

# DISEÑO DE UN SISTEMA DE SANEAMIENTO AUTOCONSTRUIBLE CON MATERIALES VERNÁCULOS EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO

## DESIGN OF A SELF-BUILD SANITATION SYSTEM WITH VERNACULAR MATERIALS IN THE MEZQUITAL VALLEY, HIDALGO

Rodríguez Ruiz Jorge<sup>1</sup>, Cañedo Cruz Julio<sup>2</sup>, Juárez Maqueda Edgar<sup>2</sup>, Pérez-Herrera, Luis<sup>1</sup>, Aguilar Ojeda, Cristy<sup>1</sup>, Ana María Rodríguez Meza<sup>3</sup>

1 Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, División. Arquitectura.  
Paseo del Agrarismo 2000, Carr. Mixquiahuala - Tula, Km 2.5. Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo, C.P. 42700.  
jrodriguez@itsoeh.edu.mx

2 Estudiantes de la carrera de arquitectura del Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo,

3 Sin Adscripción

**RESUMEN** Hábitat rural sostenible para regiones semiáridas. Sistematización y normalización de la construcción con materiales naturales y la producción agroecológica, es un proyecto cuyos objetivos son el de documentar y analizar científicamente saberes tradicionales, así como el diseño para la autoconstrucción e implementación de ecotecnias con materiales naturales. Con base en un análisis territorial donde se caractericen regiones semiáridas, se identificó a Mixquiahuala de Juárez dentro del cual en algunas de sus viviendas se carece de un sistema de drenaje municipal o de saneamiento adecuado; por esta razón se plantea la necesidad de investigar alternativas que podrían cubrir dicha necesidad. Por lo que se planteó investigar sobre ecotecnias de este tipo, como el baño seco, la letrina y la fosa séptica; donde a partir de un análisis a estas, se reconocieron las cualidades como el aprovechamiento de nutrientes, su impacto ambiental. A partir de esta información se estableció el objetivo de diseñar un sistema de saneamiento el cual podría ser autoconstruible, económico, con materiales vernáculos y de bajo impacto ambiental para una familia de cuatro personas en Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo. La justificación para implementar algunos de los sistemas de saneamiento (baño seco, letrina o fosa séptica) es que dos de ellos no necesitan de agua para realizar su función, aunado a esto, estos sistemas se plantean que sea autoconstruible con materiales vernáculos para su construcción lo que reduce los costos. Finalmente, como resultado, se presenta en este manuscrito el diseño de un manual de tres sistemas de saneamiento con materiales vernáculos y autoconstruible para familias de la región del Valle del Mezquital.

**Palabras clave:** saneamiento, sustentabilidad, autoconstrucción

**ABSTRACT** Sustainable rural habitat for semi-arid regions. Systematization and standardization of construction with natural materials and agroecological production, is a project whose objectives are to document and scientifically analyze traditional knowledge, as well as the design for self-construction and implementation of eco-techniques with natural materials. Based on a territorial analysis where semi-arid regions are characterized, Mixquiahuala de Juárez was identified within which some of its homes lack a municipal drainage system or adequate sanitation; For this reason, there is a need to investigate alternatives that could cover this need. Therefore, it was proposed to investigate eco-techniques of this type, such as the dry toilet, the latrine and the septic tank; where, based on an analysis of these, qualities such as the use of nutrients and their environmental impact were recognized. From this information, the objective was established to design a sanitation system which could be self-constructed, economical, with vernacular materials and with low environmental impact for a family of four people in Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo. The justification for implementing some of the sanitation systems (dry toilet, latrine or septic tank) is that two of them do not need water to perform their function. In addition to this, these systems are proposed to be self-constructed with vernacular materials for their construction. which reduces costs. Finally, as a result, the design of a manual of three sanitation systems with vernacular materials and self-construction for families in the Mezquital Valley region is presented in this manuscript.

**Keywords:** sanitation, sustainability, self-construction

## INTRODUCCIÓN

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), para el año 2015 aproximadamente 2.300 millones de personas vivían aún sin inodoro, mientras que el 10% de la población satisface sus necesidades sanitarias a la intemperie<sup>1</sup>.

En México alrededor de 791 mil 233 familias (2.48%) no tienen servicios sanitarios, es decir, emplean otros sistemas como las fosas sépticas o incluso cubren esta necesidad fisiológica al aire libre. Esto deriva en graves enfermedades gastrointestinales que pueden llevar a la muerte; en el país no existe información concreta que hable sobre las defunciones originadas por este problema<sup>2</sup>.

Existen zonas en donde debido a su ubicación geográfica además de carecer del acceso al agua se ven en la necesidad de afrontar un clima seco con altas temperaturas y poca precipitación pluvial a lo largo del año, tal es el caso del municipio de El Cardonal en el Estado de Hidalgo mismo que se encuentra denominado como una zona semiárida debido a su escasez de lluvia y altas temperaturas en verano, está conformado por 80 localidades, es un municipio que comienza con su crecimiento, a pesar de esto existen comunidades que se encuentran alejadas de la zona céntrica lo cual dificulta el acceso a servicios básicos para una vida digna.

El acceso al agua se ve determinado de acuerdo a su captación en manantiales u otros cuerpos de agua, por lo que en tiempos de sequía (febrero, marzo, abril), disminuye, teniendo acceso a ella una vez a la semana únicamente por dos horas para garantizar que a todas las comunidades se les diera el mismo recurso por igual; es por ello que el uso de agua para tener una red de saneamiento se complica dando paso al uso de sistemas que no utilicen agua.

La falta de recursos económicos dificulta la construcción de una red sanitaria y los elementos que lo conforman dentro un hogar. Aunado a esto, los principales centros de distribución de materiales se encuentran retirados de estas comunidades, así como una escasez de mano de obra lo que provoca que las construcciones tengan costo más elevados.

La importancia en la elaboración del diseño y construcción de un módulo de saneamiento radica en el uso de sistemas constructivos vernáculos dentro de la construcción, que además de resultar más económico permite dar continuidad a las tradiciones retomando la identidad de cada región al utilizar sus propios materiales permitiendo que pueda ser replicado en otras regiones con características similares.

