resto del muro se construye con paneles verticales. Resultando la diferencia de espacio hacia el interior del mampuesto, ideal para baños y cocinas.
M5	En este tipo de mampuesto se construye igual que el segundo solo que aquí se revierte la posición de los paneles verticales, aprovechando el espacio en ambas partes del muro. Ideada para ubicarse en las paredes divisorias de habitaciones.
M6	Este último tipo de muro se construye igual que el cuarto, con la excepción que no se instalaran ventanas, sino paneles verticales proporcionándonos una diferencia de espacio hacia el interior de la vivienda. Ideal para empotrar muebles o construir repisas. Proporcionándole un atractivo al muro que a su vez sería de gran utilidad

En todos estos tipos de muro se aplican las generalidades del proceso constructivo con el que se realiza, por lo que se mantiene en su construcción los siguientes lineamientos.

- El distanciamiento de las botellas es 0.025m, el cual es relleno con mortero 1:4:4, misma proporción que se utiliza para unir el muro vertical con el horizontal.
- Los paneles verticales se adaptarán a las necesidades de cada muro siempre y cuando no se modifique la distribución de las botellas, es decir que se puede aumentar o disminuir el tamaño según el diámetro de la botella, si se agranda el marco y en el interior del mismo los ecoladrillos no quedan justos, afecta la funcionalidad de todo el panel.

- Los paneles serán incorporados con mortero en las vigas, dado a que son realizados a la medida de la estructura y quedaran empotradas, para finalmente asegurar su posición con el enlucido.

la distribución de los tipos de muros se observa en el siguiente plano.

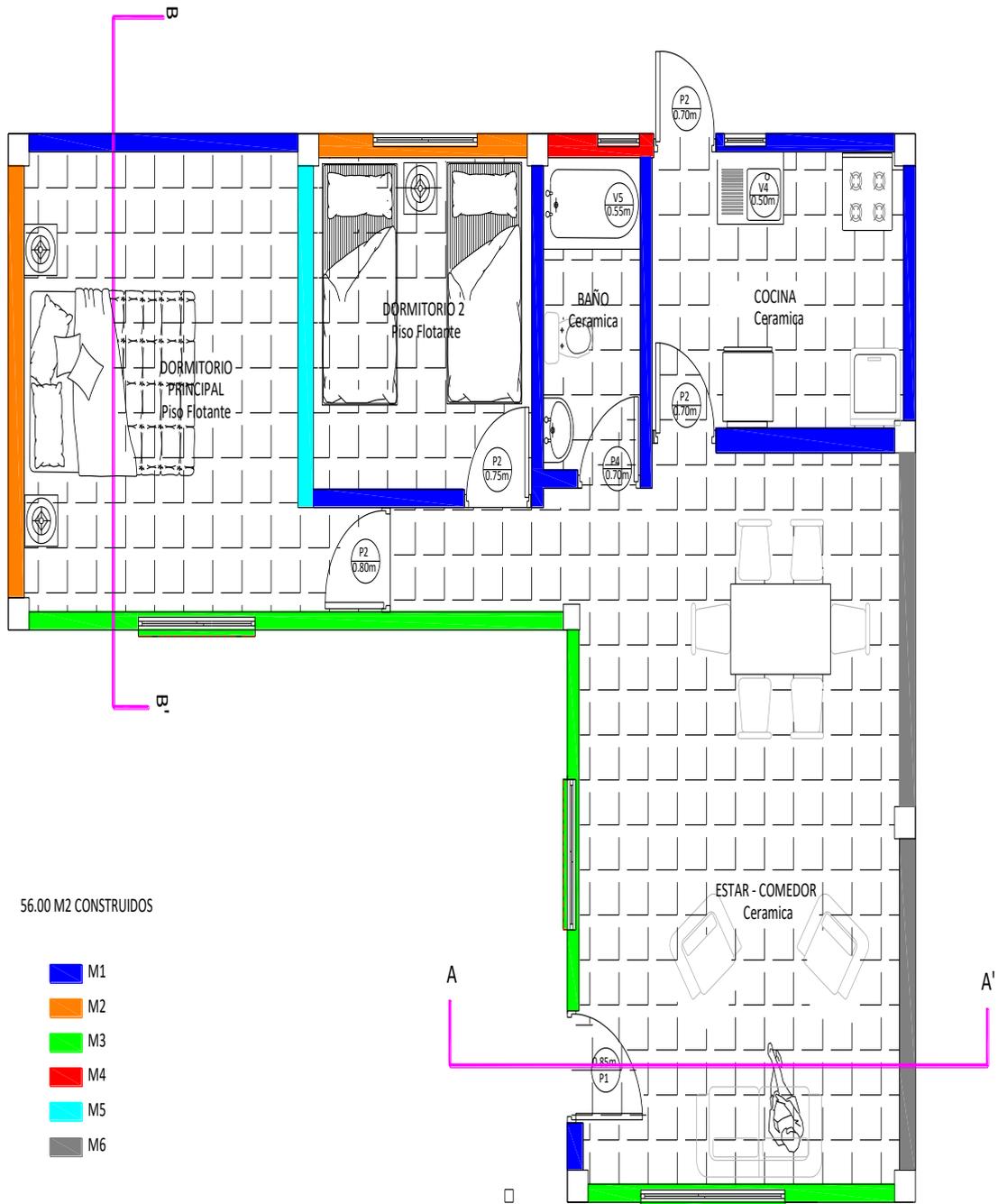


Figura 82 Tipos de muros según sus detalles

11.4 Plano de orientación de muros

La dirección base del ecoladrillo con que se construyen los muros determina las dimensiones de los mismo, y consigo el tipo de muro que se construirá en cada espacio de la vivienda, por lo que en el siguiente plano se pueden observar cual es la dirección de las botellas en la base del mampuesto

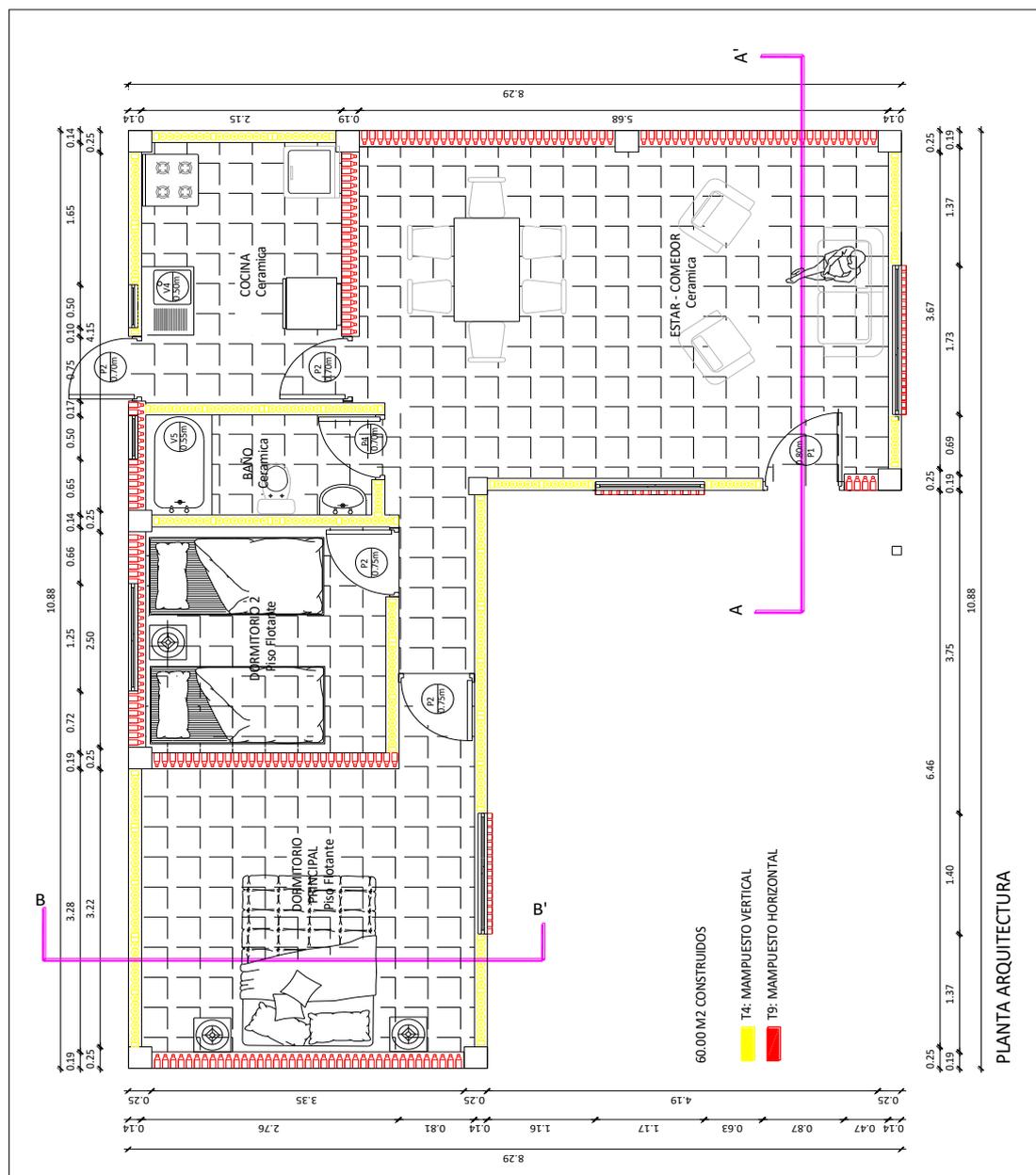


Figura 83 Distribución de muros

11.5 Detalles constructivos por tipos de muro

A continuación, se describirán los tipos de muros y sus detalles constructivos.

M1: Consiste en una pared uniforme con un solo tipo de proceso constructivo sea vertical u horizontal.

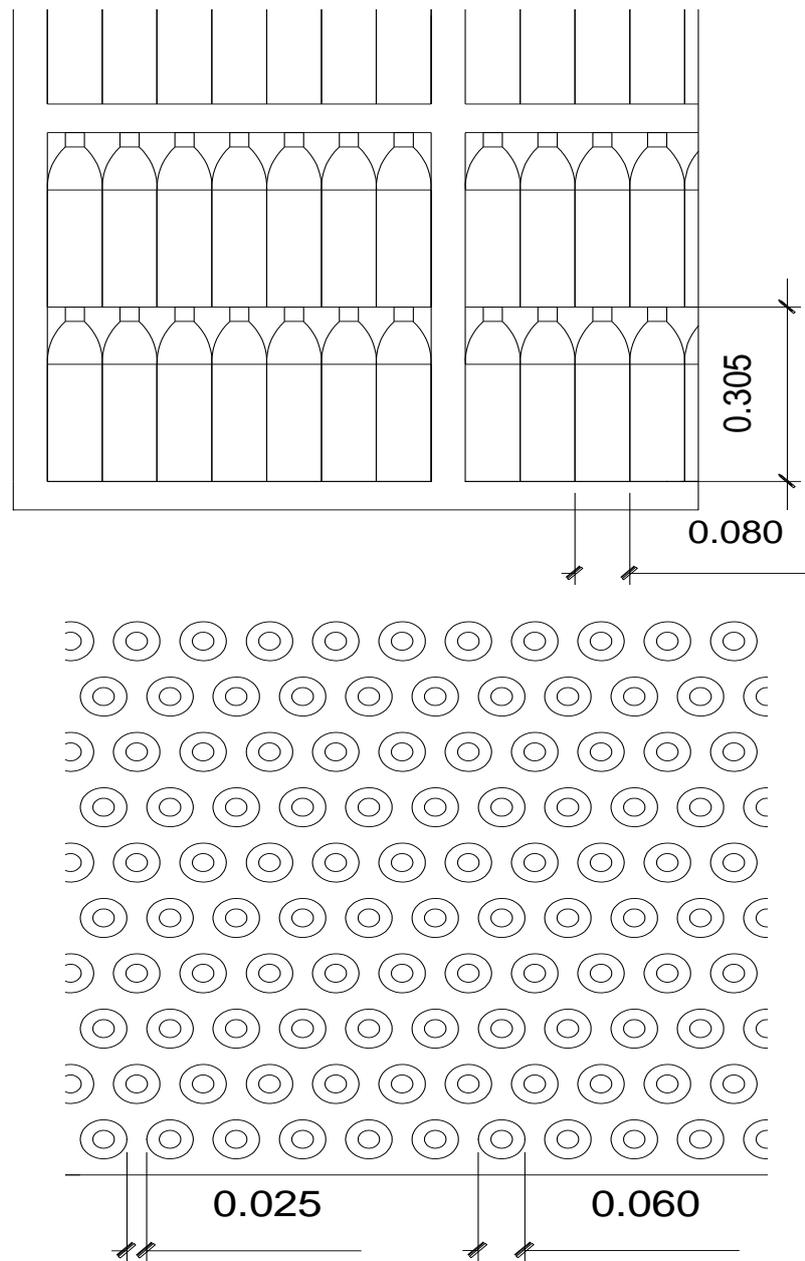


Figura 84 Primer muros

M2: Está compuesto por botellas en posición horizontal en el inferior del mampuesto y por paneles verticales en la parte superior.

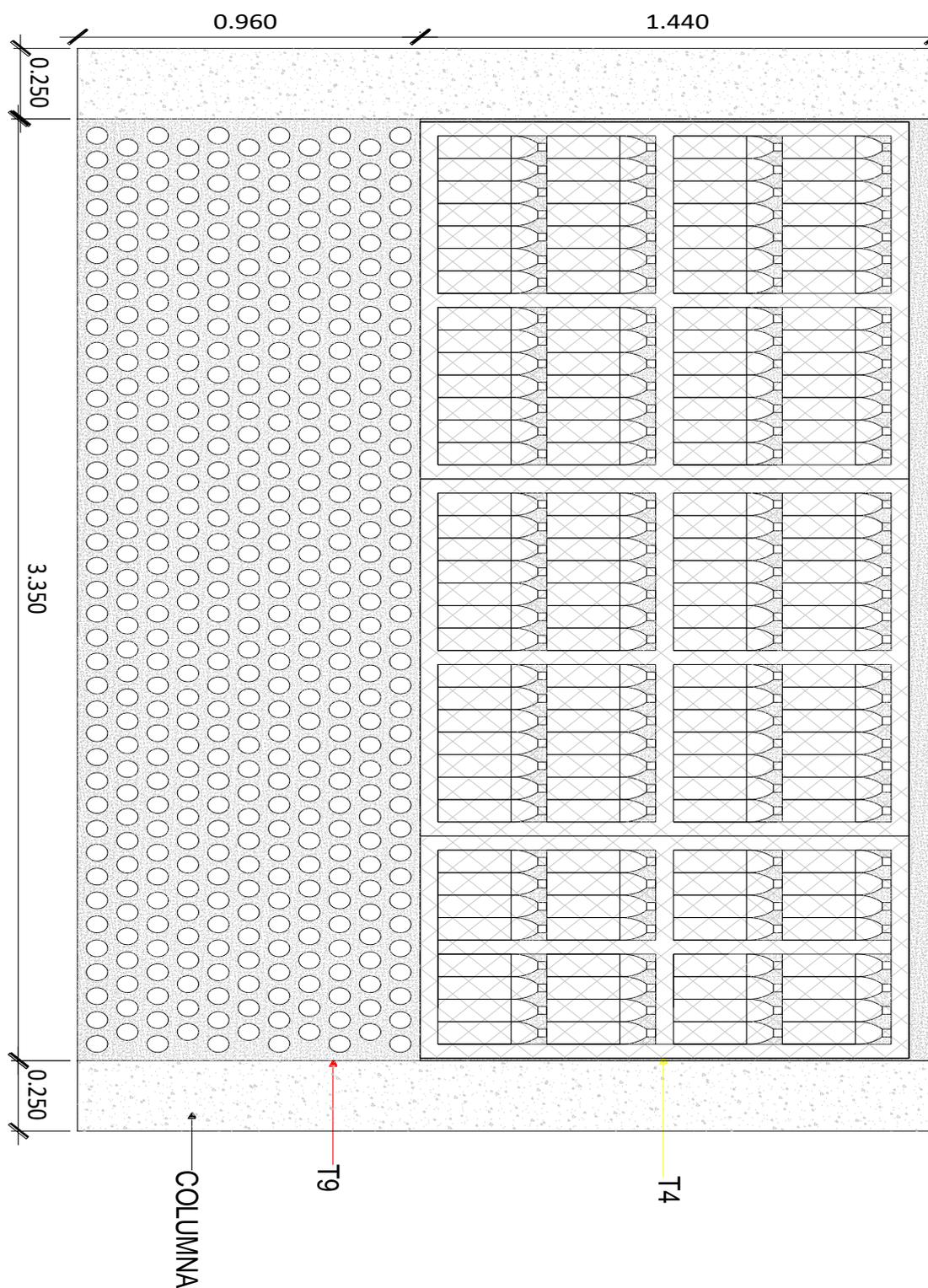


Figura 85 Segundo tipo de muro vista frontal

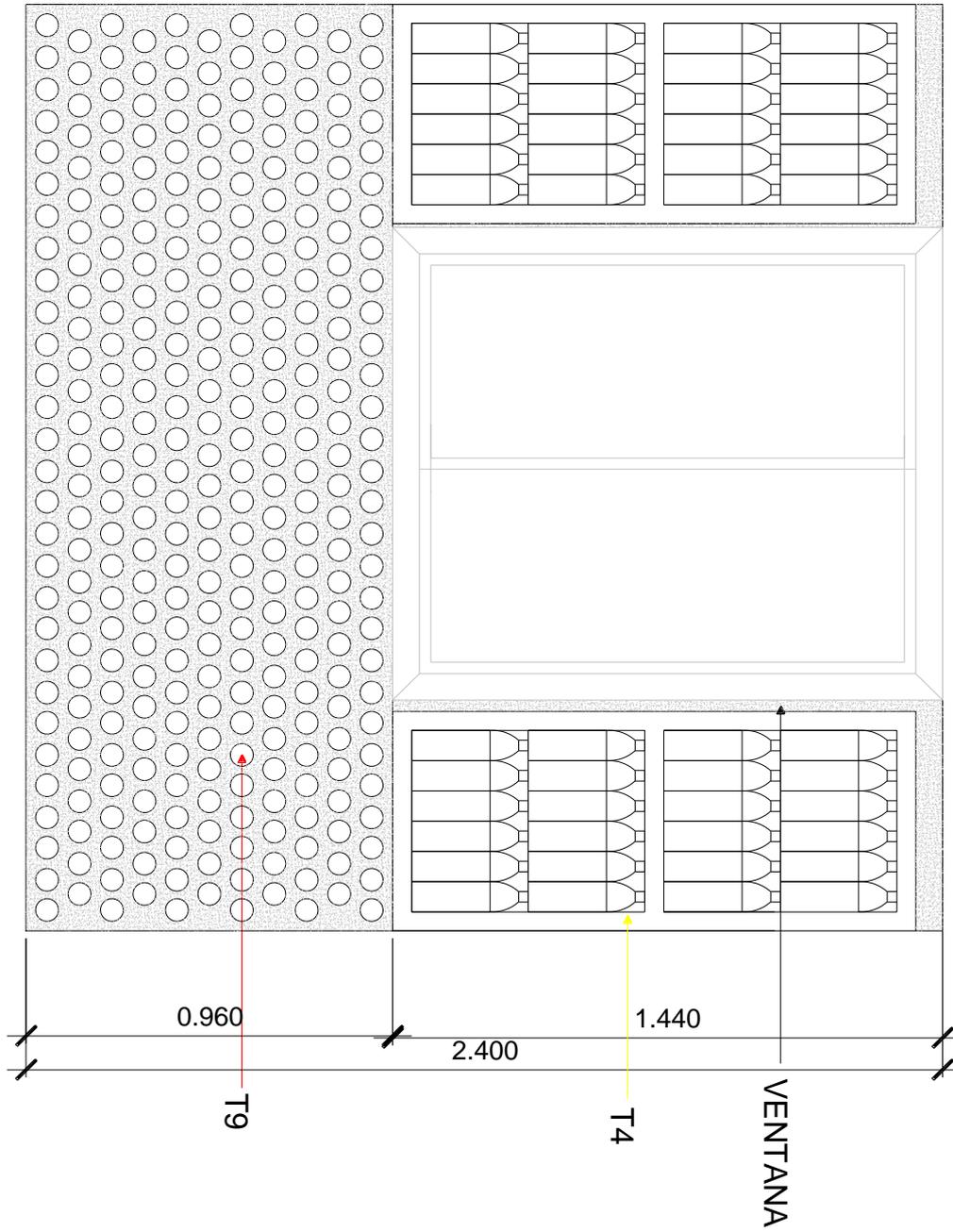


Figura 86 Segundo tipo de muro vista frontal con ventana

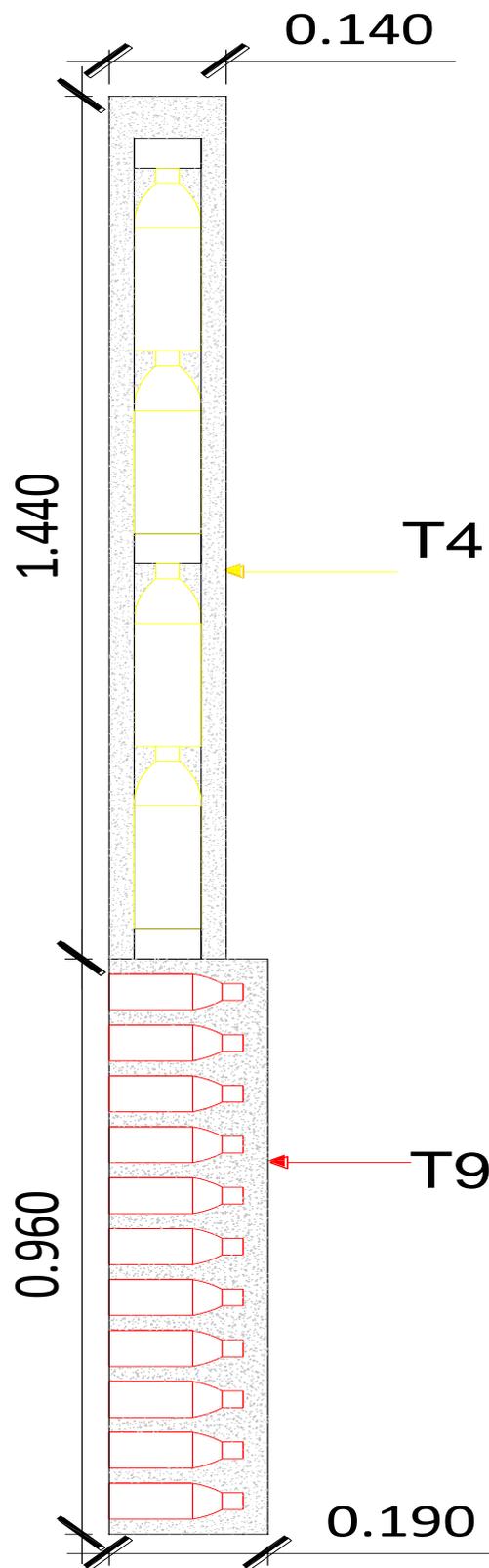


Figura 87 Segundo tipo de muro vista lateral

M3: Está compuesto por botellas en posición horizontal en el inferior del mampuesto solo en el área donde estará la ventana y por paneles verticales en el resto del muro.

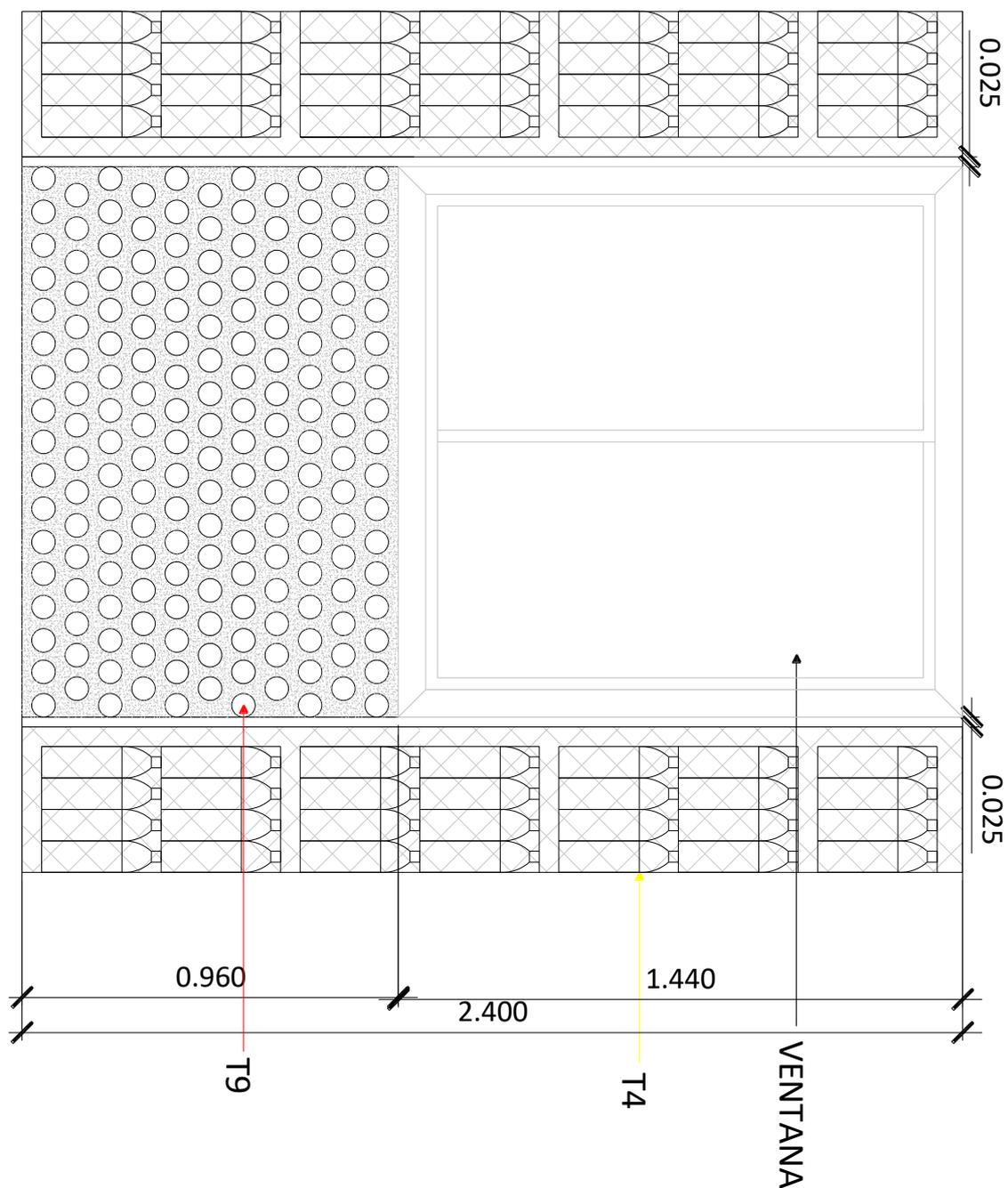


Figura 88 Tercer tipo de muro vista frontal

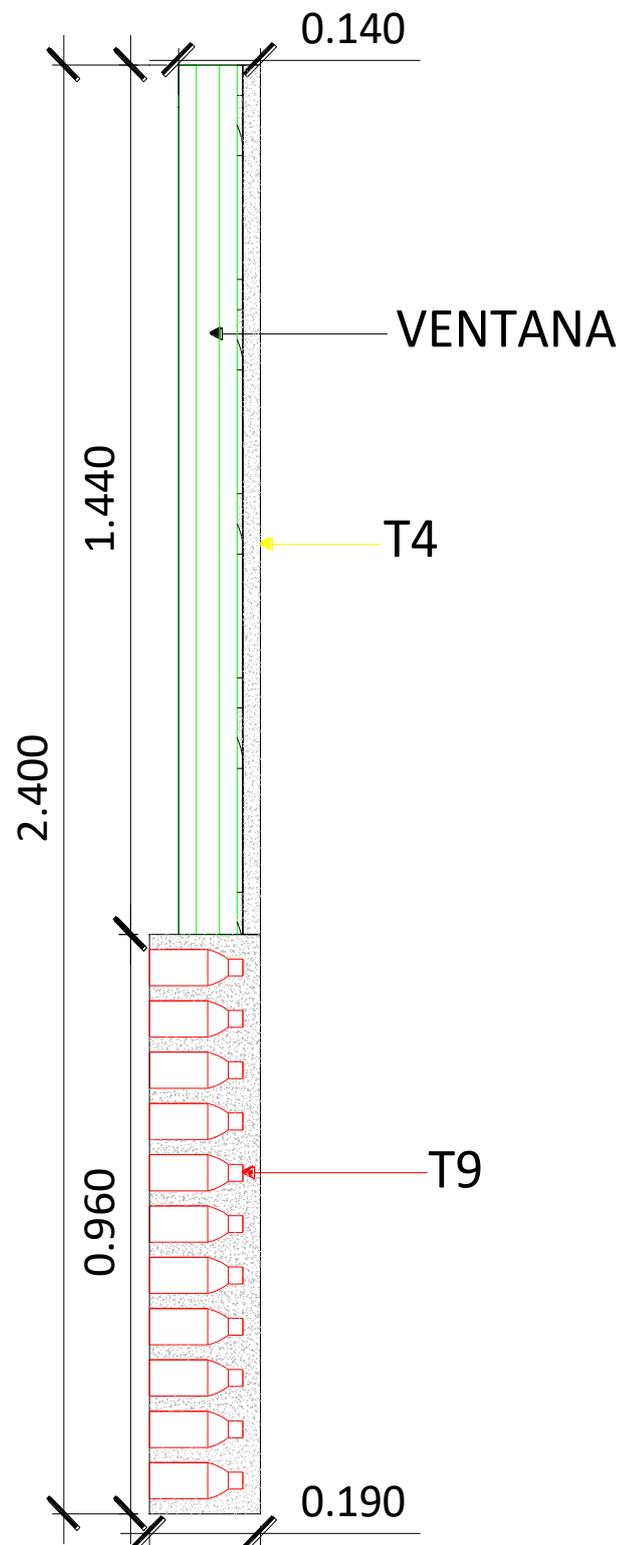


Figura 89 Tercer tipo de muro vista lateral

M4: Está compuesto por botellas en posición horizontal hasta el nivel donde se ubicará la ventana, y solo a un lado de la misma, se terminará la pared con paneles verticales, ideal para ventanas altas de baños y cocinas, ubicando la diferencia de espacio hacia el interior del muro, optimizando el mampuesto para este uso.

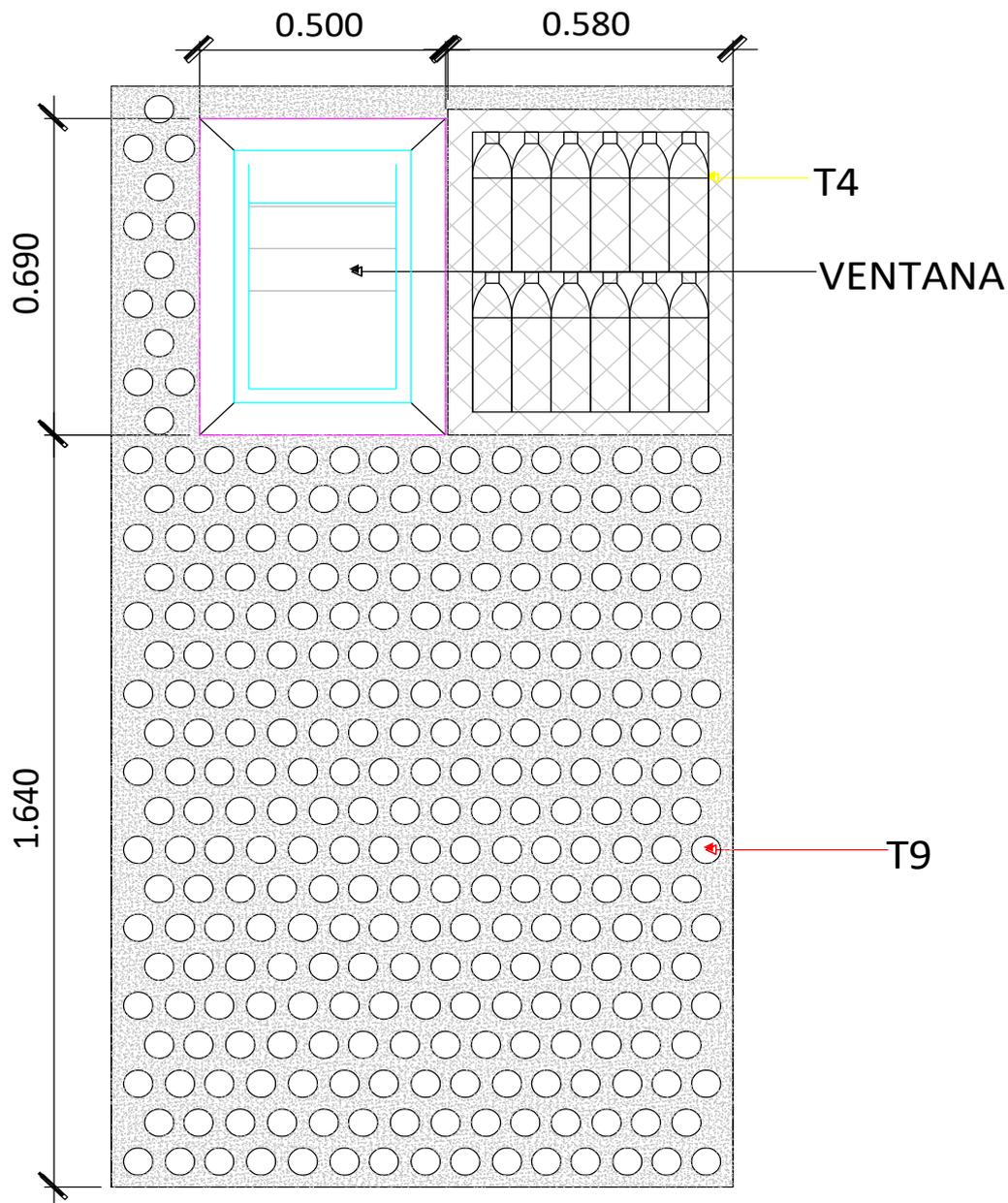


Figura 90 Cuarto tipo de muro vista frontal

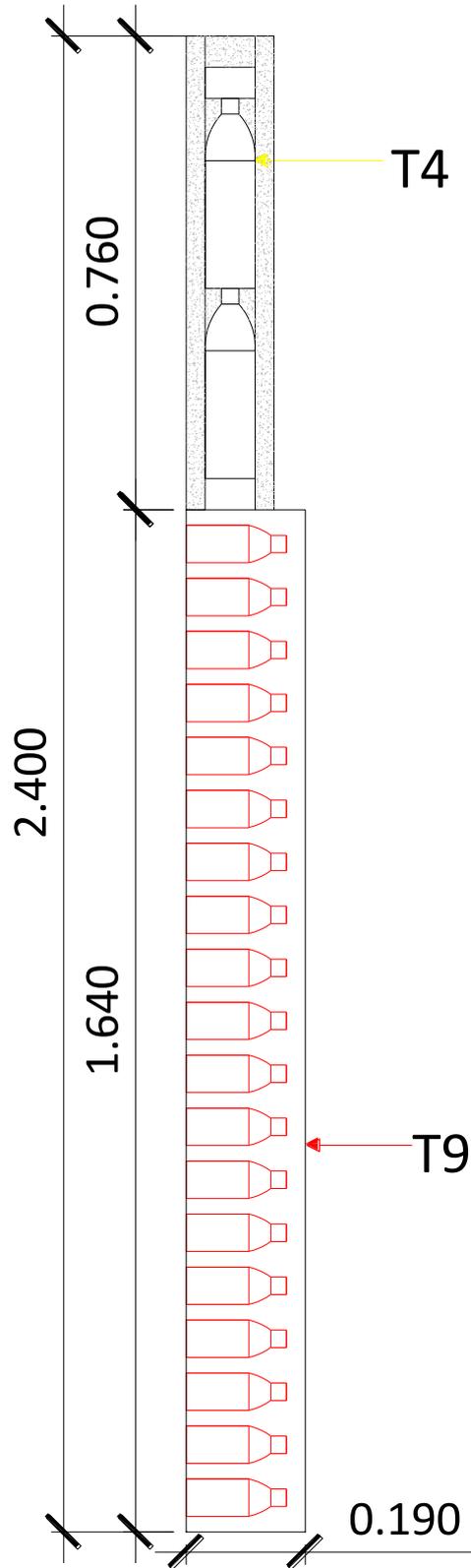


Figura 91 Cuarto tipo de muro vista lateral

M5: Está compuesto por botellas en posición horizontal en el inferior del mampuesto hasta una altura de 0.96m y luego se completa el muro con paneles verticales invirtiendo el sentido del vano, de tal manera que quedara intercalado el espaciado dándole un aspecto de llenos y vacíos lo que nos ayudara en la parte formal de la propuesta.

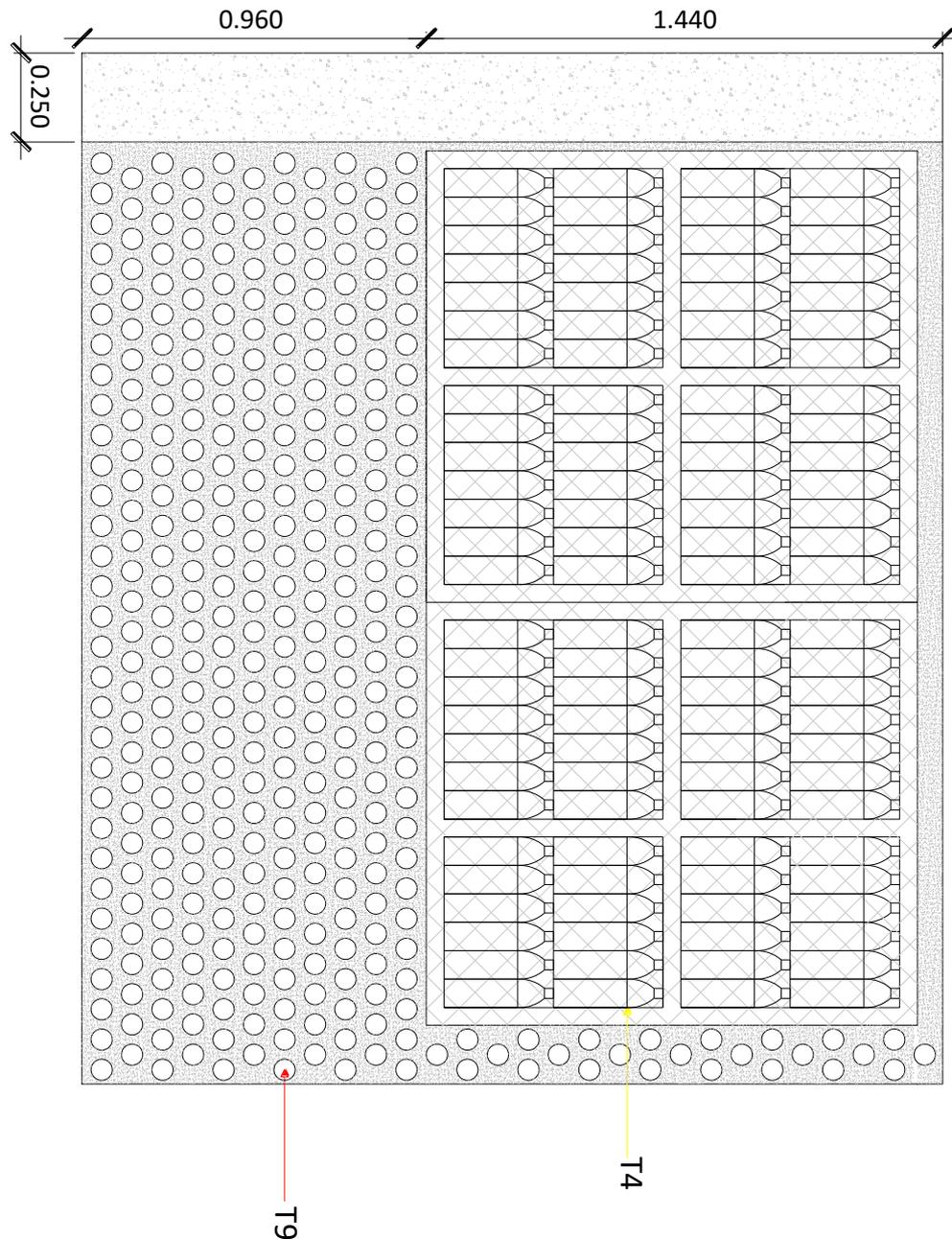


Figura 92 Quinto tipo de muro vista frontal

M6: Este tipo de muro se caracteriza por construirse en su mayoría con T9 (botellas de 300 ml de manera horizontal) exceptuando en espacios destinados a paneles verticales que brindan espacios útiles para la apariencia del mampuesto.