## METODOLOGÍA

### 1.- Identificación de la zona

En el proyecto antes mencionado establece la región del Valle Del Mezquital como una zona de estudio cuyas condiciones ambientales se ven definidas por las elevaciones procedentes del Eje Neovolcánico en México, las cuales impiden el paso de los vientos húmedos, situación que causa la sombra de lluvia, provocando la condición árida y semiárida de la región<sup>3</sup>. Con base en esto se estableció una poligonal que se analizó a partir del uso de suelo y la localización de los canales de riego ya que estos elementos cambiaron drásticamente el paisaje del Valle del Mezquital, debido a que, desde 1955 se creó el Distrito de Riego 03 de Tula<sup>4</sup>. Dentro de dicha poligonal se pueden identificar a municipios en la parte noreste, es decir, a Ixmiquilpan, Cardonal y Tasquillo; en el noroeste, el área que conforma Huichapan y Alfajayucan; en el este el área de los poblados de Santiago de Anaya y Actopan; en el oeste, Chapantongo y Tepetitlán; en el centro partes de los municipios de Chilcuautla, Tezontepec de Aldama, Mixquiahuala de Juárez y Progreso de Obregón ; en el sureste, en el

Estado de Hidalgo, San Agustín Tlaxiaca, Ajacuba y Atotonilco de Tula y en el Estado de México, Hueyapoxtla y Apaxco; y en el suroeste, en la parte del Estado de México, Jilotepec, Chapa de Mota y Villa del Carbón<sup>3</sup>.

## 2.- Planteamiento del problema

A través del análisis en cuanto al desarrollo urbano del municipio de Mixquiahuala de Juárez se identificó el crecimiento de la ciudad de manera lineal, actividad que ha encarecido el costo en la distribución de los servicios públicos (servicio de luz, red de alcantarillado y agua potable) afectando así a la vivienda.

Uno de los objetivos de desarrollo sustentable establecidos por la ONU (CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES) busca asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y la mejora de los barrios marginados, premisa que no se ha logrado cumplir ya que en la actualidad se han identificado viviendas que no cuentan con el servicio de drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales que proporciona el municipio, por otra parte el alto costo en los materiales ahora tradicionales (arena, grava, piedra, block cemento, varilla, entre otros) y el precio de la mano de obra, evitan el acceso a un sistema de saneamiento asequible para la vivienda.

## 3.- Investigación

### ¿Qué es un sistema de saneamiento?

#### 3.1 Baño seco

Castillo L. lo describe como una alternativa para el tratamiento de las excretas humanas que soluciona cuestiones importantes en el malestar social: enfermedades infecciosas, degradación ambiental, saqueo de agua y la necesidad de

recobrar nutrientes para el crecimiento de las plantas<sup>5</sup>.

#### 3.2 Letrina

F. Zarza indica que una letrina es el conjunto de elementos que nos ayudan a contener las excretas en un lugar seguro, con el fin de garantizar la salud de los usuarios, misma que evita la contaminación del ambiente<sup>6</sup>.

#### 3.3 Fosa séptica

La cámara séptica es una estructura que permite el tratamiento básico de las aguas residuales de las viviendas. Está destinada a remover los sólidos sedimentables presentes en las aguas residuales y acumularlos para su digestión

## 4.-Análisis de elementos similares del objeto de estudio

#### 4.1 Baño seco

##### a) Sanitario ecológico seco

Es un sistema de saneamiento propuesto por Lourdes Castillo Castillo, el cual consiste en la construcción de dos cámaras para el almacenamiento y descomposición de heces fecales sobre la cual se coloca una caseta de servicio donde se ubican los muebles sanitarios (W.C. y mingitorio) una cimentación en mampostería de piedra, firme de concreto, los muros y la cubierta podrían ser contruidos de diferentes materiales (madera, concreto, lamina, palma etc.)<sup>5</sup> (imagen 1).



### 4.3 Fosa séptica

#### a) Fosa séptica de absorción directa:

Es un sistema el cual consiste en realizar una excavación sobre el terreno para depositar las aguas provenientes del W.C. este podría estar o no estar recubierto en los muros por mampostería de piedra artificial o natural, el fondo de la excavación no cuenta con ningún recubrimiento lo que permite la absorción de los nutrientes (imagen 5).

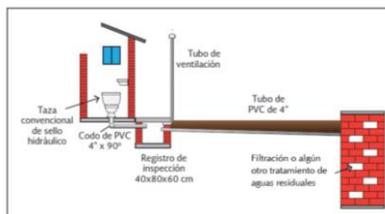


Imagen 5: Fosa séptica de absorción directa<sup>8</sup>.

b) Sistema séptico y trampa de grasas este sistema consiste en la elaboración de tres trampas herméticas mediante las cuales ingresan las aguas residuales del hogar procedentes de tarjas, lavabos, regaderas y W.C., ingresan a las camas y de acuerdo a la densidad de los residuos se realizan 2 procesos en la parte inferior se asientan los sólidos, y en la parte superior se ubican las grasas, en la parte intermedia superior de la cámara se ubica una salida lo que permite el flujo del agua a las siguientes cámaras lo que permite limpiar el agua reteniendo sólidos y grasas. y posterior a eso se reintroduce al suelo.

### 5.- Objetivo

Elaborar el diseño de un sistema de saneamiento que sea autoconstruible implementando materiales vernáculos; reduciendo el consumo de agua provocado por el uso de inodoros convencionales, retomando los procesos constructivos tradicionales vernáculos.

### 6.-Justificación

La mayoría de los sistemas utilizados para el saneamiento no necesitan de agua para realizar su función, aunado a esto la utilización de materiales propios de cada región permite generar un ahorro económico en su costo de adquisición, pues al contar con él en la zona resulta ser más barato, evita gastos de transporte y en algunos casos precios de reventa. Así mismo al proponer un modelo que permita ser autoconstruible garantiza al usuario ahorrar recursos económicos al no tener la necesidad de pagar por la mano de obra.

### 7. Trabajo de campo

En el mes de junio de 2023 se realizaron una serie de encuestas a las familias de las comunidades rurales del Cardonal Hidalgo; así mismo, se hicieron fichas técnicas para identificar los tipos de ecotecnias que utilizan las personas.

La encuesta contaba con 148 reactivos, pero los reactivos se redujeron a un 70%, dado que las preguntas dependían de que si contaban o no con una o varias ecotecnias en específico.