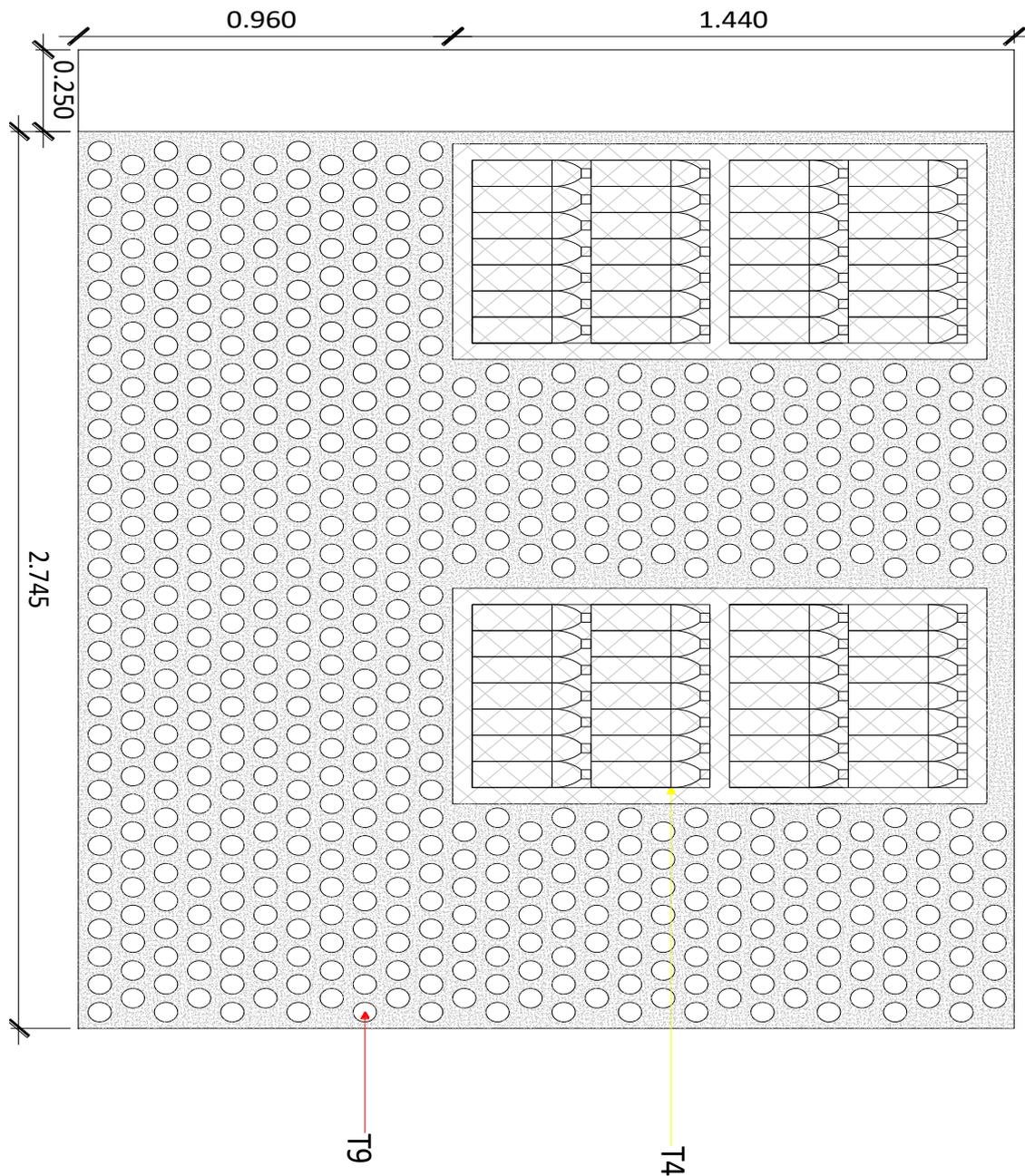


Figura 93 Sexto tipo de muro vista frontal

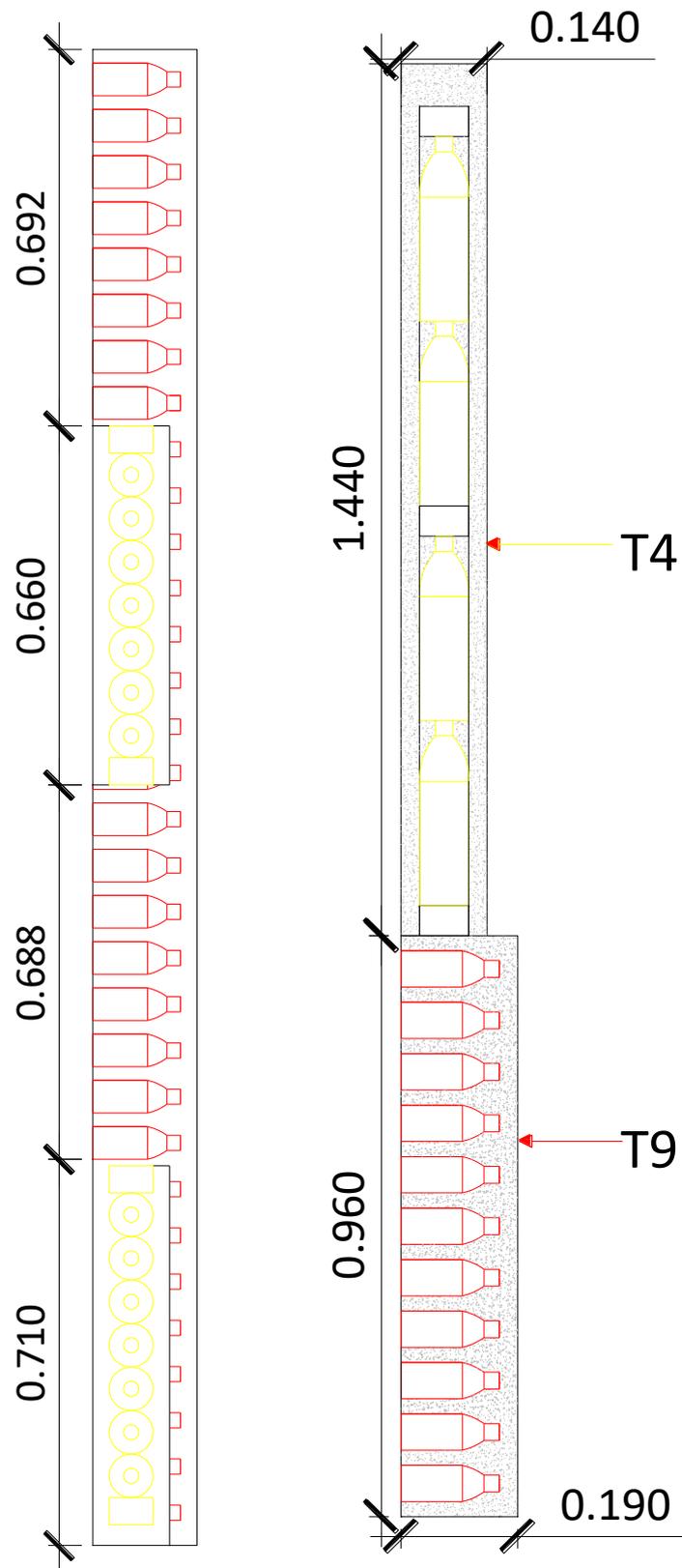


Figura 94 Sexto tipo de muro vista superior y lateral

Conclusiones y recomendaciones.

El alto costo de la construcción es una realidad de las zonas rurales y comunidades de bajos recursos económicos, lo cual no permite solventar el déficit habitacional, por ello construir con ecoladrillos es una alternativa viable y eficiente, que no solo propone abaratar costos, sino también frenar la contaminación ambiental fomentando el reciclaje y construcciones ecológicas.

Tras el estudio de los procesos de construcción con ecoladrillo se determina que, además de poseer optimas características para la construcción como mampuesto, su optimización tanto de espacios como recursos dependen del tipo de botella que se utilice y la orientación con la que se construya.

La finalidad del muro o mampuesto a construir determina el tipo de proceso a utilizar, si su función es dividir espacios, se requiere un muro angosto construido con botellas grandes, en proceso vertical, con el propósito de optimizar el espacio interior de la vivienda al igual que reducir la cantidad de ecoladrillos que se emplean.

Si el mampuesto que se requiere está destinado a paredes exteriores o muros que soportan peso, como mesones de cocina, comedores o lavanderías se recomienda un muro grueso, construido con botellas pequeñas en posición horizontal, obteniendo así un muro resistente ideal para la función requerida.

Con respecto a la instalación de servicios, en ninguno de los procesos se presentan mayores complicaciones, sin embargo, el proceso horizontal brinda mejores condiciones para modificar estas instalaciones en caso de ser necesario, por lo que su aplicación brinda mejor funcionabilidad y manejo al momento de realizar dichas instalaciones.

Considerando esta información proponemos combinar los procesos en los mampuestos para aprovechar todos los beneficios que estos nos brindan, realizando estas combinaciones según la necesidad de la vivienda, de tal manera que para aquellos con múltiples instalaciones se recomienda fabricar muros por medio del proceso horizontal, ya que este nos permite una mayor facilidad para el paso de las instalaciones.

Mediante el estudio realizado para determinar cuáles son los ecoladrillos óptimos para cada sistema constructivo y los análisis de precios unitarios realizados a los mismos determinamos que, la botella de 1140 ml de capacidad con un valor de 17 centavos de dólar posee las mejores características físicas en proceso vertical por sus dimensiones y disponibilidad, ocupando 34 unidades de botellas en un m², valorándose este último en 5,92 dólares y el m² de la obra gris con este proceso tiene un valor de 38,14 dólares.

Para el proceso horizontal se determina que el mejor candidato es el ecoladrillo de 300ml de capacidad, con un valor unitario de 6 centavos de dólar, ocupando 135 unidades de botellas por m², que representa 7,83 dólares y en obra gris 27,35\$.

Demostrando así que, más allá de reducir los costos de materiales en este tipo de sistemas constructivos, se fomenta la cultura del reciclaje promoviendo las construcciones ecológicas, que disminuyen considerablemente los desechos plásticos de una comunidad, frenando la contaminación ambiental e incluyendo en la comunidad valores como solidaridad, respeto por el medio ambiente e integración, con miras de popularizar este tipo de construcciones en el futuro.

Referencias

- Espinosa-Guzmán, F. A. (2016). Caracterización de botellas PET para su uso como elementos constructivos de muros de carga. Trabajo de obtención de grado, Maestría en Proyectos y Edificación Sustentables. Tlaquepaque, Jalisco: ITESO.
- Gaggino R. (2008). Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la auto construcción. Santiago, Chile: Revista INVI, universidad de Chile Vol. 23
- Guaranda M. (2016) Uso de bloques de plástico reciclado para viviendas de interés social para mejoramiento del micro clima. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Heisse S. (2011) Sistema de construcción con estructuras de “pura vida”, Guatemala, Guatemala, Fundación Pura Vida
- López S. (2018). Reutilización de residuos sólidos construcción con eco-ladrillos en un entorno rural, Medellín, Colombia: universidad Pontificia Bolivariana
- Reyes C. (2013). El PET como sistema alternativo para la construcción de muros en la vivienda México DF, México: Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.
- Paz E. (2014). Análisis de la determinación de propiedades físicas y mecánicas elaborado con plástico reciclado. Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Anexos

12. Manual de construcción de una casa familiar mediante el uso Ecoladrillos

*Recicla
tu botella!*



Autor: Alix Andrea Contreras



TECNOLOGIA EN CONSTRUCCION Y DOMOTICA

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE UNA CASA
FAMILIAR MEDIANTE EL USO DE BOTELLAS
PLÁSTICAS RELLENAS DE MATERIALES
REUSABLES.

Autor:

Alix Andrea Contreras Montilla

Tutores:

Arq. Francisco Zaldumbide

Arq. Pamela Sánchez

Quito, 2020

Tabla de contenido

Introducción	1
El plástico	2
El PET	2
Características del pet	3
Ecoladrillos	4
Proceso constructivo	5
Proceso Horizontal	5
Proceso vertical	8
Instalación eléctricas	10
Instalaciones de agua potable	13
Instalaciones de tuberías de desagüe	15
Instalación de lavamanos	17
Enlucidos y acabados	19
Tipos de muros	20
Distribución de muros	28

Introducción

Este manual está enfocado en describir el proceso indicado para fabricar los ecoladrillos, y construir con ellos tanto en proceso vertical, como en proceso horizontal, al igual que se muestra como hacer las instalaciones correspondientes dentro del mampuesto como lo son las instalaciones eléctricas, de agua potable, de desagüe y la instalación de lavamanos.

Y las combinaciones de estos procesos obteniendo 6 tipos de muros diferentes todos con características distintas, pero con la misma finalidad: optimizar el espacio y la funcionalidad del mampuesto adaptándose a las necesidades de la vivienda.





Es bien conocida la medida en que el calentamiento global afecta el mundo como lo conocemos y la latente necesidad de disminuir los desechos plásticos depositados en los mares, que destruyen su fauna y flora; problemática que ocasionará daños irreversibles al ecosistema de no solventarse pronto.

Una manera útil y eficiente de reciclar el plástico es a través de su uso en la construcción mediante el reemplazo de los bloques o ladrillos convencionales por ecoladrillos.

Estos últimos se definen como una botella de plástico PET rellena de residuos plásticos, el cual además de abaratar costos, aporta resistencia, estabilidad y rendimiento a la estructura, convirtiéndose en un elemento ideal para la construcción que a su vez fomenta el reciclaje y las construcciones ecológicas.

Con el fin de dar paso al proceso de construcción del ecoladrillo es necesario definir algunos conceptos como ¿Qué es el plástico?, ¿Qué es el PET? Y ¿Cuáles son sus características?

El plástico

Es un material proveniente de la destilación del petróleo con las características de ser moldeado y coloreado al gusto del fabricante obteniendo una gran variedad de productos para todos los sectores de la sociedad.

El PET

Se define al PET como una variedad del plástico caracterizado

por moldearse con el calor y mantener su forma luego de enfriarse, deformándose únicamente al ser sometido nuevamente al calor donde puede ser reestablecido y vuelto a moldear; aptitud que le ha permitido abrirse paso en el mercado del embotellado de las bebidas carbonatadas, convirtiéndose en su principal aplicación hasta la actualidad.



Características del PET

Además de ser moldeable, el PET se caracteriza por ser liviano, transparente, reciclable y económico; particularidades que lo hacen muy popular en la industria de la producción masiva.

Aptitudes que convierten al PET un elemento idóneo como mampuesto gracias a su durabilidad, fácil producción y las ventajas que tiene en la construcción:

- Es un aislante acústico, térmico y a la conductividad eléctrica.
- Es sismo resistente y tiene alta resistencia a impactos.
- Su durabilidad aproximada es de 300 años
- Es impermeable y no retiene humedad.
- Al ser más ligero que un bloque tradicional, facilita su manejo y transporte.



Antes de comenzar a fabricar los ecoladrillos deben determinarse cuales son los materiales óptimos para su relleno representándose en la siguiente tabla:

MATERIAL	COMPOSICIÓN	CLASIFICACIÓN
PET 1	Plástico blando y poliéster	Botellas plásticas y envolturas de alimentos como de arroz, azúcar, etc.
PPS5	Plástico laminado con aluminio	Envolturas de golosinas, fundas de leche, sorbetes, tubos de pasta de dientes, etc.
HDPE 2	Plástico	Fundas de plásticas: supermercado, productos alimenticios etc.
Aluminio	Aluminio	Envolturas de medicamentos
Cartón	Cartón y plástico	Tetra pack, cajas de galletas, de pasta dental, etc.

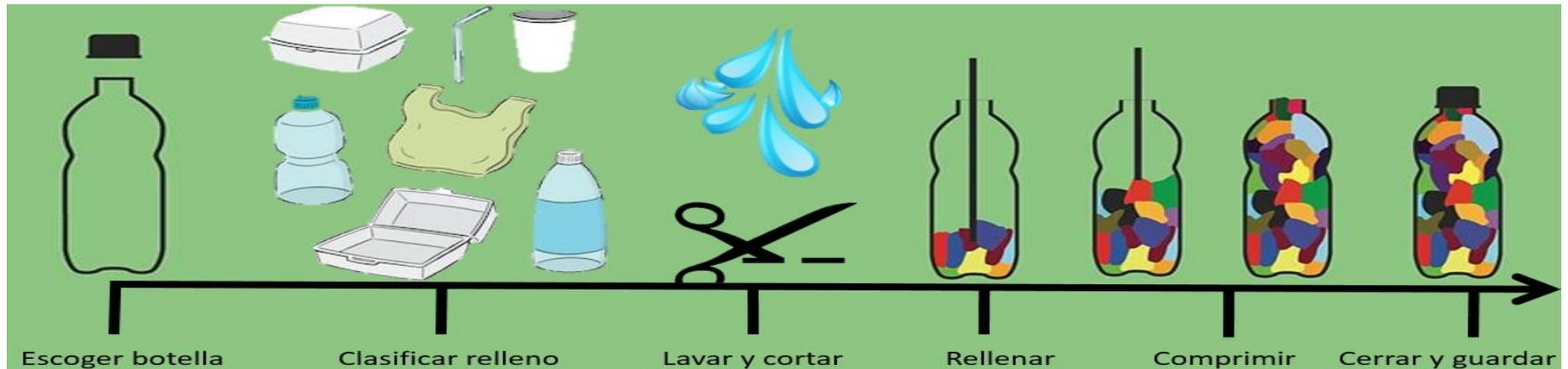




ECOLADRILLOS

Antes de comenzar el proceso de fabricación del ecoladrillo debe recolectarse el material de relleno que es introducirá en el interior de la botella, para luego realizar el siguiente proceso:

Nº 2: Clasificar el relleno que será introducido en la botella componiéndose en su mayoría de todo tipo de residuos blandos y moldeables mientras no tengan elementos orgánicos que puedan acelerar el proceso de descomposición del ecoladrillo y afectar su funcionamiento como fundas de plástico, envolturas de golosinas, empaques de alimentos, cajas de galletas, de crema dental, cubetas de huevos, tetra pack y empaques de medicinas.



Nº 1: Escoger la botella con la cual se fabricarán los ecoladrillos, recordando que, para la construcción del mampuesto deben ser todas del mismo tamaño, elección que se realiza considerando dimensiones y disponibilidad para recolectarse con facilidad.

Nº 3: Procesar el material clasificado previamente abriéndose, lavándose, secándose y cortándose del tamaño adecuado para poder ser introducido dentro del ecoladrillo por el pico de la botella.

Nº 4: Introducir el relleno limpio, seco y cortado a través del pico de la botella hasta completar tres cuartos ($\frac{3}{4}$) del recipiente.

Nº 5: Comprimir el relleno con un palo de madera o algún objeto delgado, largo y rígido hacia el fondo de la botella, aplicando la fuerza suficiente para compactarlo, expulsando el aire atrapado en el relleno y que al presionar la botella no se deforme. Posteriormente se vuelve a rellenar y comprimir repitiendo este procedimiento hasta ocupar la totalidad de la botella.

Nº 6: Cerrar la botella con su respectiva tapa tras verificar que el recipiente quede rígido y sin espacios vacíos para **guardarla** en un lugar seco y fresco hasta su uso en la construcción.

SISTEMA CONSTRUCTIVO

Los ecoladrillos conforman el material principal para estas construcciones ecológicas sin embargo



requiere otros materiales que dependerán del proceso constructivo que se emplee.

Existen dos procesos con el cual se puede construir un mampuesto con ecoladrillo; el horizontal que consiste en colocar de costado la botella sobre una capa de mortero ubicando el pico hacia el interior de la vivienda, y el vertical que consiste en incorporar una botella sobre otra quedando el fondo de una sobre la tapa de la otra.

PROCESO HORIZONTAL

Ejecutando este proceso resulta un muro con un grosor mayor comparado con los bloques tradicionales, variando entre 19 cm y 35 cm dependiendo del tipo de botella utilizada en la construcción.

Generalmente se utiliza este mampuesto para construir muro que soportaran grandes pesos por su alta resistencia, como mesones para la cocina o bodega, también es usado en las paredes exteriores de la vivienda ya que protege mejor del frio o calor, manteniendo una temperatura fresca en el interior.

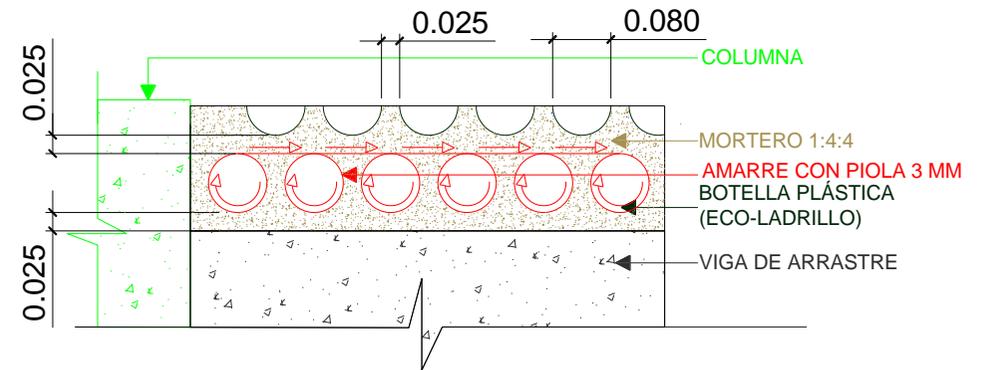
Los materiales que se emplean en este proceso además de los ecoladrillo son:



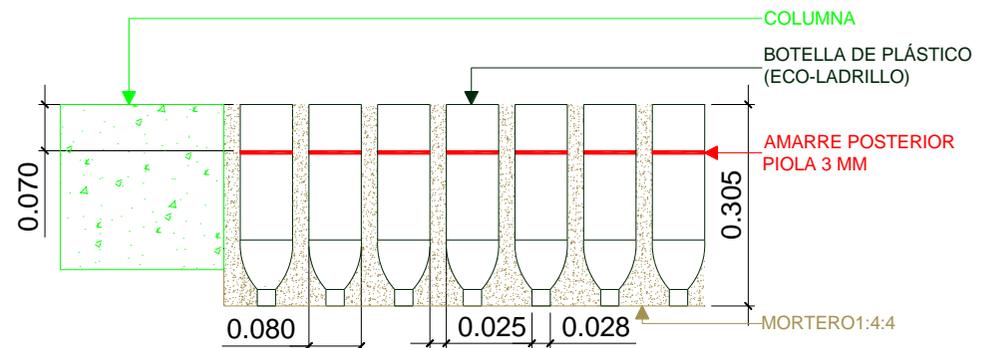
- Mortero 1:4:4
Cemento, tierra y arena.
- Piola de 3 mm

Este proceso se realiza en los siguientes pasos:

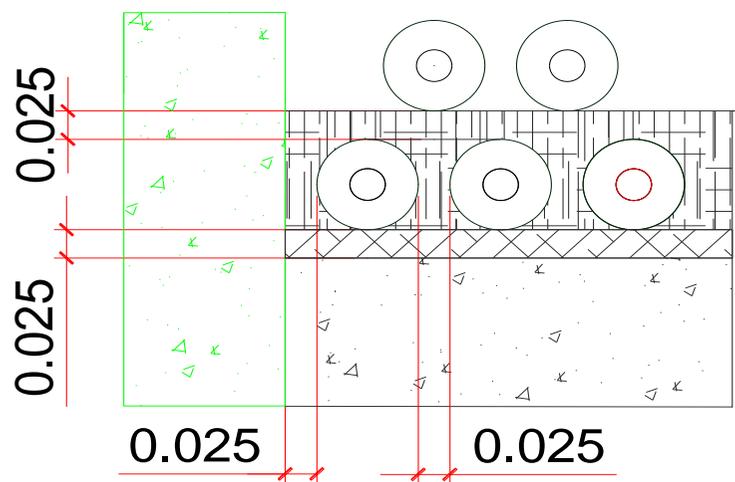
Nº 1: Aplicar una capa de mortero sobre el contrapiso con un espesor de 2.5 cm proporcional al ecoladrillo en el área donde se colocaran las botellas.



Nº 2: Colocar las botellas de manera horizontal ubicando el costado del ecoladrillo sobre la capa de mortero y el pico al interior de la vivienda distanciándose una de la otra 2.5 cm. tomando la misma distancia de la columna a la posición de la primera botella. Estas botellas deben conectarse entre sí con un amarre hecho con piola en la parte posterior de la botella, dando un giro alrededor de la botella y conectándola con la siguiente, como se representa en la siguiente imagen.



Nº 3: Aplicar una segunda capa de mortero cubriendo la distancia entre botellas, esta debe medir 2.5 cm igual que la primera.



Nº 4: colocar una segunda hilera de botellas, esta vez situándolas en el centro de las dos botellas inferiores creando una especie de pirámide, esta distribución proporciona estabilidad y firmeza a nuestro muro

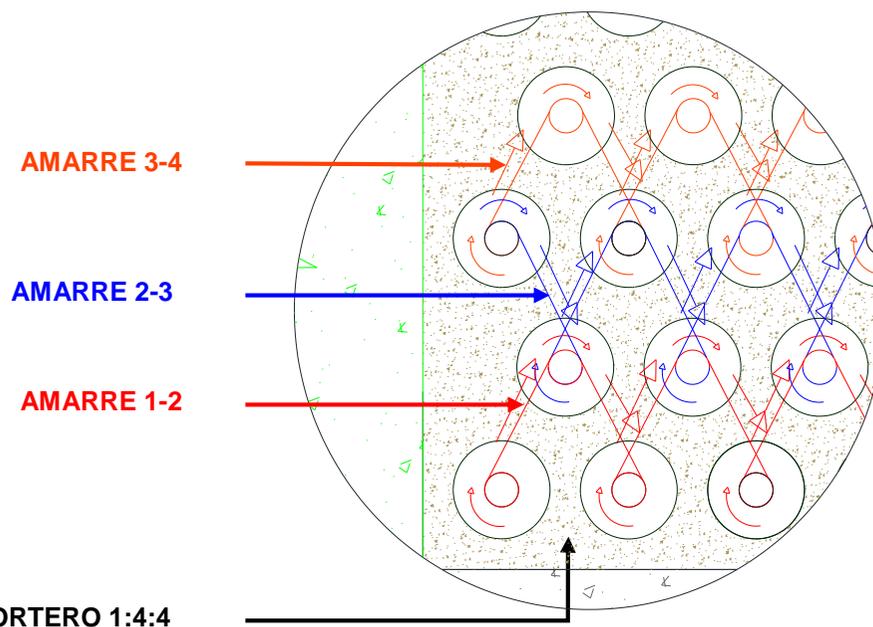
Este proceso se repite hasta obtener la altura deseada de nuestro muro.

Nº 5: completo y seco el muro se procede a unir las hileras con un amarre frontal, el cual se realiza con piola (3mm) uniendo la primera botella de la primera

hileras con la primera botella de la segunda hilera, y sin cortar la piola conectarla con la segunda botella de la primera hilera haciendo forma de zigzag.



El amarre consiste en dar una vuelta por el pico de la botella para conectarla con la siguiente haciendo otro giro en el pico de la otra botella



Este proceso se repite uniendo todas las hileras de dos en dos. Uniendo la primera con la segunda, luego la segunda con la tercera y así sucesivamente

hasta crear una red que abarque la totalidad del muro.

En la construcción de este proceso se recomienda usar botellas pequeñas con el fin de tener un muro no muy ancho, para así optimizar el espacio y el material.



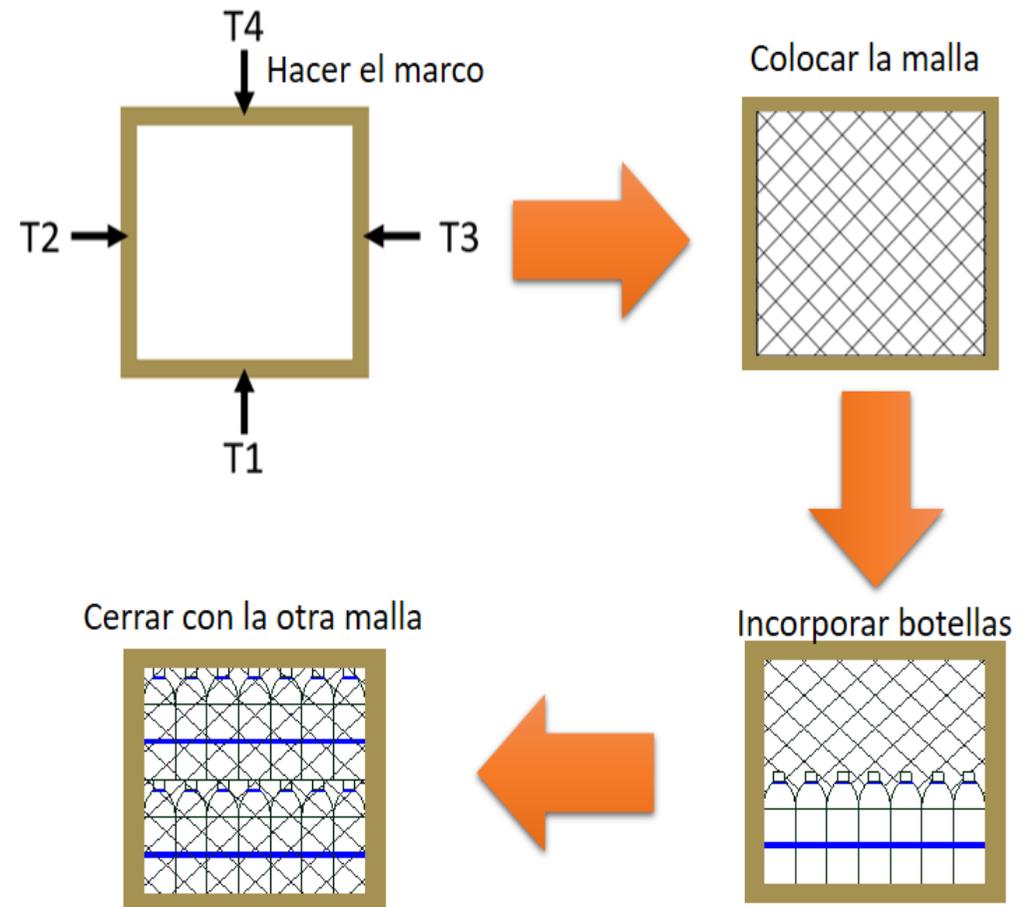
Este proceso a diferencia del anterior consiste en construir con las botellas en posición vertical una sobre otra, para esto debemos construir un marco de madera y tras fijarle una malla, se colocan las botellas dentro amarrándolas con alambre y luego cerrando el marco con otra malla.

Es ideal para paredes divisorias dado a que resulta de este proceso es un muro delgado, también se caracteriza por utilizar menor cantidad de botellas lo que facilita su manipulación en la obra.



Los materiales que se requieren para este proceso además de los ecoladrillos son:

- Madera y Malla de gallinero
- Clavos y grapas
- Mortero 1:4:4
- Alambre de construcción



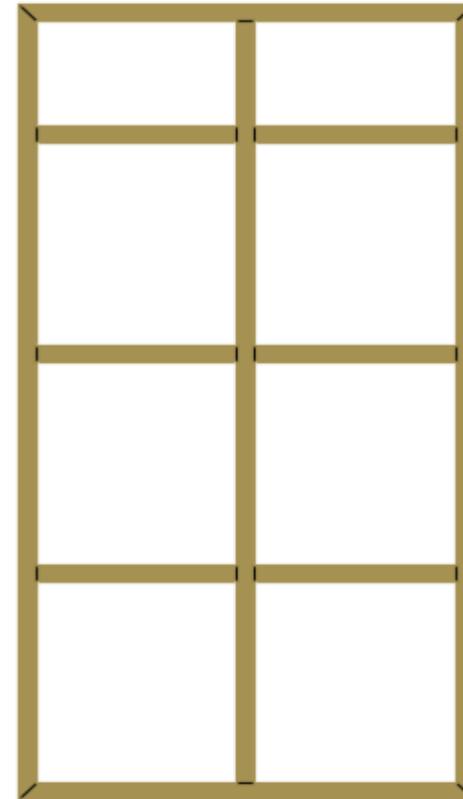


Tal como se muestra en el gráfico anterior, se describe en cuatro pasos este proceso:

Nº 1: **Hacer el marco**, que varía según el

tamaño de la edificación, sin embargo, mantiene un modulado similar al gypsum adaptándose al tamaño de las botellas y alrededor de las medidas 60cm X 60cm, procurando no dejar un espacio mayor a 1cm de holgura en la hilera de ecoladrillos situados en el interior del marco.

La proporción idónea del marco es que sea de la altura de la estructura y del ancho de medio listón de madera con la profundidad proporcional al diámetro de la botella a utilizar.



ESTRUCTURA DE MADERA

tomando como referencia una botella de 1140 ml de capacidad con dimensiones de 30.5 cm de alto por 8 cm de diámetro las medidas del marco son:

- 2.40 m de alto
- 1.27 m de ancho
- 8 cm de profundidad

Contando con 7 divisiones internas que refuerzan la estructura de madera tal como se muestra en la imagen.

Estos listones deben unirse con un ángulo de 90°.

Nº 2: **Colocar la malla**, este paso consiste en fijar una malla de gallinero en la estructura de madera con clavos o grapas, distanciándose entre sí 30 cm



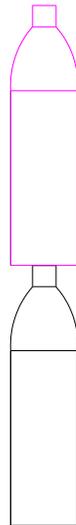
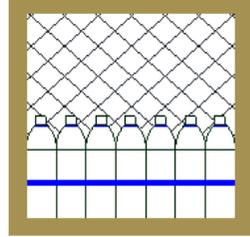
Insertar las botellas

Se ubican las botellas desde la esquina inferior del panel por capas horizontales, estas se amarran a la malla aproximadamente a 1/3 de su altura, fijándola en su posición y ubicando la siguiente al lado sin dejar espacios entre ellas de la misma forma, repitiendo este procedimiento hasta completar la primera hilera.

Luego se inserta la tapa de la primera hilera en el fondo de la segunda, y amarrándose a la malla igual que la primera repitiéndose este procedimiento hasta completar el panel.

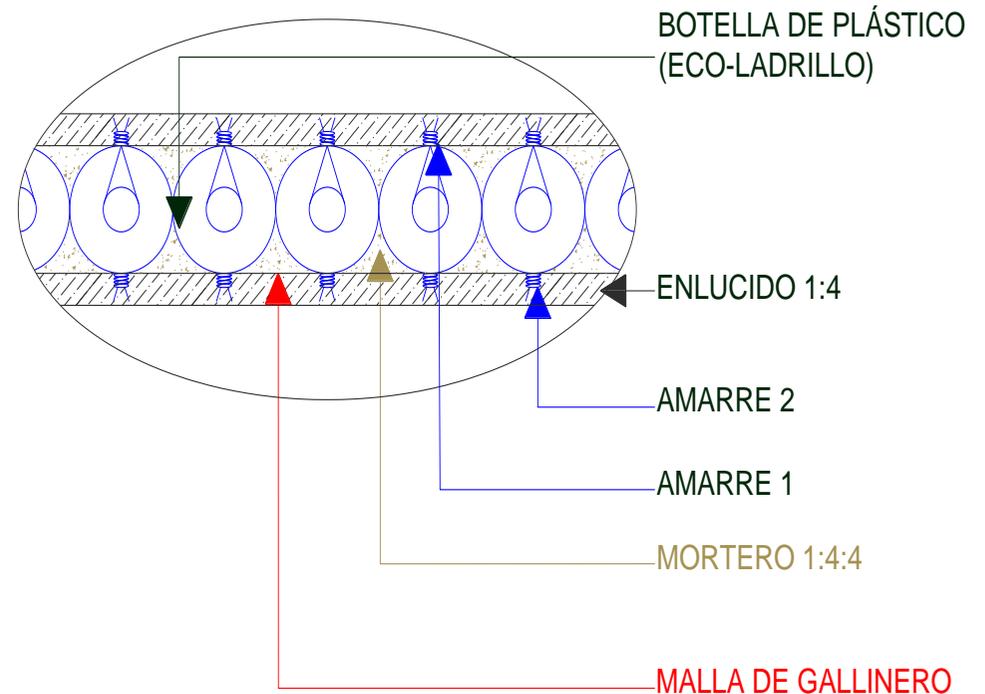
Nº 3

Incorporar botellas



debe amarrarse al pico de las botellas con alambre, asegurando así que quede unida a las botellas y estas mantengan su posición.

Estos amarres deben hacerse en ambas mallas para unir toda la estructura y que la misma sea más fácil de transportar y manipular al momento de construir.

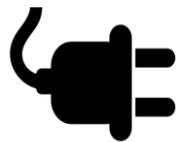


Nº 4:

Cerrar el otro lado del panel **con la otra malla** gallinera, fijándose igual con clavos o grapas, en a medida que se esté instalando,



En este tipo de mampuesto se realizan instalaciones de servicios al igual que en los convencionales, sin embargo, dado a su particular composición deben realizarse tomando en cuenta las siguientes recomendaciones las cuales varían según la orientación del ecoladrillo, estas serán descritas a continuación:



Instalaciones eléctricas

Esta conforma por tomacorrientes e interruptores, ambas estarán empotradas en el mampuesto y su instalación depende del proceso con cual proceso se construye.