La herramienta que se utilizó para la realización de las encuestas fue KoboToolbox es un instrumento de internet para la elaboración de formularios; se decidió utilizar una herramienta digital y no en papel, debido a que, por un lado, evitar el uso de papel, por la factibilidad para graficar las encuestas ya que en la plataforma se generan. A diferencia de otras aplicaciones similares, KoboToolbox permite realizar las encuestas sin conexión a internet, un aspecto determinante, ya que la señal en varias comunidades del Cardonal es escasa o de plano inexistente. Una vez que la herramienta KoboToolbox tiene señal de internet, actualiza los datos; esto nos permitió, eficientizar el trabajo de campo con respecto a la aplicación de encuestas.

Las encuestas se centraron en fosa séptica, letrina, baño seco, filtros para aguas jabonosas, humedales y composta. Habría que aclarar que, si el encuestado no cuenta con una o varias de estas ecotecnias, se saltaba las preguntas. Así mismo, en total se encuestaron a 24 personas

A continuación, se muestran los análisis a las encuestas realizadas en las comunidades del Cardonal, Hidalgo en junio de 2023.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se muestran a continuación se derivan de un trabajo metodológico-práctico que busca coadyuvar a una mejor calidad de vida de las familias del Cardonal, Hidalgo; esto, derivado de la necesidad de contar con un sistema de saneamiento de desechos humanos, y carecer de una red de alcantarillado municipal, por esta razón, se plantea el diseño de una letrina, un baño seco y una fosa séptica para solventar las carencias antes mencionadas. Esta elección se basó en una serie de visitas de campo y aplicación de instrumentos de recolección de datos como la encuesta y entrevistas para identificar cuáles son los principales sistemas de saneamiento que las familias del Cardonal utilizan, y que ellos mismos pueden construir.

A continuación, se presenta el proceso constructivo para la realización de un baño seco, una letrina y una fosa séptica vernáculos. Algunas de las fases y/o actividades no aplican en la realización de las tres ecotecnias (Imagen 6).

El diseño se ejemplifica con una propuesta aplicable a las condiciones y características de la zona geográfica del municipio del Cardonal en el Estado de Hidalgo.



Imagen 6: Fases generales. Fuente: Elaboración propia

## FASE 1 IDENTIFICACIÓN

En esta fase se pretende reconocer el área con la que se cuenta para desarrollar y ubicar el módulo de baños (baño seco, letrina, fosa séptica); tomando como base en la imagen 7 que contiene las actividades necesarias para su realización.

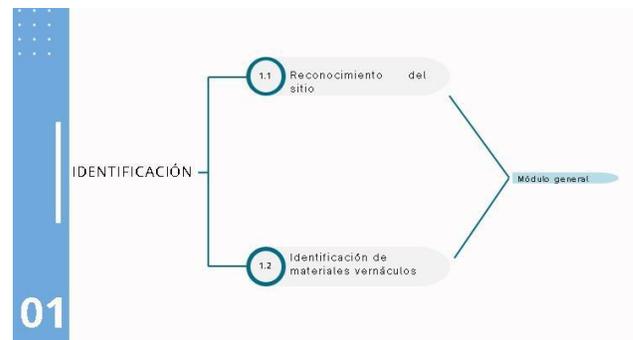


Imagen 7: Fase 1 Identificación. Fuente: Elaboración propia

### Actividad 1. Reconocimiento del sitio

#### a) Procedimiento

1.- Como primer paso se debe realizar un croquis del terreno, este se podrá realizar sobre una hoja de papel y con ayuda de un lápiz en el cual se deberá escribir las dimensiones aproximadas que pueden ser tomadas con una cinta métrica o un flexómetro.

2.- Dentro del croquis se deberá marcar si es que existen elementos fijos y semifijos (árboles, objetos móviles, construcciones incluyendo la vivienda).

3.- Identificar la dirección de las pendientes del terreno, así como las áreas con riesgo de encharcamiento de aguas marcándose con una flecha en el croquis.

4.- Dentro del croquis se deberá identificar el norte y el flujo de las corrientes de viento con una flecha junto al norte, esto es esencial puesto que ayudará a controlar la ventilación y la temperatura dentro del espacio.

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de 2 horas.

### c) Descripción del sitio

Las condiciones y características del sitio donde se propone ubicar el módulo de baño es la siguiente (imagen 8 y 9):

- Las dimensiones del terreno son 7.6m por 16.05 m con tres colindancias, dos en el lado corto y una en el lado largo.
- En el caso de estudio, no se percibe alguna pendiente pronunciada que afecte la construcción de las ecotecnias.
- Al interior del terreno no existen elementos fijos como árboles

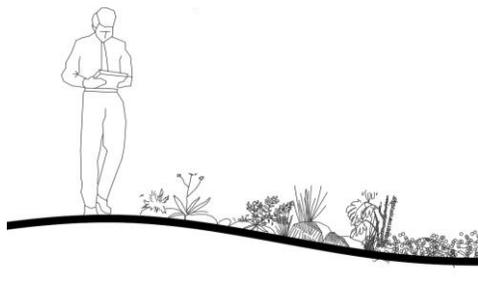


Imagen 8: Análisis del sitio. Fuente: Elaboración propia

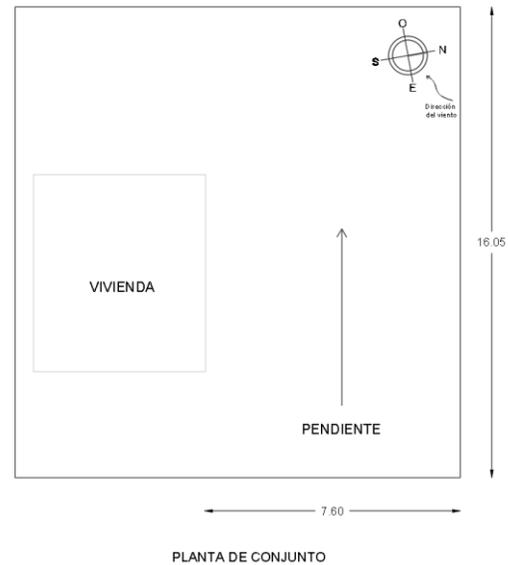


Imagen 9: Análisis del sitio en el Cardonal, Hgo. Fuente: Elaboración propia

## Actividad 2 Identificación de materiales del sitio

### a) Procedimiento

1. Realizar un análisis del sitio para identificar los materiales con posibles usos en sistemas constructivos vernáculos.
2. Realizar una excavación a una profundidad de 0.50 m para identificar los posibles materiales para la construcción del módulo de baños, para lo cual se utilizarán herramientas como el pico, la pala, la barreta y una carretilla. Derivado del proceso de excavación se deben realizar pruebas a la tierra como la de "churro" para identificar la cantidad de arcilla que contiene.
3. Para comenzar con esta prueba se debe colocar una porción (aproximadamente 500 g) de tierra dentro de un recipiente y echarle agua, después se debe amasar para deshacer los terrones y garantizar que el agua haya llegado a toda la tierra. Esta mezcla se debe dejar reposar por lo menos 15 minutos para que se esponje la arcilla.