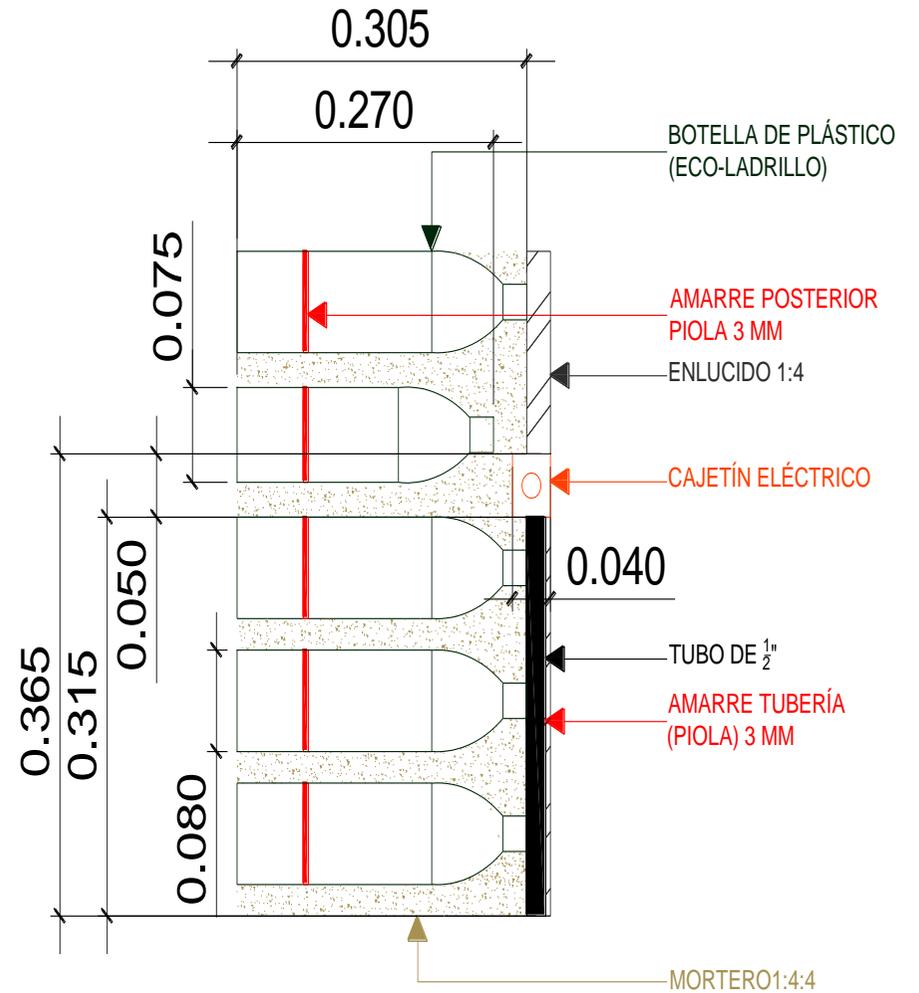
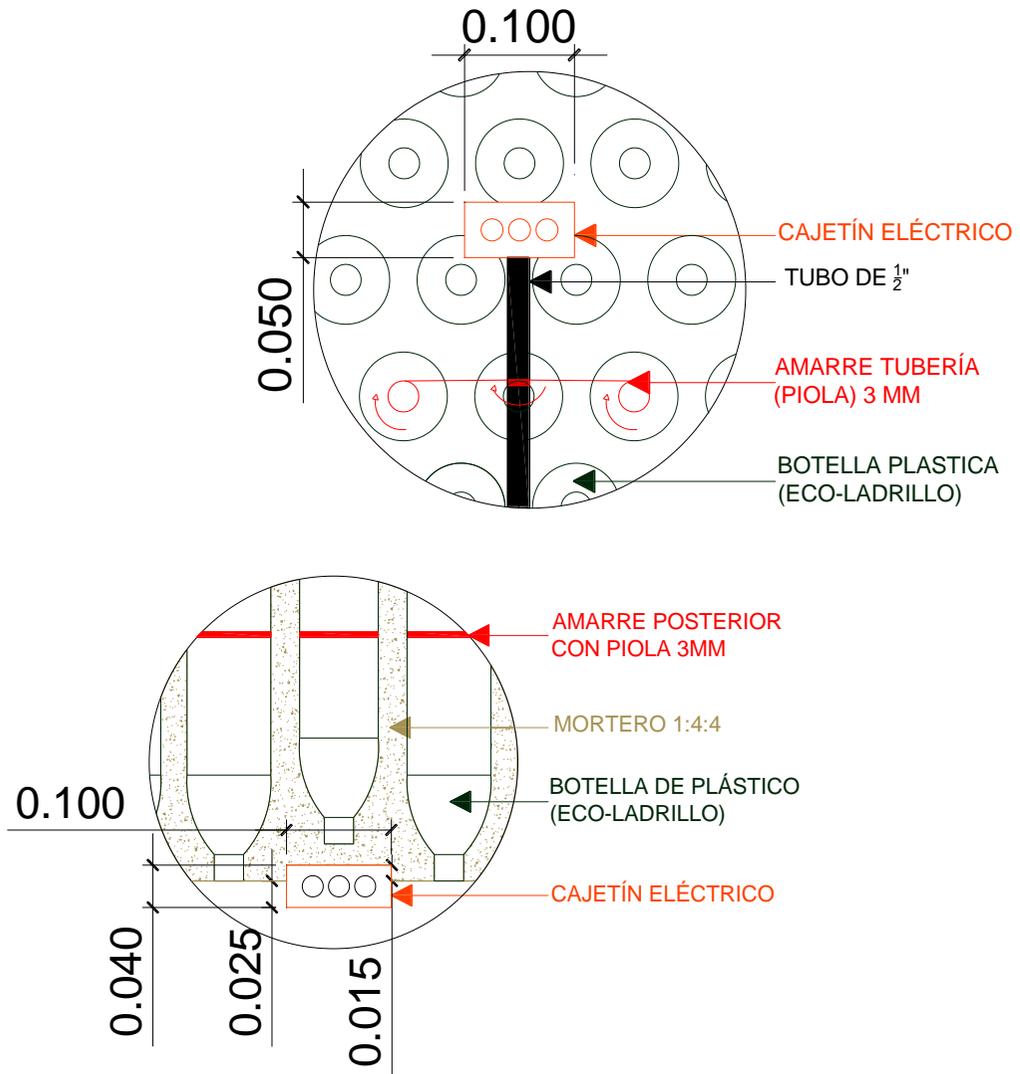


PROCESO HORIZONTAL

Los cajetines serán ubicados en el espacio existente entre el pico de las botellas cubriendo lo que pueda sobresalir con el enlucido, de manera que quede al nivel de este último.

Las tuberías de electricidad irán sobre la tapa de las botellas amarradas a ellas con piola (3mm) tal como se muestran en las siguientes imágenes:





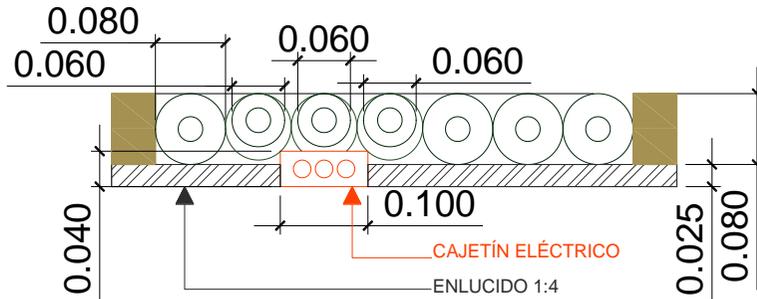
Mostrando así que estas quedan totalmente cubiertas con enlucido, empotrándose igual que en los sistemas constructivos tradicionales



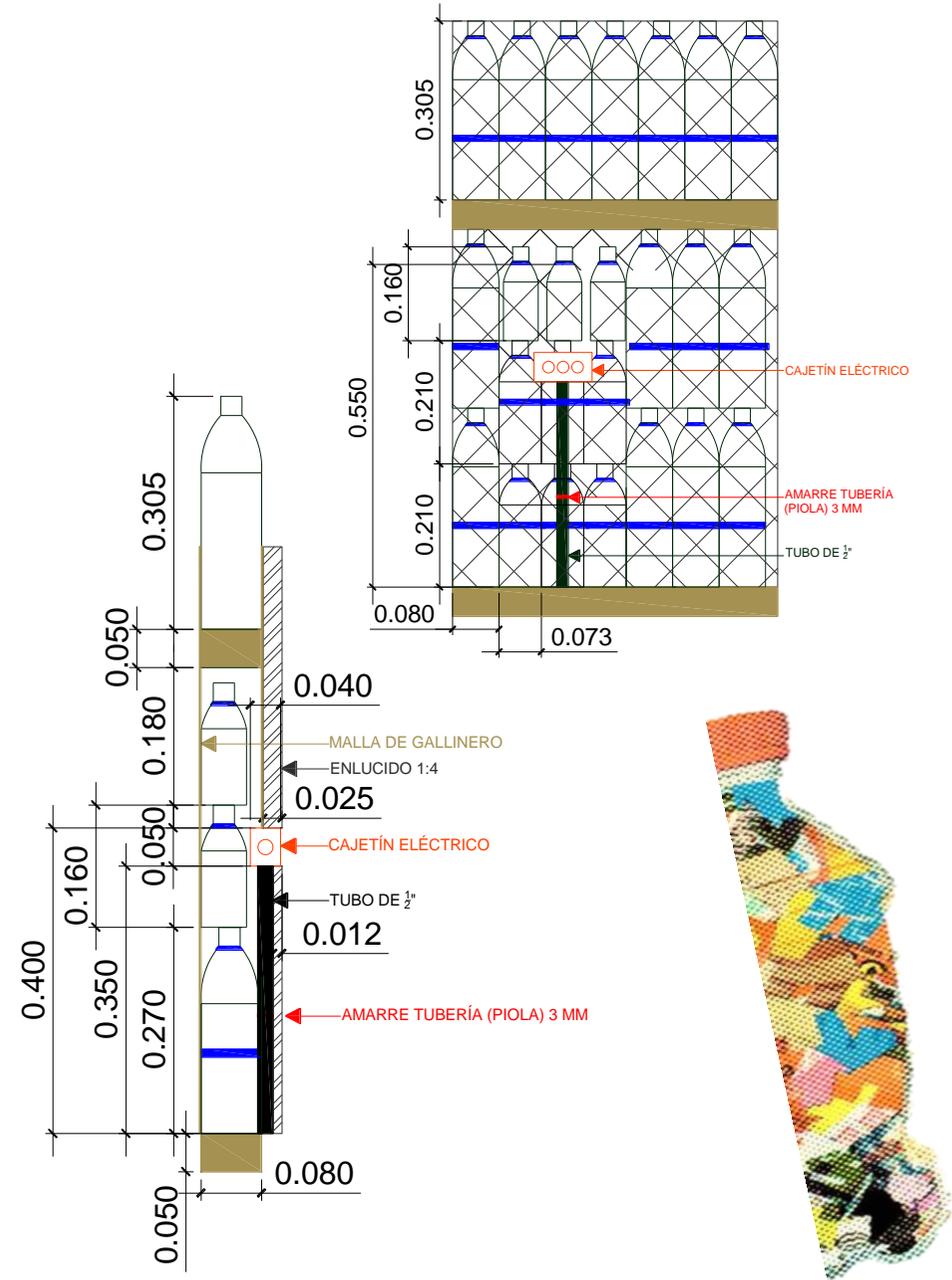
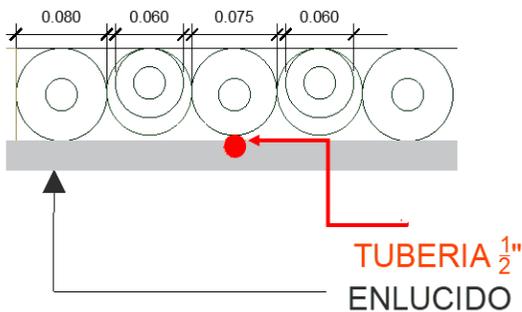
PROCESO VERTICAL

En este proceso se construirá con botellas más pequeñas en el área destinada a cajetines, cortando la malla de un tamaño proporcional al cajetín para su instalación

Las tuberías se fijarán al nivel de las botellas



que serán un poco más pequeñas que la estándar, pero más grande que las utilizadas para incrustar el cajetín, sujetándose a las mismas con alambre para posteriormente quedar empotradas con el enlucido tal y como se muestran en las siguientes ilustraciones:





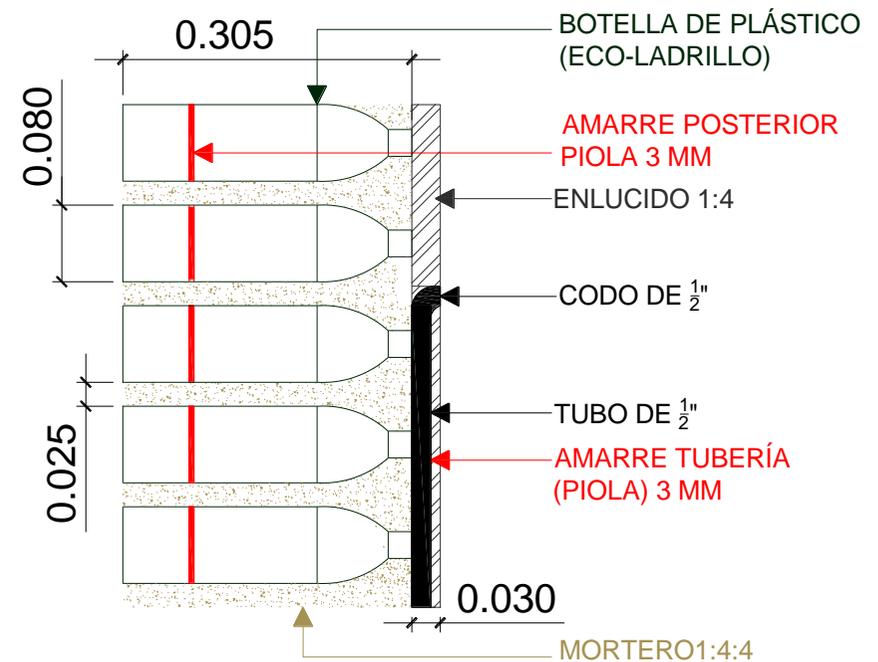
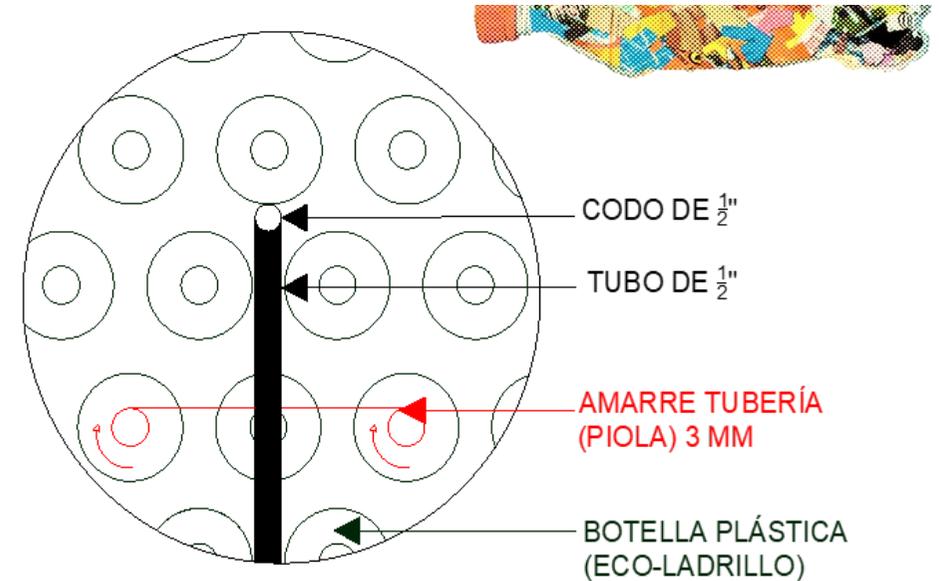
Instalaciones de agua potable

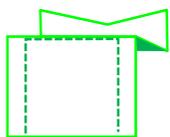
Estas constan de las tomas de agua potables dentro de la vivienda, como el área de la cocina, lavadero y baño, instalación al igual que la anterior depende con cual proceso se construya.

PROCESO HORIZONTAL

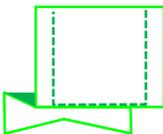
Al igual que en la instalación eléctrica la tubería estará sobre la tapa de las botellas, diferenciándose únicamente por dejar un codo de 1/2" por fuera del mampuesto con el fin de facilitar la toma, al culminar su construcción.

Las mismas son sujetas a las botellas con piola, y posteriormente empotradas en su posición con el enlucido, como se observan en las siguientes imágenes.



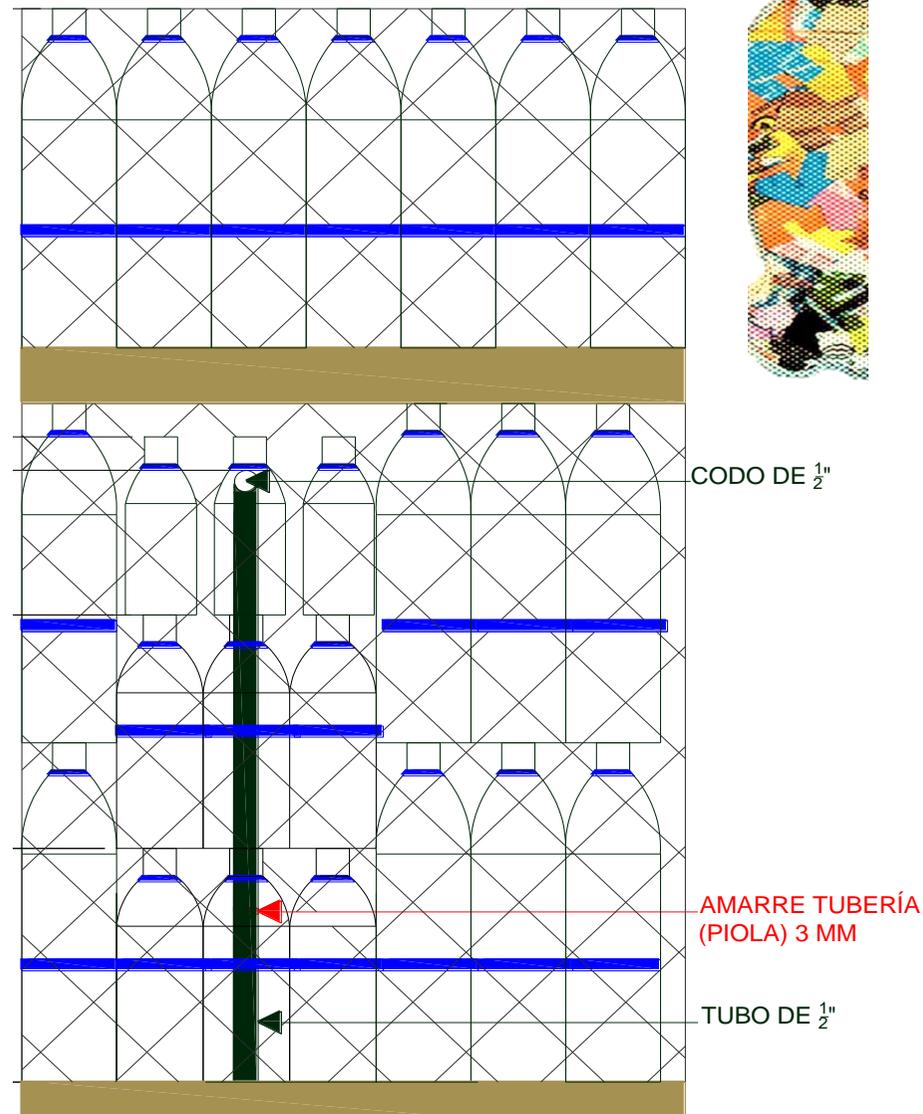
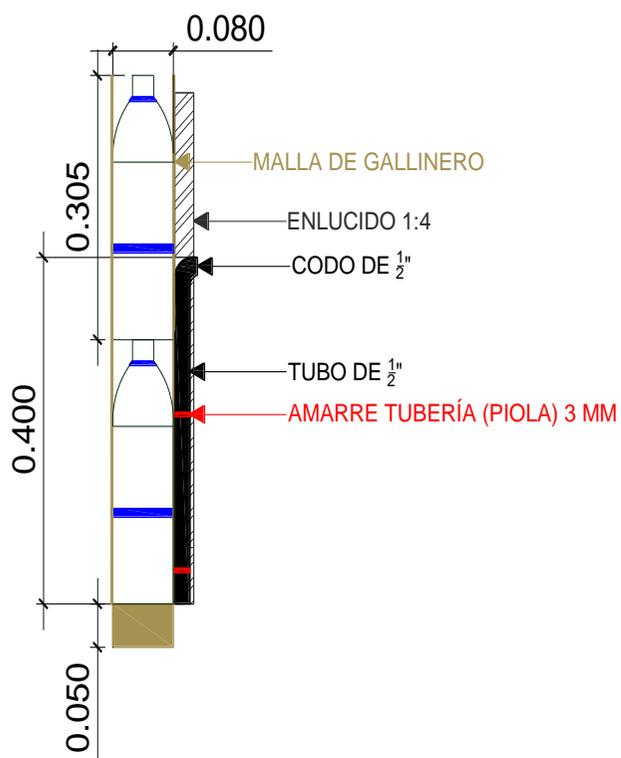


PROCESO VERTICAL



Las tuberías se fijarán al nivel de las botellas, las cuales deben ser un poco más pequeñas de diámetro que las estándar, pero más grandes que las utilizadas para la instalación de cajetines, aplicando la misma

técnica que para la instalación de tuberías eléctricas, con la excepción que se deja por fuera un codo de $\frac{1}{2}$ " para las próximas conexiones tal y como se muestran en las siguientes ilustraciones:



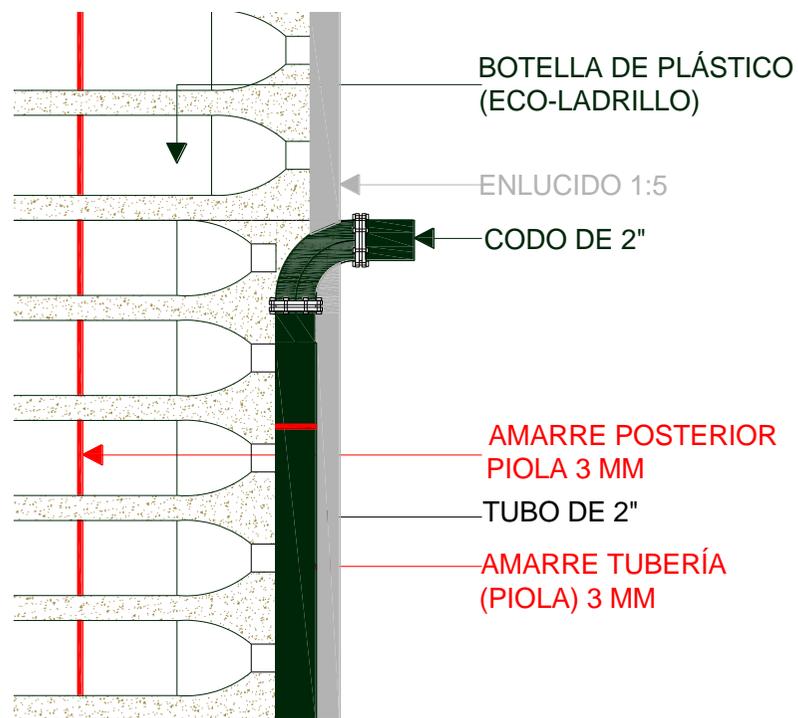
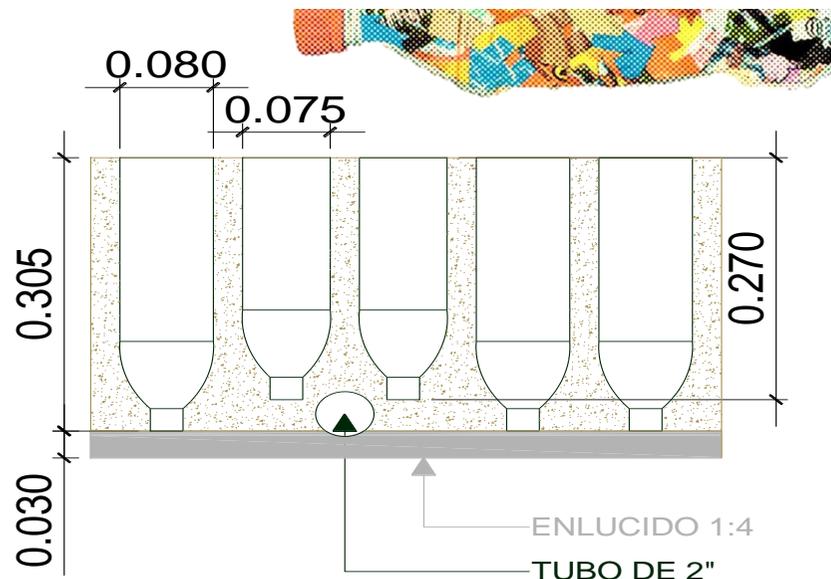


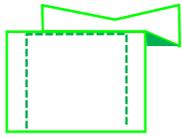
Instalaciones de Desagües

Están destinadas para instalaciones de lavamanos, lavaplatos y lavanderías, su disposición se clasifica en proceso vertical y horizontal que son descrita de la siguiente forma:

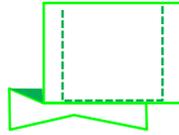
PROCESO HORIZONTAL

Para esta instalación en toda el área donde será dispuesta la tubería de 2" se construirá con la botella de menor diámetro oscilando entre medidas de 5 y 6 cm de diámetro, sujetándose de la misma manera que en las instalaciones anteriores.

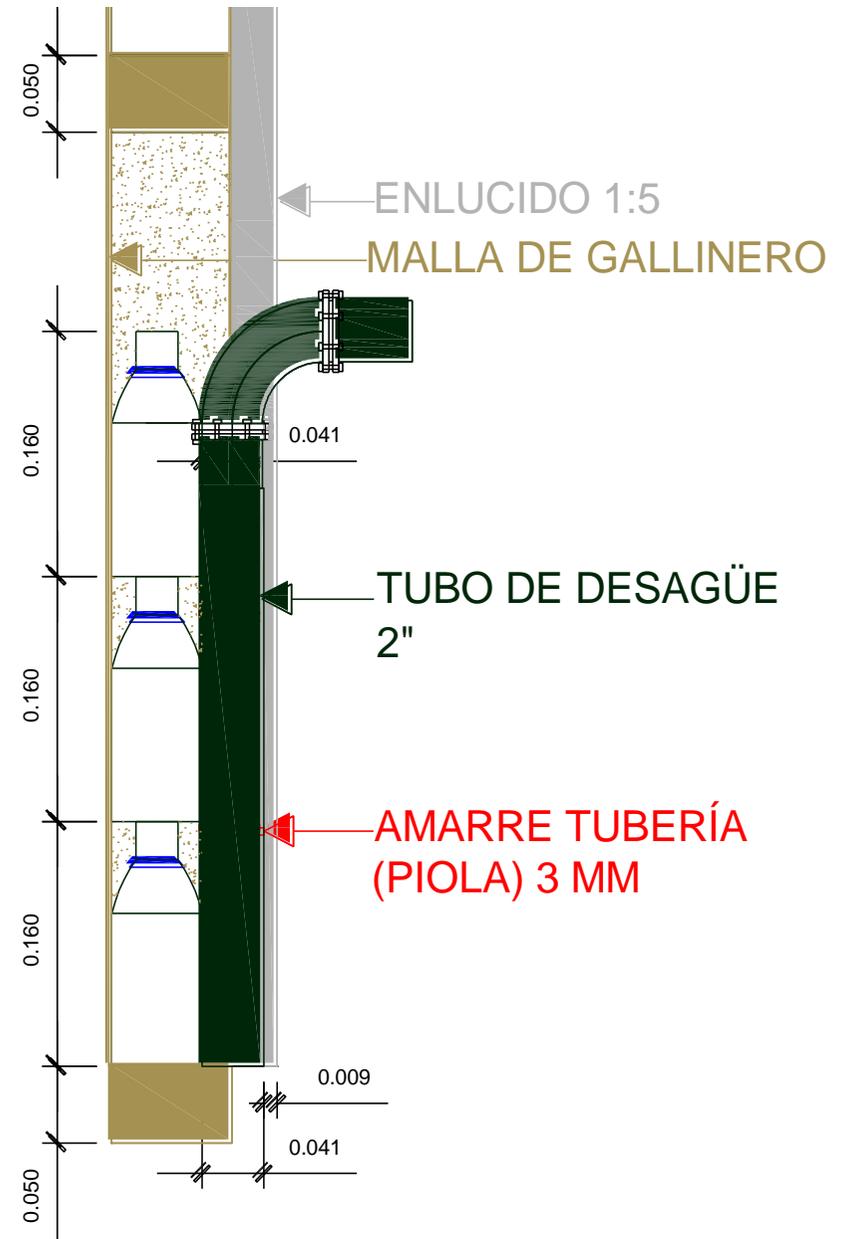
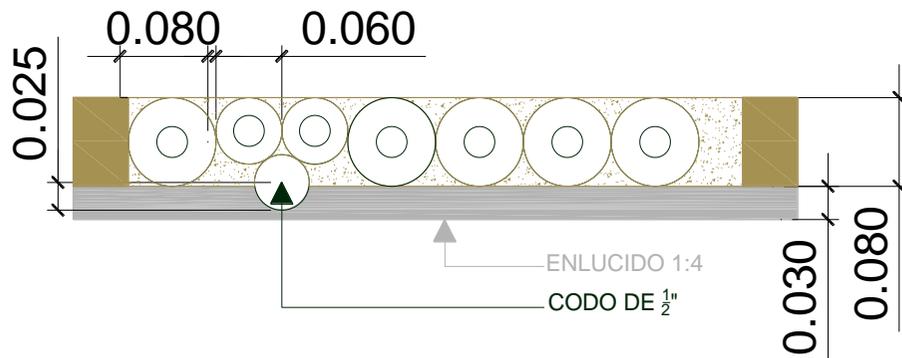


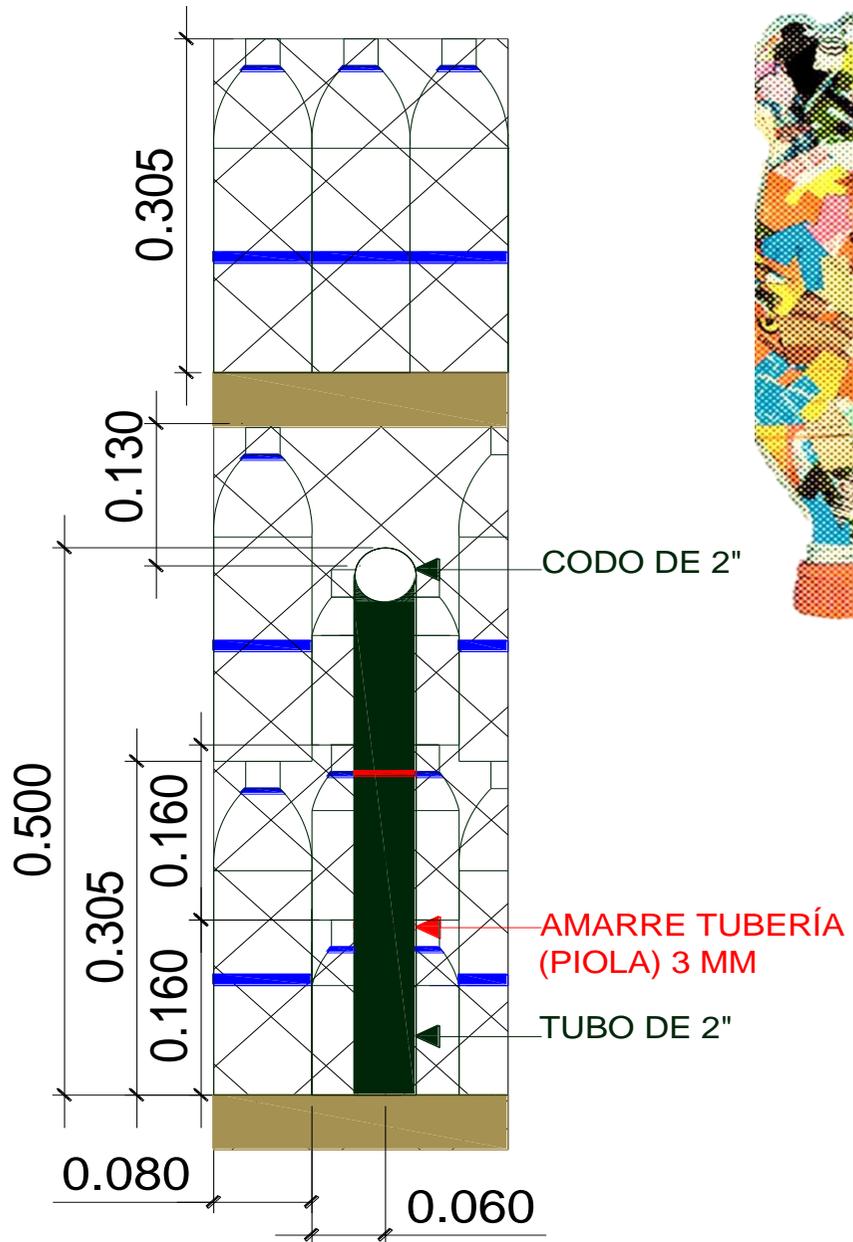


PROCESO VERTICAL



Este proceso se realiza construyendo con botellas del mismo diámetro que las utilizadas para la instalación de cajetines y en el espacio de la curva entre estas botellas será dispuesta la tubería de 2", fijándose con alambre para posteriormente cubrir el área que sobresale del marco con enlucido, tal como se muestra en las siguientes imágenes:





Instalación de Lavamanos

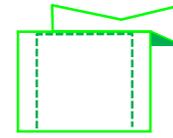
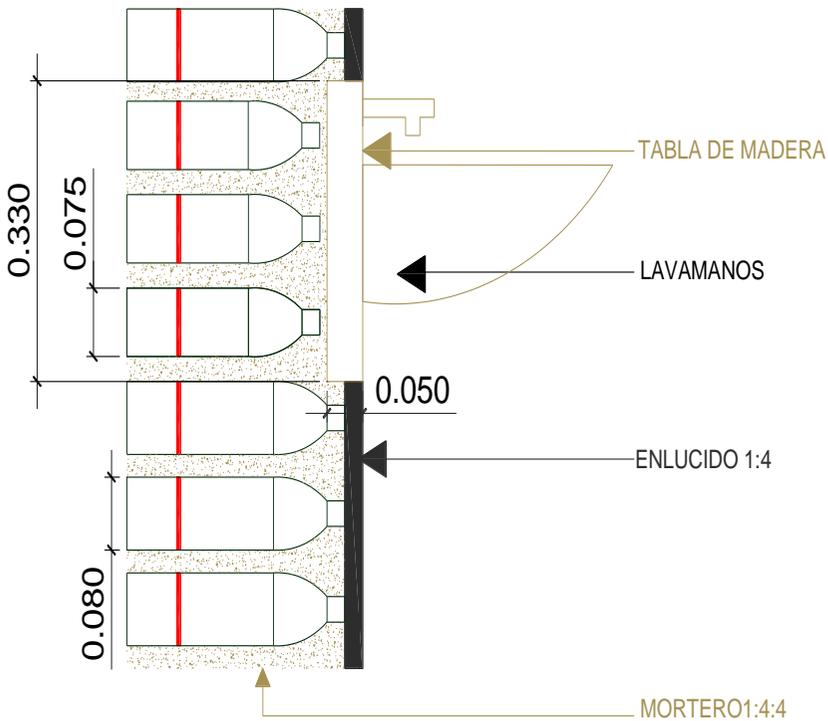
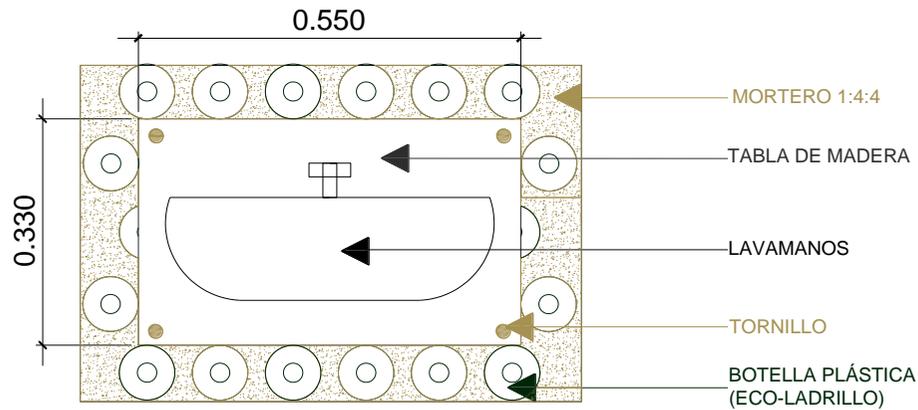


En el proceso de construcción de la estructura, se realizarán las instalaciones hidrosanitarias de manera convencional, exceptuando la instalación del lavamanos ya que será empotrado, y considerando la composición del mampuesto debe realizarse de la siguiente forma:

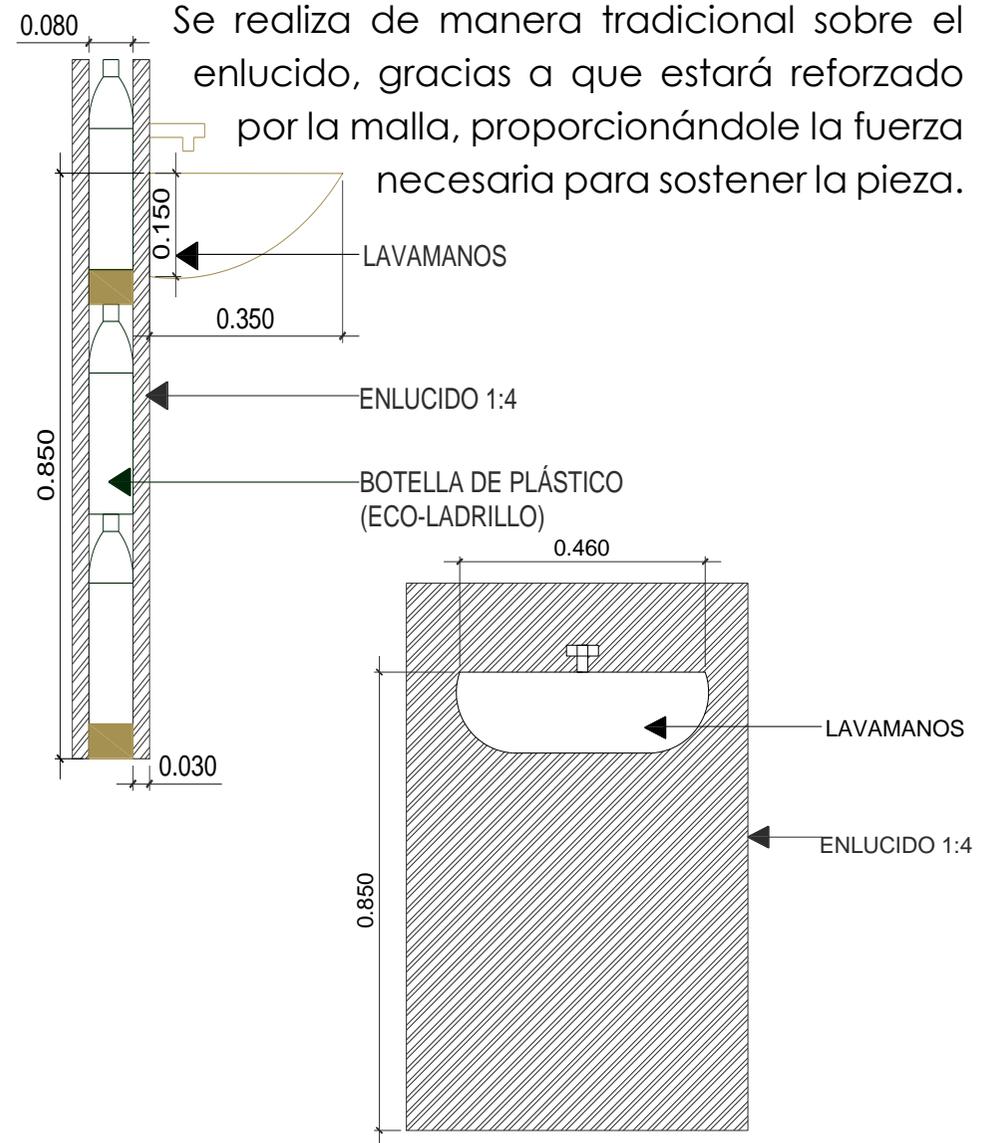
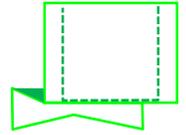
PROCESO HORIZONTAL

Se construirá con botellas más pequeñas con el fin de incrustar una tabla de madera resistente, de 0.05m espesor y medidas acordes al tamaño del lavamanos, fijándose al mampuesto con tornillos, proporcionándole la estabilidad necesaria para resistir el peso de la pieza sanitaria; el enlucido del mampuesto debe quedar al mismo nivel que la

superficie de la tabla, representándose de la siguiente manera:



PROCESO VERTICAL

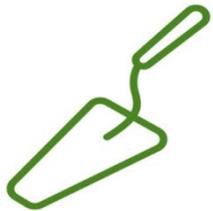




Enlucidos y acabados

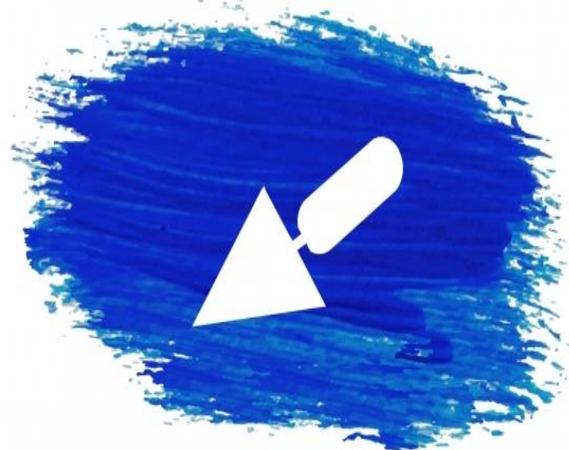
Estos se aplican de la misma forma en ambos procesos constructivos, con un espesor estándar de 3cm. Su aplicación puede variar

según el tipo de enlucido el **común** o el **arenoso** descritos a continuación.

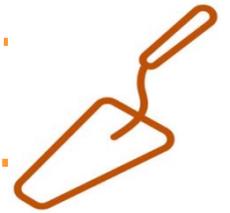


ACABADO COMÚN

Está compuesto por una combinación de **cemento** y **tierra**, por lo que es de fácil acceso para las comunidades rurales y se conforma por una mezcla de proporción 1:4 a la cual se agregara agua hasta obtener una consistencia moldeable, aplicándose dos manos de manera tradicional al mampuesto



ACABADO ARENOSO



Este se aplica igual que el acabado de común, diferenciándose por su conformación de **cemento** y **arena** en proporción 1:4 en el cual es recomendado usar algún impermeabilizante, por lo que al no contener cal y su constante exposición al sol tiende a rajarse.