Después de los 15 minutos se toma un puño de tierra y se realiza un cordón de aproximadamente 1 cm de diámetro. Se va dejando que el cordón generado cuelgue de manera vertical y se observa lo siguiente:

- Si el cordón se rompe en los primeros 5 cm significa que no cuenta con suficiente arcilla y por lo tanto no tiene adhesión.
- Si el cordón se rompe a partir de los 5 cm se considera que la tierra que se utilizó es aceptable.
- Si el cordón se rompe después de los 10 cm significa que la tierra cuenta con demasiada arcilla y se deberá compensar la mezcla agregando arenas.

Con base en lo anterior, se realizará un listado de materiales que puedan ser utilizados en la construcción (imagen 10).

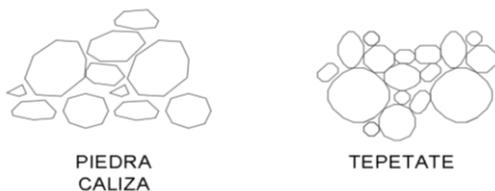


Imagen 10: Identificación de materiales vernáculos. Fuente: Elaboración propia.

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de 4 horas.

### c) Ejemplificación en la zona de estudio

El sitio en donde se propone el módulo cuenta con los siguientes materiales:

- El carrizo se encuentra a 60 m del sitio de estudio el cual crece en espacios que retienen humedad.
- El terreno contaba con pasto seco que puede ser utilizado en sustitución de la paja.

- Con dicha excavación se pudo identificar que hay tepetate a 25 cm de profundidad. (imagen 11).

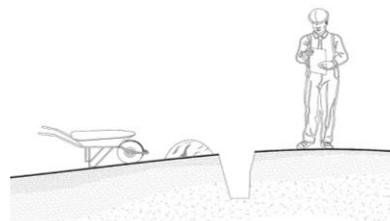


Imagen 11: Análisis del suelo. Fuente: Elaboración propia.

## FASE 2 DESARROLLO DE ECOTECNIAS

A continuación, se presentan los criterios necesarios para el desarrollo de cada ecotecnia (Baño seco, letrina y fosa séptica) dentro de los que se retoman cuatro actividades (imagen 12).



Imagen 12: Fase 2 Desarrollo de ecotecnias. Fuente: Elaboración propia.

### Actividad 1 Dimensionamiento de las ecotecnias

#### a) Procedimiento

1. Se establece el número de usuarios a los cuales se le realizará el módulo y la instalación sanitaria.
2. Con base en el número de usuarios se revisarán las tablas de pre-

dimensionamiento de los tres sistemas de saneamiento.

3. Apoyándose de una libreta y un lápiz se realizan bocetos (dibujos) con las medidas necesarias para la elaboración del módulo general
4. Se definen los sistemas constructivos tradicionales a implementar para la cimentación, los muros, los pisos, la estructura, y la cubierta.
5. Se realiza un listado de los materiales a ocupar para la construcción del módulo de sanitarios.

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de 8 horas.

### c) Descripción del sitio

#### 1.1- Baño seco

Dimensionamiento mínimo de cámaras de compostaje para baño seco determinado por el número de usuarios (tabla 1).

	No. de usuarios	Volumen requerido por cámara de compostaje	Altura de la cámara	Ancho de la cámara	Largo de la cámara
B1	3	346 lts	70 cm	55 cm	90
B2	4	456 lts	80	60	95
B3	5	560 lts	80	70	100

Tabla 1: Dimensionamiento de cámaras para baño seco. Fuente: Elaboración propia

Para este proyecto se propone a cinco usuarios lo que da una capacidad mínima de 560 lts por cámara de compostaje (imagen 13).

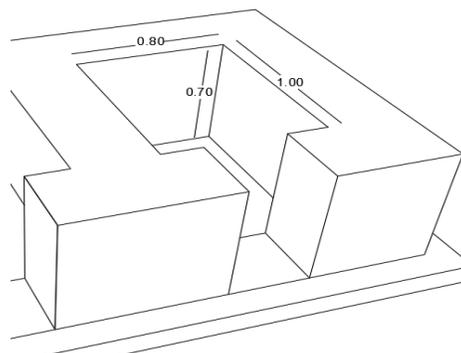


Imagen 13: Dimensionamiento de cámaras para baño seco. Fuente: Elaboración propia.

### 1.2.- Letrina

Para su dimensionamiento, se debe tomar en cuenta lo siguiente: Una persona produce en promedio entre 0.04 y 0.05 m<sup>3</sup> de residuos fecales; 0,04 - 0,05 m<sup>3</sup>/hab-año (tabla 2).

Dimensionamiento de cámaras para letrina					
	N. de usuarios	Volumen requerido	Dimensiones de la cámara (m)		
			Largo	Ancho	Profundidad
1	3	1.40 m <sup>3</sup>	1.00	1.00	1.40
2	4	1.70 m <sup>3</sup>	1.00	1.00	1.70
3	5	2.00 m <sup>3</sup>	1.00	1.00	2.00

Tabla 2: Dimensionamiento de cámara para letrina. Fuente: Elaboración propia.

Tomando como base que el modelo está diseñado para dar servicio a una familia de cinco personas se tiene lo siguiente:

$$\text{volumen requerido} = 2.00 \text{ m}^3$$

Teniendo este volumen se propone un orificio en la tierra con las siguientes medidas: (Imagen 14).

$$\begin{aligned} \text{Alto} &= 2.00 \text{ m} \\ \text{Largo} &= 1.00 \text{ m} \\ \text{Ancho} &= 1.00 \text{ m} \end{aligned}$$

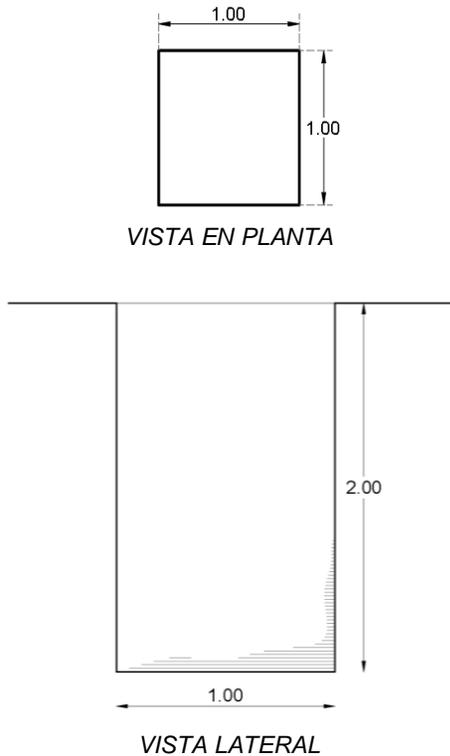


Imagen 14: Dimensiones de hoyo de letrina. Fuente: Elaboración propia.

### 1.3.-Fosa séptica

Para el dimensionamiento de la fosa séptica es importante alinearse a lo establecido por la **NORMA Oficial Mexicana NOM-006-CNA-1997, Fosas sépticas prefabricadas-Especificaciones y métodos de prueba**. La cual establece por lo menos 60 m de distancia a embalses o cuerpos de agua utilizados como fuentes de abastecimiento, 30 metros a pozos de agua, 15 metros a corrientes de agua y 5 metros a predios colindantes.

El dimensionamiento de fosa séptica dependerá del número de usuarios.

Para el dimensionamiento de la fosa séptica se contempla el uso de una familia de cinco integrantes, donde, según las tablas (tabla 3) el

diámetro de la excavación será de 1.20 m de ancho y de 2.00 m de profundidad (imagen 15).

Tipo de Cámara Séptica	Nº habitantes P (hab)	Volumen total requerido Vt (litros)	Profundidad total desde el ras de suelo H (m)	Ancho total A (m)	Largo total L (m)	Altura interior h (m)	Ancho interior a (m)	Largo interior l (m)
T - 1	1 - 5	1.600	1.65	1.10	2.00	1.50	0.90	1.80
T - 2	6 - 10	3.200	1.65	1.40	2.60	1.50	1.20	2.40
T - 3	11 - 15	4.800	1.65	1.70	3.20	1.50	1.50	3.00
T - 4	16 - 20	6.400	1.65	1.90	3.60	1.50	1.70	3.40
T - 5	21 - 25	8.000	1.65	2.10	4.00	1.50	1.90	3.80
T - 6	26 - 30	9.600	1.65	2.30	4.40	1.50	2.10	4.20

Tabla 3. Tabla de dimensionamiento de cámaras. Fuente: Elaboración propia; cálculos con base a la Guía técnica de Diseño y Ejecución de Proyectos de Agua y Saneamiento con Tecnologías Alternativas.

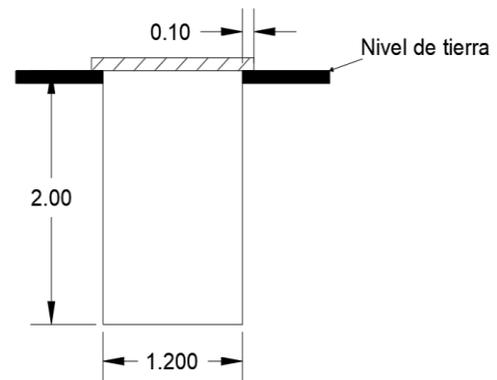


Imagen 15: Dimensionamiento de fosa séptica. Fuente: Elaboración propia

Para la comprobación de la fosa séptica se propone la construcción de un baño tradicional que utilice agua corriente con su lavabo.

### 1.4.- Diseño del módulo para sistema de saneamiento

Como resultado del análisis del dimensionamiento de los sistemas de saneamiento para residuos humanos (baño seco, letrina, fosa séptica), a continuación, se establecen los criterios para la ubicación, el diseño y construcción de dicho módulo.

1.- Ubicar dentro del terreno de manera lineal los 3 sistemas (baño seco, letrina y baño tradicional para fosa séptica); tomando en consideración las fuentes de agua potable que no deben estar a menos de tres metros y a cinco metros de la vivienda.

2.- El diseño del módulo deberá ubicarse sobre las cámaras de compostaje, para su lado corto se propone una distancia de 2.2 mts. el lado largo una distancia de 6.6 mts (Imagen 16).

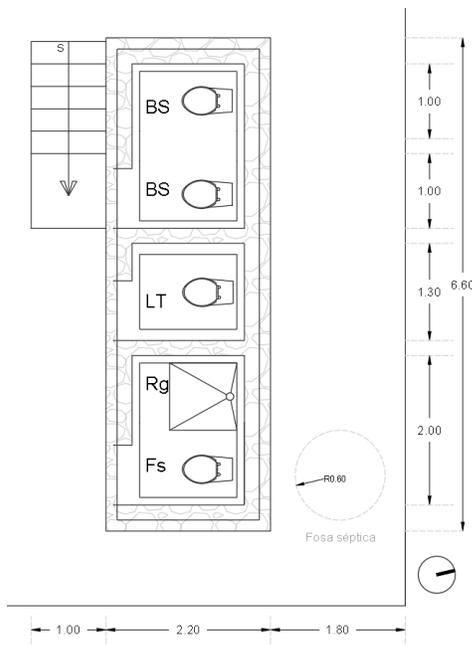


Imagen 16: Dimensiones de módulo de baño (baño seco, letrina y baño convencional). Fuente: Elaboración propia.

3.- Por cuestiones de diseño, los tres sistemas se ubican al mismo nivel con base en la altura determinada del baño seco, esto para evitar un mayor gasto en el ajuste de pisos, muros, cubiertas e instalaciones, donde la cimentación se dejó a una altura de nivel de terreno natural de 80cm.

4.- Para la estructura se propone un sistema de marcos rígidos en donde el elemento portante (columnas) será construido a base de morillos de madera de pino de 10 cm de diámetro y 2.4m de alto respetando el sistema constructivo vernáculo.

5.- La altura de los muros sería de 2.40m. y estarán realizados con módulos de bahareque de 50X50cm de carrizo, tierra, paja y cal.

6.- Para la cubierta se propone una bóveda construida con carrizo, madera, tierra, cal y paja con una altura máxima de 0.30m de peralte de la curva y con marquesina de 0.80m, retomando los principios constructivos que se emplean en el sistema del bahareque, dicho dimensionamiento de la cubierta ayudará en la preservación de los muros de las inclemencias del tiempo (imagen 17).