El propósito de este manual además de fomentar el reciclaje y la preservación del medio



ambiente es enseñar los procesos constructivos con el ecoladrillo, para que se utilice este mecanismo según las necesidades y disponibilidad de cada comunidad.

TIPOS DE MUROS

Los procesos anteriores pueden combinarse según las necesidades de

cada vivienda, proponemos 6 tipos de muro utilizados en esta propuesta, explicándose a través de la siguiente tabla:

TIPO DE MURO	DESCRIPCION
M1	En este mampuesto se mantiene la orientación de la botella hasta el tope, no se hace ninguna modificación; es decir su proceso es continuo.
M2	Aquí la parte inferior del mampuesto desde el contrapiso hasta obtener una altura de 96 cm es construido con el proceso horizontal, y sobre este muro se construyen con el proceso vertical, donde el enlucido del panel vertical queda al nivel del fondo de la botella. Obteniendo una diferencia de espacio de 5 cm a favor del interior del mampuesto lo que se puede aprovechar de diversas maneras.
M3	En este tipo de muro se construye de manera horizontal únicamente en el área donde se reposará la ventana, y el resto del muro será construido con paneles verticales. Resultando la diferencia del espacio hacia el exterior de la ventana.

M4

Aquí se construirá de manera horizontal en todo el muro hasta la altura en que se ubique la ventana, tras instalar la ventana el resto del muro se construye con paneles verticales. Resultando la diferencia de espacio hacia el interior del mampuesto, ideal para baños y cocinas.

M5

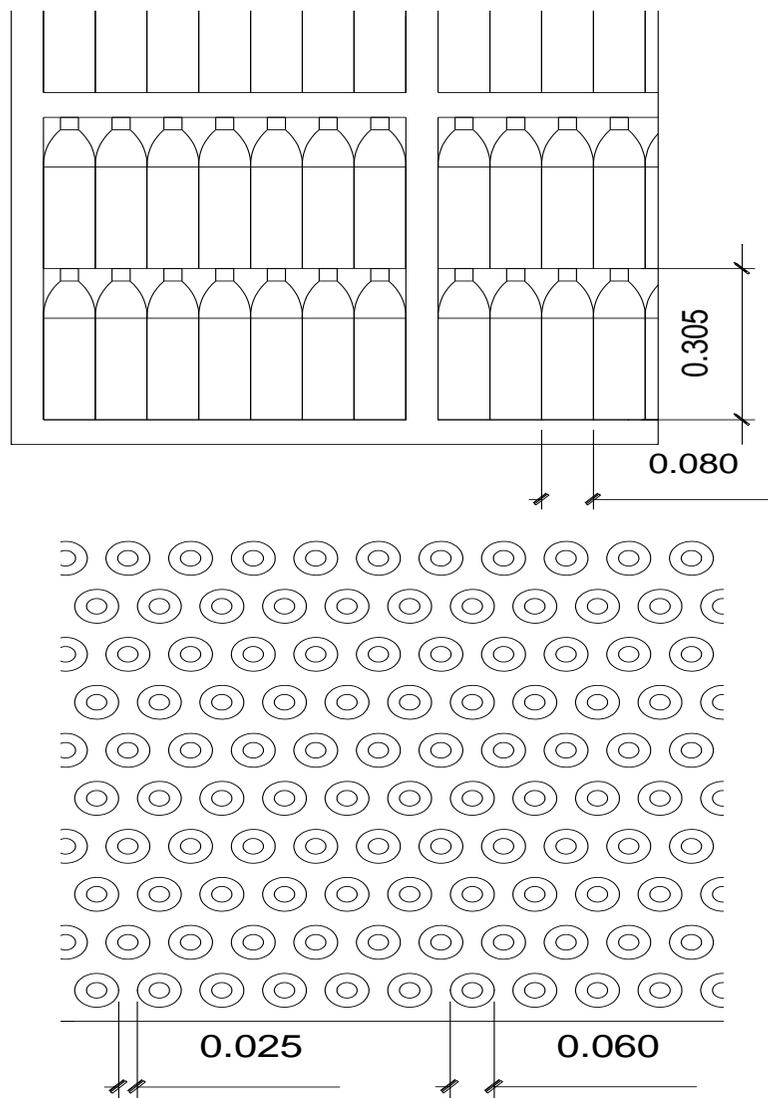
En este tipo de mampuesto se construye igual que el segundo solo que aquí se revierte la posición de los paneles verticales, aprovechando el espacio en ambas partes del muro. Ideada para ubicarse en las paredes divisorias de habitaciones.

M6

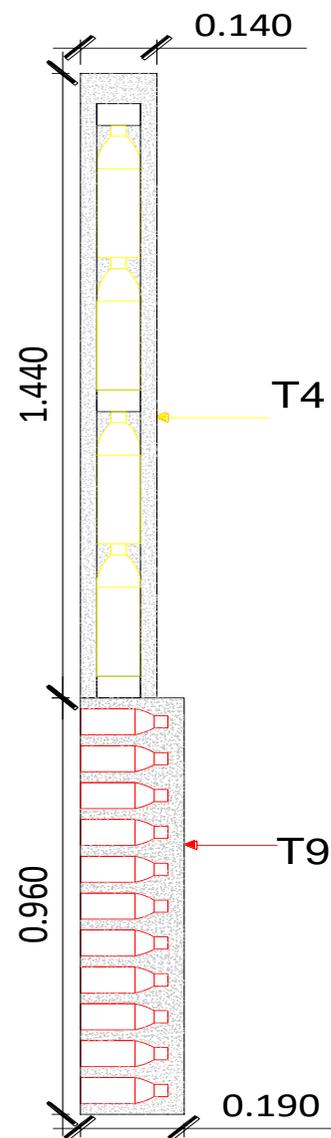
Este último tipo de muro se construye igual que el cuarto, con la excepción que no se instalaran ventanas, sino paneles verticales proporcionándonos una diferencia de espacio hacia el interior de la vivienda. Ideal para empotrar muebles o construir repisas. Proporcionándole un atractivo al muro que a su vez sería de gran utilidad

Representándose con los siguientes planos:

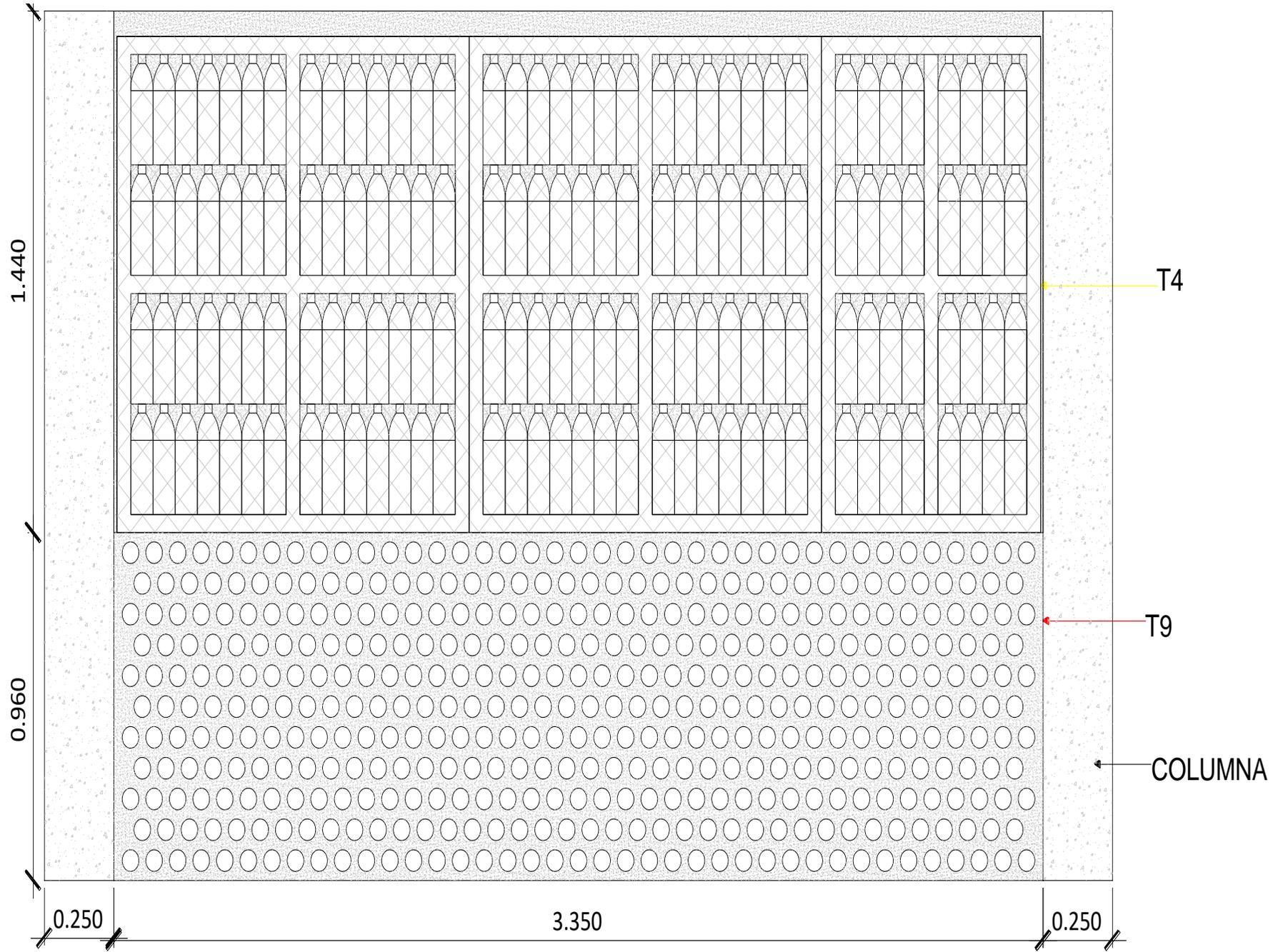
M1 Consiste en una pared uniforme con un solo tipo de proceso constructivo sea vertical u horizontal:



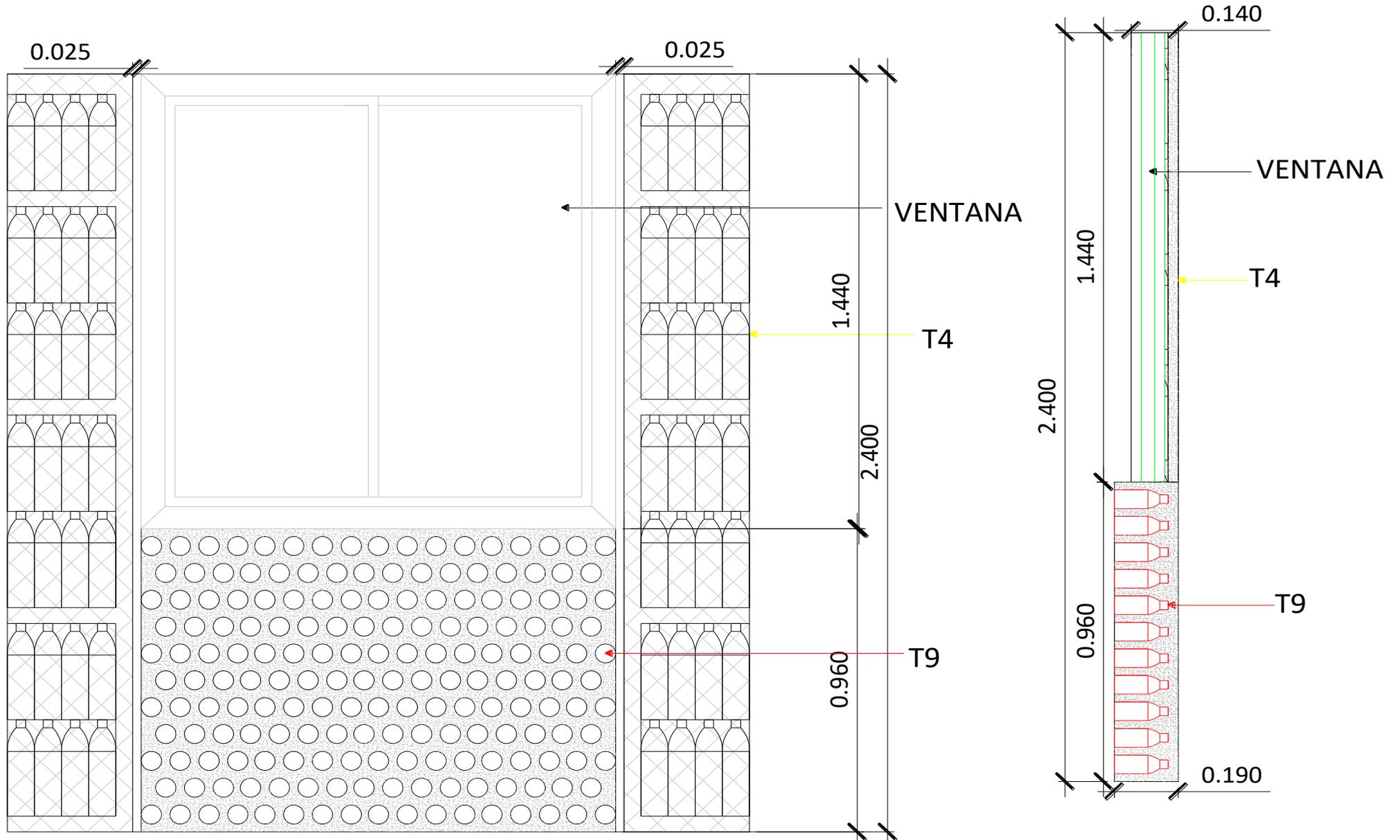
M2: Está compuesto por botellas en posición horizontal en el inferior del mampuesto y por paneles verticales en la parte superior.



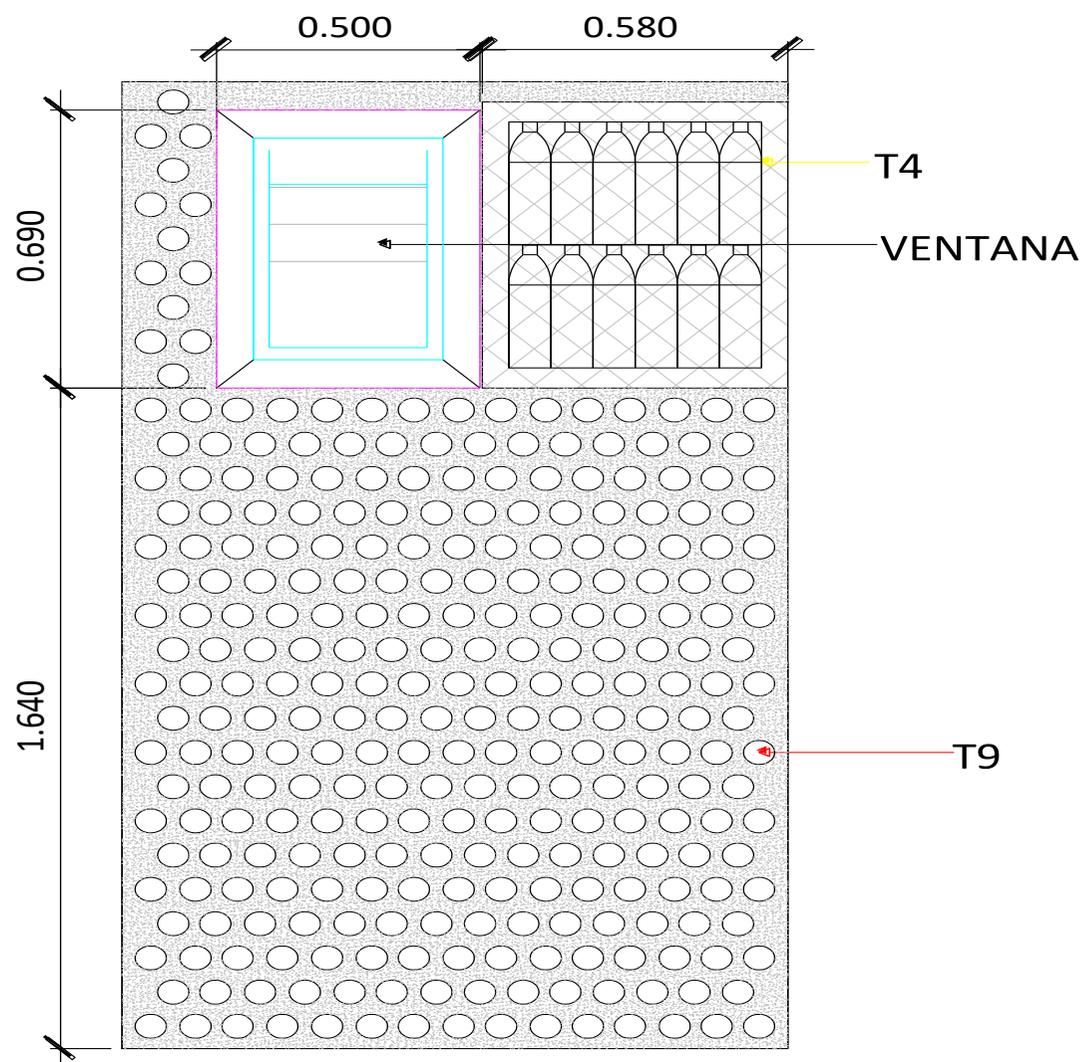
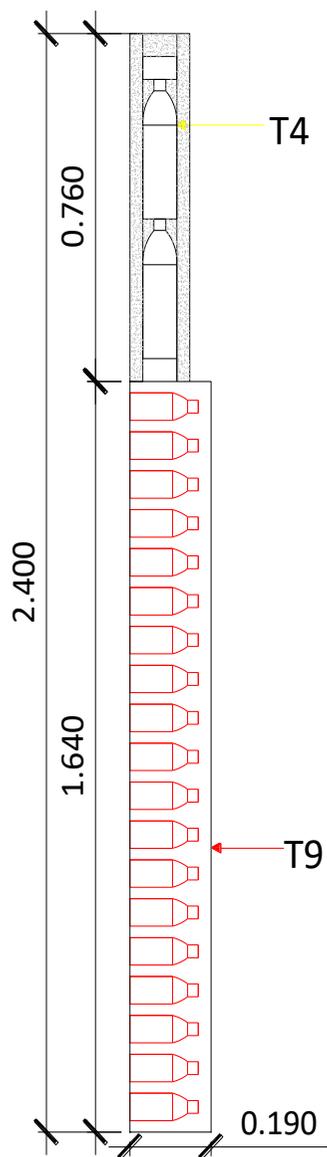
M2:



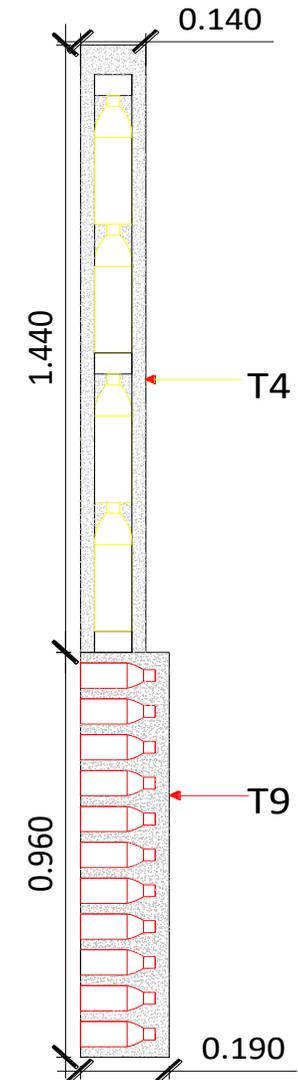
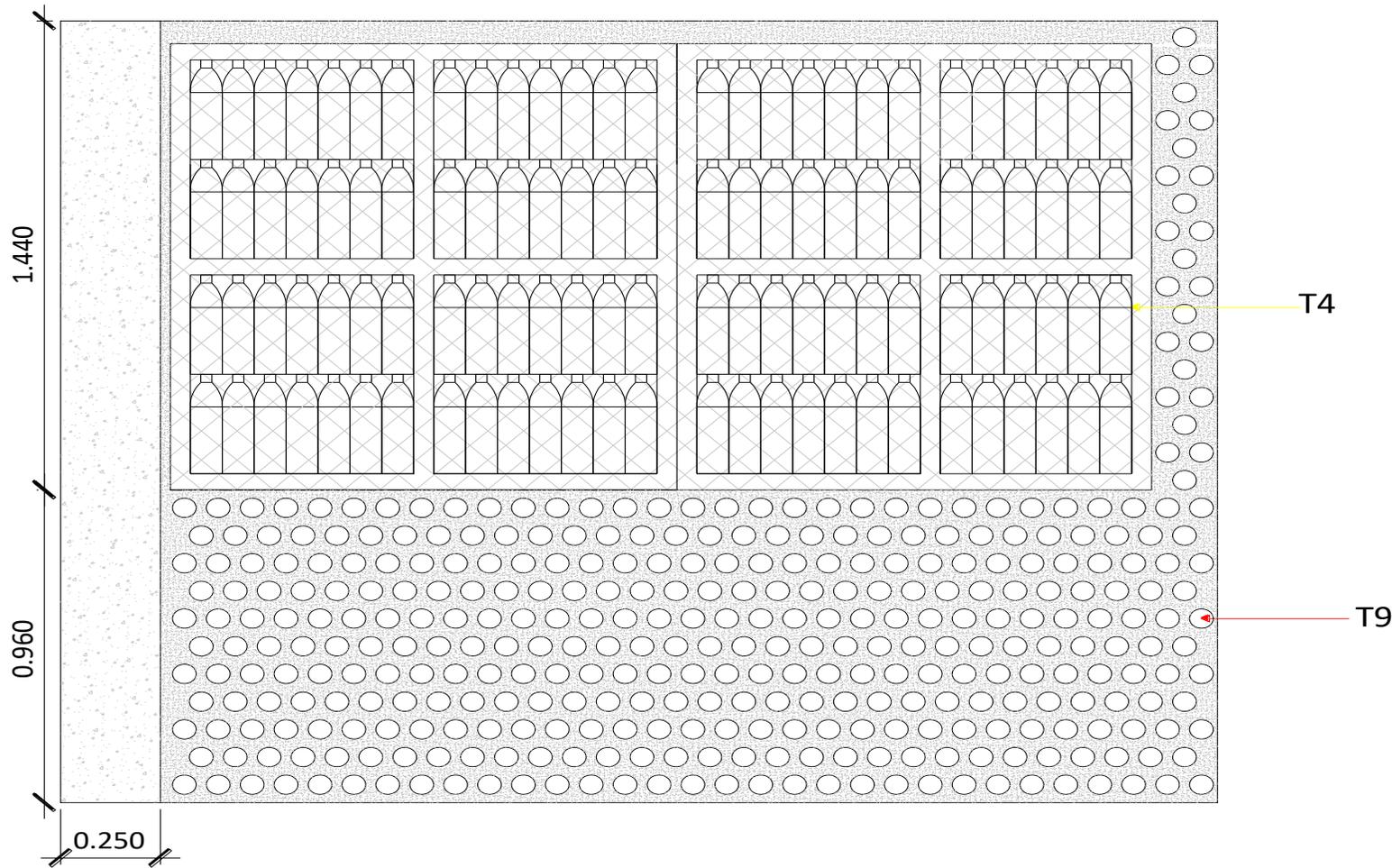
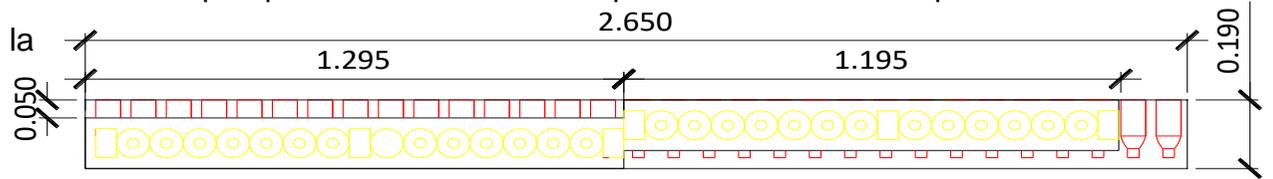
M3: Está compuesto por botellas en posición horizontal en el inferior del mampuesto solo en el área donde estará la ventana y por paneles verticales en el resto del muro.



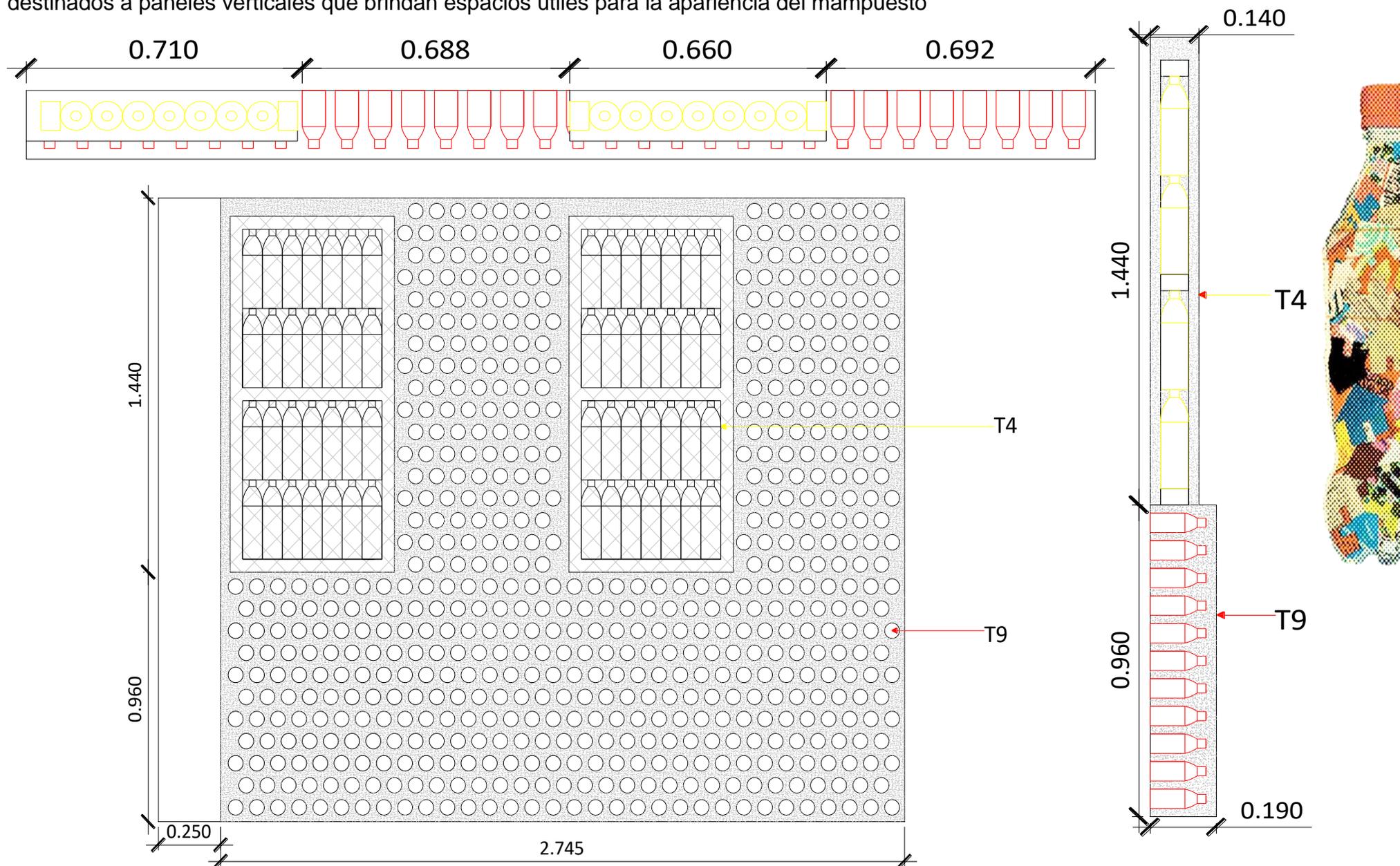
M4: Está compuesto por botellas en posición horizontal hasta el nivel donde se ubicará la ventana, y solo a un lado de la misma, se terminará la pared con paneles verticales, ideal para ventanas altas de baños y cocinas, ubicando la diferencia de espacio hacia el interior del muro, optimizando el mampuesto para este uso.



M5: Está compuesto por botellas en posición horizontal en el inferior del mampuesto hasta una altura de 96 cm y luego se completa el muro con paneles verticales invirtiendo el sentido del vano, de tal manera que quedara intercalado el espaciado dándole un aspecto de llenos y vacíos lo que nos ayudara en la parte formal de la propuesta.



M6: Este tipo de muro se caracteriza por construirse en su mayoría con T9 (botellas de 300 ml de manera horizontal) exceptuando en espacios destinados a paneles verticales que brindan espacios útiles para la apariencia del mampuesto

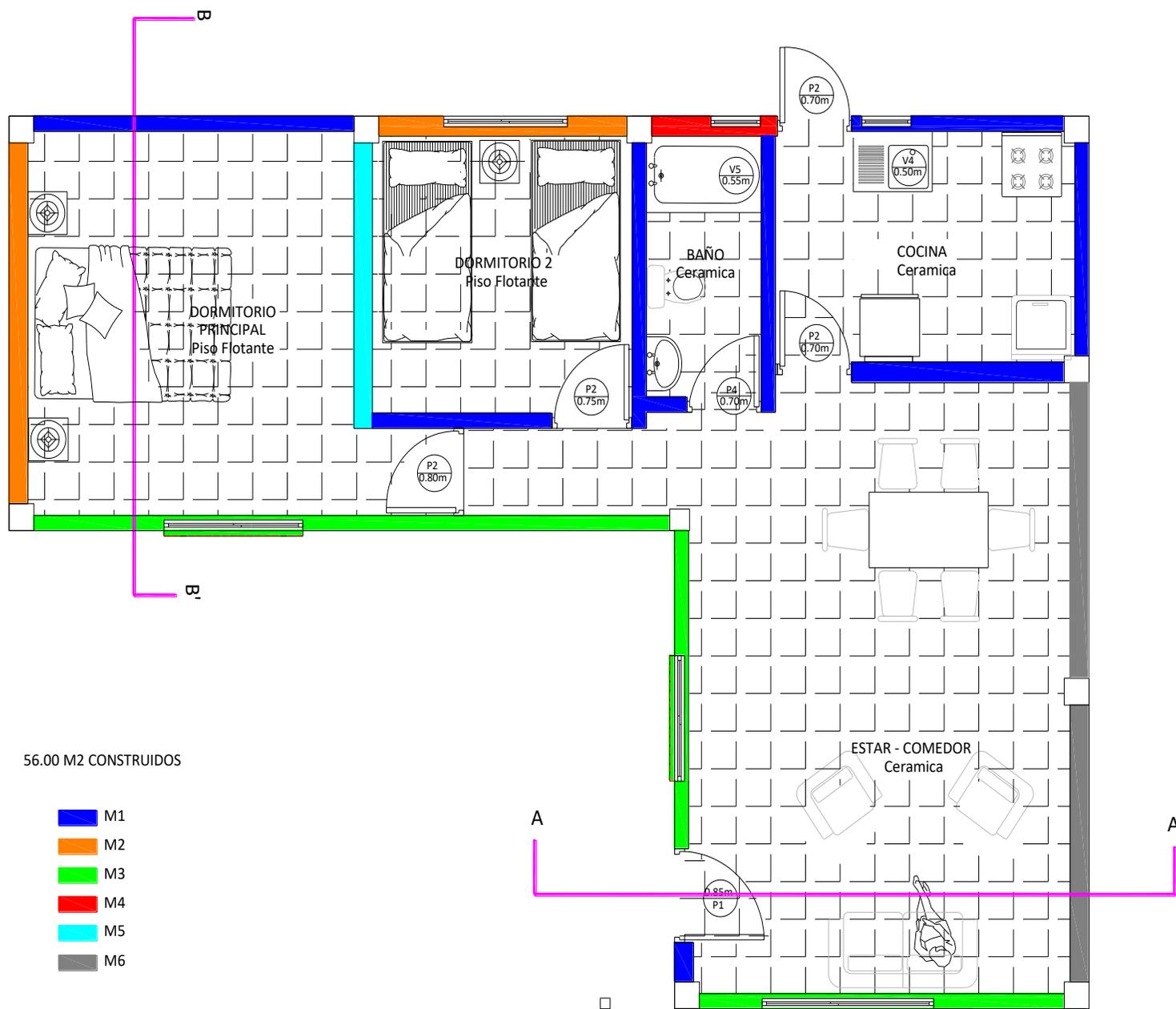


DISTRIBUCION DE MUROS

Tras especificar los tipos de muros proponemos aplicarlo en una vivienda de 56 m² como se muestra en el siguiente plano:

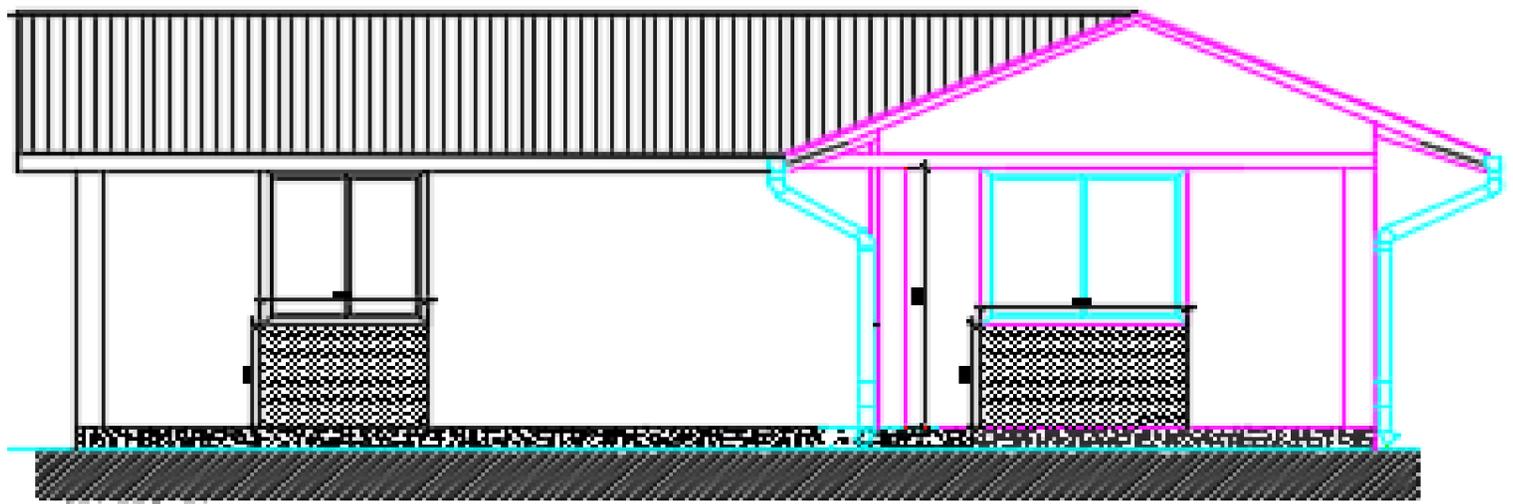
Recordando que estos tipos de muros se adaptan a las necesidades de cada constructor.

Sin embargo, la distribución mostrada en este manual asegura una optimización de la funcionalidad de los muros y el espacio.





VISTA POSTERIOR



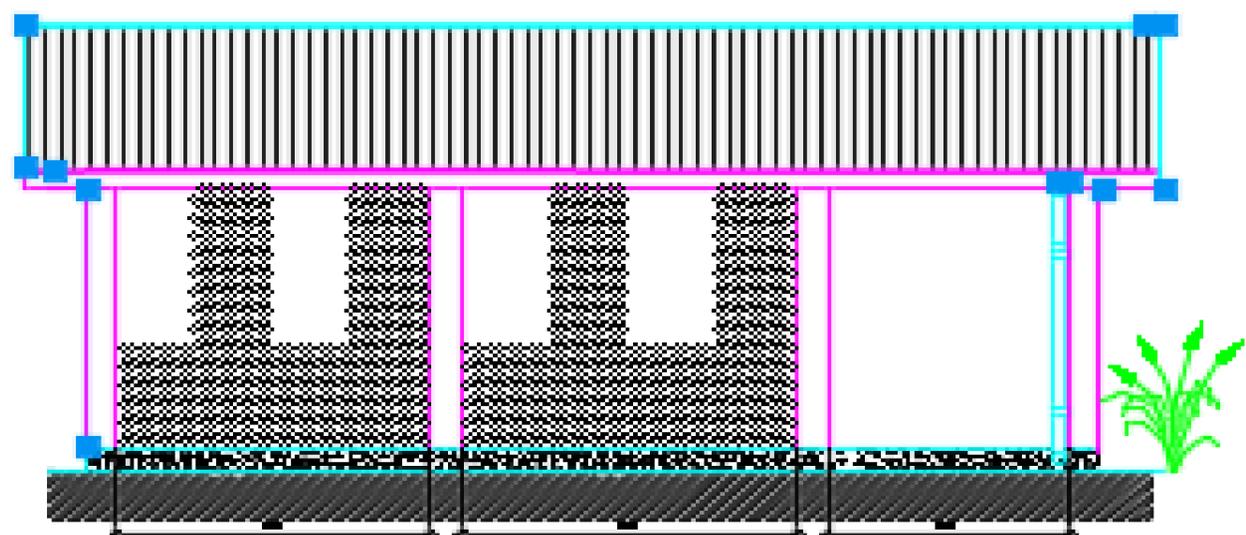
VISTA FRONTAL



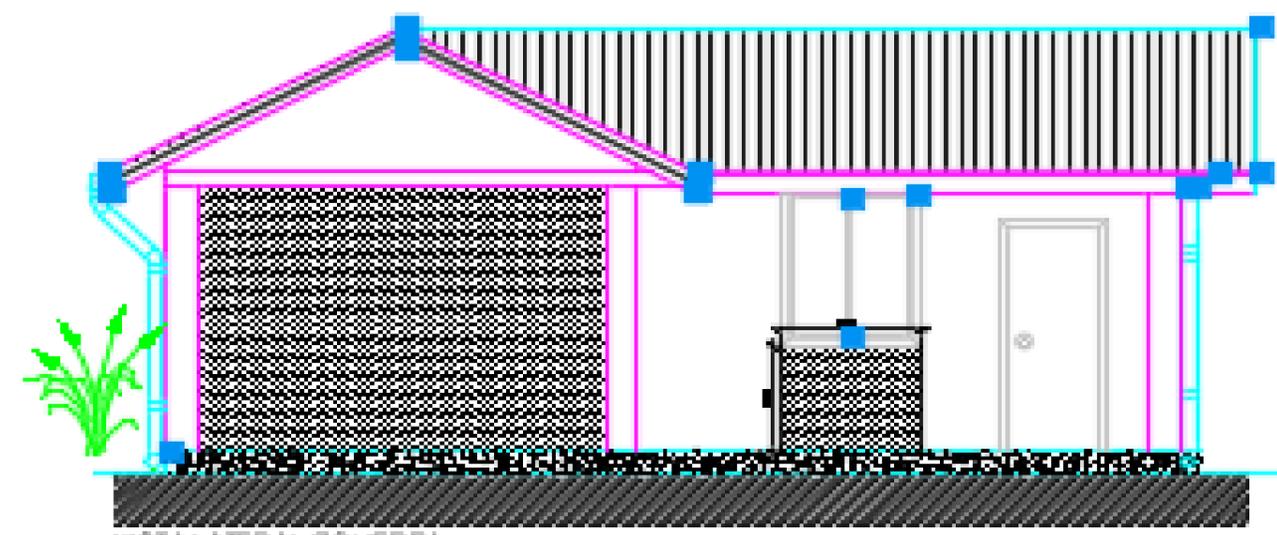
MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE
UNA CASA FAMILIAR MEDIANTE
EL USO DE BÓTELLAS
PLÁSTICAS RELLENAS DE
MATERIALES REUSABLES.

[Redacted text]

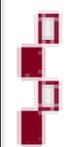
VISTA FRONTAL-POSTERIOR.



VISTA LATERAL DERECHA



VISTA LATERAL IZQUIERDA



MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE UNA CASA FAMILIAR MEDIANTE EL USO DE BÓTELLAS PLÁSTICAS RELLENAS DE MATERIALES REUSABLES.

[Redacted text]

VISTA LATERAL IZQUIERDA Y DERECHA