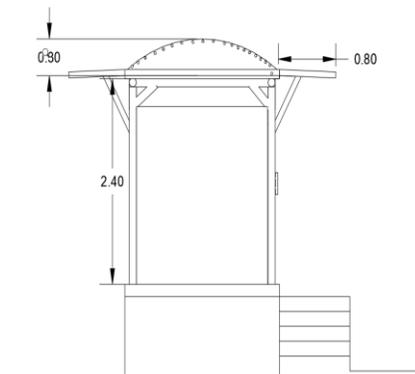


Imagen 17: Dimensiones de módulo de baños (Vista frontal). Fuente: Elaboración propia.

## Actividad 2 Elección de materiales

### a) Procedimiento

1. Con ayuda de un lápiz y una libreta se enlistan los materiales que se pretenden utilizar en la construcción para el módulo de **sistema de saneamiento**.

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de 30 minutos.

### c) Descripción del sitio

Para la construcción del módulo de sistema de saneamiento se identificaron los siguientes materiales:

1. Tepetate en piedra
2. Piedra caliza
3. Tierra
4. Cal
5. Morillos de madera de pino
6. Carrizo
7. Barrotes madera de pino
8. Paja
9. Agua
10. Clavos
11. Alambre

## FASE 3 ETAPA PRELIMINAR

Previo a la construcción del sistema de saneamiento (baño seco, letrina y fosa séptica) se deben tomar en cuenta ciertas actividades (imagen 18) que nos sirven para preparar el terreno.

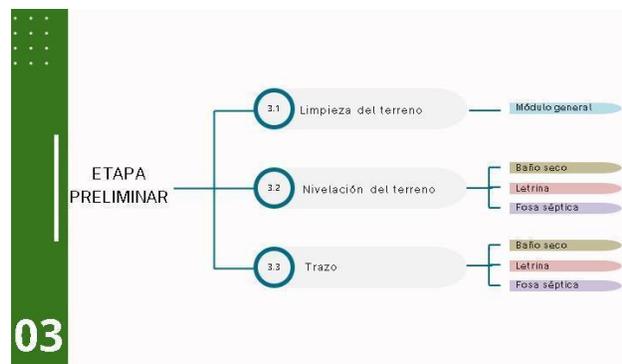


Imagen 18: Fase 3 Etapa preliminar. Fuente: Elaboración propia.

## Actividad 1 Limpieza de terreno para módulo de baños

### a) Procedimiento

1. Con ayuda del machete se comienza con el desenraice de la hierba y maleza que se pueda encontrar en el lugar, se deberá arrancar de raíz para dejar al descubierto la capa de tierra vegetal, esta debe ser retirada con ayuda de la pala.
2. Con el rastrillo se jala el desprecio producto de recortar la maleza que se genere.
3. La maleza será llevada hasta un lugar en donde no pueda obstaculizar las actividades de construcción. Este proceso se deberá realizar con la carretilla (imagen 19).

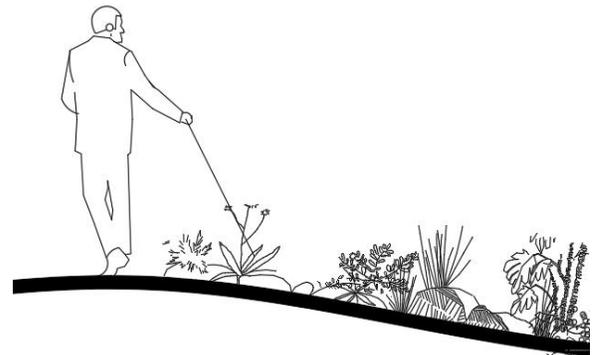


Imagen 19: Limpieza del terreno. Fuente: Elaboración propia.  
Fuente: Elaboración propia

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de seis horas

## Actividad 2 Nivelación de terreno para módulo de baños

### a) Procedimiento

1. Se deberá tomar en cuenta el dibujo elaborado previamente del módulo, con

- la finalidad de pre-dimensionar sobre el terreno.
- Identificar bordos y/o rocas que contenga el terreno.
  - Mediante el uso del pico y la pala se propone realizar el desmonte de los bordos y/o rocas, y con ayuda de un rastrillo se empareja el terreno (imagen 20).
  - Utilizando la carretilla se procede a retirar la tierra y piedras sobrantes de la nivelación.
  - Se rocía agua sobre el espacio trabajado y con ayuda de un pisón se ejerce fuerza sobre la tierra para compactarla.



Imagen 20 Emparejamiento de terreno. Fuente: Elaboración propia.

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de seis horas dependiendo del volumen de tierra a emparejar.

## Actividad 3 Trazo para el módulo de baños

### a) Procedimiento

- Se debe comenzar por trazar el contorno de las ecotecnias.
- Identificar el primer vértice a trazar sobre el terreno y se clava una estaca (imagen 21) posterior a eso con ayuda de un flexómetro o cinta métrica se debe

marcar de manera paralela el siguiente vértice.

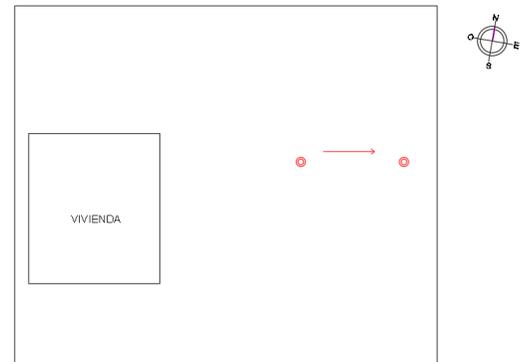


Imagen 21 Trazo de las ecotecnias. Fuente: Elaboración propia.

- Repetir el proceso en todos los vértices, verificando los cruces, con ayuda de una escuadra, que estos se encuentren a 90° grados.
- Cuando se tengan marcados los vértices y verificando la escuadra, se procede a colocar los hilos que definen la dimensión del cimiento.
  - Colocación de hilos utilizando como referencia un punto fijo; con ello realizar una marca a la altura deseada sobre el suelo, con ayuda de una manguera de nivel nos ayudamos para traspasar la altura de la marca sobre el objeto fijo hacia las estacas colocadas
- Posterior a ello, se hace un desfase hacia el interior hasta tener el ancho deseado para la cimentación.
- Se va colocando la cal, con el recipiente se va tirando de manera uniforme sobre los hilos, cuidando que caiga de manera vertical para evitar desfases en las medidas antes trazadas. (imagen 22 y 23) verificar constantemente las dimensiones.

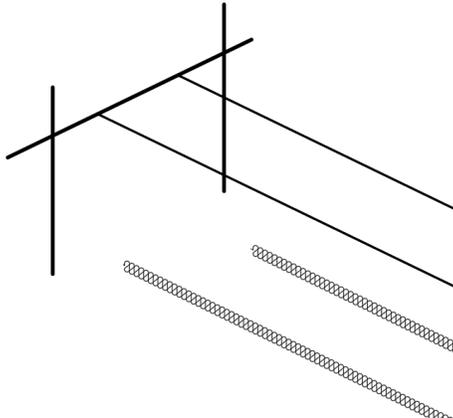


Imagen 22: Trazo de módulo de baños. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 23: Trazo de módulo de baños. Fuente: Elaboración propia.

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de cuatro horas.

## FASE 4 CIMENTACIÓN

La base de una construcción es la cimentación y en muchas ocasiones no se puede observar a simple vista, aunque en ella se ve reflejado la resistencia de la construcción es por ello que en la imagen 24 se enmarcan las actividades para su correcta elaboración.



Imagen 24: Fase 4 Cimentación. Fuente: Elaboración propia.

## Actividad 1 Excavación de zanja para cimentación del módulo de baños

### a) Procedimiento

- 1.- Se debe realizar una línea profunda con el pico a manera de volver a trazar para evitar que se borre la línea de cal.
- 2.- Dando golpes con el pico en el suelo dentro de las líneas marcadas se comienza a debilitar la tierra evitando romper o mover las estacas y los hilos.
- 3.- Se retira la tierra de la excavación con la pala y se coloca en la carretilla para llevarla a un banco de materiales.
- 4.- En suelos en donde la tierra tiene mayor resistencia se recomienda el uso de la barreta.
- 5.- Una vez alcanzada la profundidad establecida, por debajo del nivel del terreno natural, se deben perfilar las orillas para dejar el espacio libre (imagen 25 y 26).

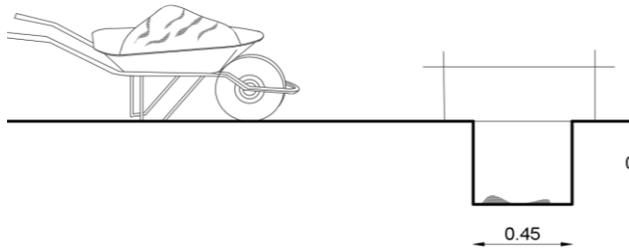


Imagen 25: Excavación de zanja para cemento. Fuente: Elaboración propia



Imagen 26: Excavación de zanja para cemento. Fuente: Elaboración propia

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de 15 horas.

## Actividad 2 Excavación de pozo de desechos

### 2.1.-Fosa séptica

#### a) Procedimiento

1. La primera actividad consiste en generar el trazo, ubicando el centro de la fosa séptica y se marca un punto con cal.

2. Sobre dicho punto se clava una estaca al centro y perpendicular a la estaca con una distancia de 60 cm se coloca una segunda marca con cal.
3. Con ayuda de la estaca central y la segunda marca se tensa un hilo de albañil y se va girando para dibujar una circunferencia alrededor de la estaca.
4. Remarca la circunferencia con cal y con ayuda de la pala comienza a excavar.
5. Utiliza el pico para aflojar la tierra y la barreta para emparejar las paredes.
6. Utiliza el flexómetro o la cinta métrica, cerciorarse de la profundidad de la excavación procurando respetar la profundidad establecida (imagen 27).

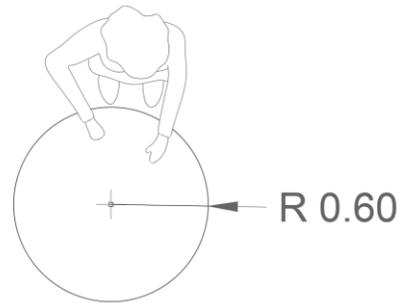


Imagen 27: Trazo de fosa séptica. Fuente: Elaboración propia

#### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de 24 horas (imagen 28).



Imagen 28: Trazo de fosa séptica. Fuente: Elaboración propia

## 2.2.- Letrina

### a) Procedimiento

1. Se comienza dando golpes con el pico en el suelo dentro de las líneas marcadas con cal para comenzar a debilitar la tierra.
2. En suelos en donde la tierra es más dura se recomienda el uso de la barreta.
3. Una vez alcanzada la profundidad establecida, se deben emparejar las orillas para dejar el espacio libre (imagen 29 y 30).

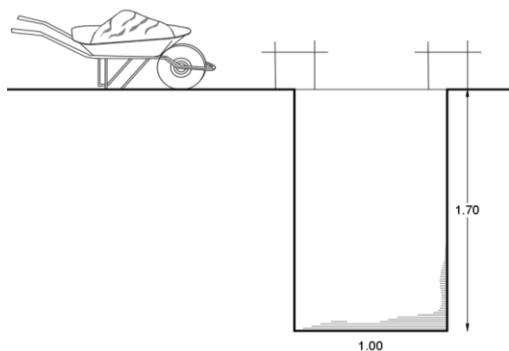


Imagen 29: Excavación de pozo de desechos para letrina.  
Fuente: Elaboración propia



Imagen 30: Excavación de pozo de desechos para letrina.  
Fuente: Elaboración propia

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de 24 horas.

## Actividad 3 Acarreo de material producto de excavación

### a) Procedimiento

1. Se coloca dentro de la carretilla todo aquel material que no sea necesario para la construcción con el fin de mantener la zona limpia para evitar accidentes.
2. Se lleva el material hasta un banco de materiales en un lugar retirado de la construcción (Imagen 31 y 32).



Imagen 31: Acarreo de material producto de excavación.  
Fuente: Elaboración propia.



Imagen 32: Acarreo de material producto de excavación.  
Fuente: Elaboración propia.

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de tres horas.

## Actividad 4 Cimentación de mampostería de tepetate para módulo de baño seco y letrina

### a) Procedimiento

#### a.1) Argamasa

1. Se comienza con la elaboración de la argamasa, para este caso se utiliza una mezcla de tierra, cal y agua en una proporción 3-1- (la cantidad de agua se establece en relación la consistencia de la mezcla, cuidando que no se liquida ni tan seca).
2. Se deben mezclar primero la tierra con la cal, cuando se tenga la mezcla de tierra y cal, poco a poco se deberá agregar el agua hasta lograr una consistencia un poco espesa de manera uniforme (imagen 33).



Imagen 33: Realización de mezcla. Fuente: Elaboración propia.

#### a.2) Cimentación de mampostería

1. Se deben seleccionar las piedras (piedra braza) de mayor tamaño (50 a 70 cm) para utilizarse en la primera capa de cimentación.

2. Se deberá humedecer la superficie en donde se va asentar el cimientado para que la tierra no absorba la humedad de la mezcla.
3. Respetando los hilos del trazo se deberá colocar la piedra de tal manera que la cara con la mayor superficie deberá quedar en contacto con la tierra, procurando entrelazar las piedras, así se garantiza la estabilidad de la estructura.
4. Después de colocar la piedra, ésta deberá ser humedecida y posterior a ello se colocará una capa de argamasa.
5. La argamasa deberá colocarse a presión, se avienta directamente a la piedra con fuerza para que pueda llegar a todos los huecos.
6. En las siguientes capas de piedra se deberá ir reduciendo el tamaño de las piedras (hasta llegar a los 10 cm en promedio), ya sea seleccionándolas y rompiéndolas.
7. En los vértices se deberá dejar un hueco ya que en esos espacios se anclará la estructura (imagen 34).

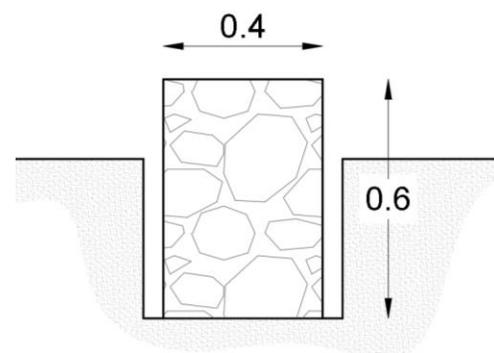


Imagen 34: Elaboración de cimientado. Fuente: Elaboración propia

#### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de 45 horas para la cimentación.

## FASE 5 INSTALACIÓN HIDROSANITARIA

Si bien el principio es no utilizar agua, para garantizar la higiene durante el uso de los módulos de baños (baño seco, letrina y fosa séptica) se debe contar con un elemento que nos permita lavarse las manos con su respectiva red de sanitaria, como se muestra en la imagen 35.

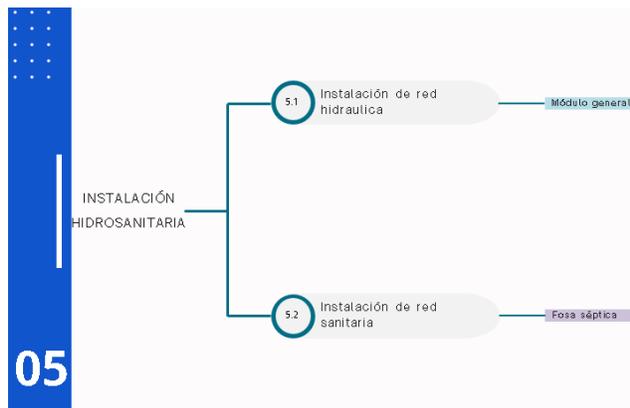


Imagen 35: Fase 5 Instalación hidrosanitaria. Fuente: Elaboración propia.

### Actividad 1 Instalación hidráulica

#### a) Procedimiento

1. Se identifica la distancia que existe entre el tinaco y el lavamanos, con base a la información se cortan los tramos de tubería de  $\frac{1}{2}$  pg de cpvc necesaria para cubrir el recorrido que realizará el agua.
2. Para poder pegar las correcciones necesarias, se debe lijar la superficie interior y la superficie exterior del tubo de este modo el pegamento hace un mejor agarre (imagen 36).

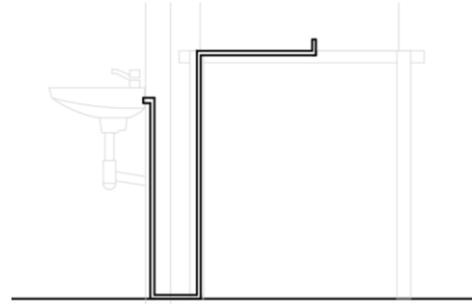


Imagen 36: Instalación de tubería hidráulica. Fuente: Elaboración propia.

#### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de tres horas.

### Actividad 2 Instalación sanitaria

#### 2.1.- Fosa séptica

##### a) Procedimiento

1. Se identifica la ubicación de la tasa de baño.
2. Se realiza un ramal de tubería específica sólo para el uso del W.C. con una pendiente no mayor al 2% hacia la fosa séptica.
3. Se realiza un ramal de tubería específica e independiente de la del W.C. para la regadera con una pendiente mayor a 2% hacia los humedales.
4. Se prepara la salida sanitaria de la tasa de baño en la parte exterior del módulo para conectar con fosa séptica.
5. Se excava una zanja en la tierra siguiendo la línea marcada; esta no tendrá una pendiente mayor al 2% en dirección a la fosa séptica.
6. Para realizar las conexiones se limpia el tubo en los extremos evitando cualquier residuo de tierra o polvo, con ayuda de la lija se desbasta los extremos del tubo por la parte de afuera, así mismo se limpian

- las conexiones, pero estas por la parte interior.
- Se aplica pegamento en el tubo de salida de W.C. y el coplee, se deja reposar por unos 2 segundos y estos se unen, es importante aplicar presión por lo menos 30 segundos, el proceso se repite en cada conexión
  - Dentro de la fosa séptica ya instalado el tubo se conecta el codo 90 con la salida en dirección al fondo de la fosa (imagen 37).



Imagen 37: Instalación de tubería sanitaria. Fuente: Elaboración propia.

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de cuatro horas.

## 2.2.- Lavamanos

### a) Procedimiento

- Se identifica la ubicación del lavamanos.
- Se traza una línea desde la ubicación del lavamanos hacia el área de descarga de aguas grises.
- Se realiza la excavación del suelo para la tubería respetando siempre una pendiente mayor al 2% en dirección hacia el área de descarga

- Para realizar las conexiones se limpia el tubo en los extremos evitando cualquier residuo de tierra o polvo, con ayuda de la lija se desbasta los extremos del tubo por la parte de afuera, así mismo se limpian las conexiones por la parte interior.
- Se rellena la zanja de la tubería de descarga con material producto de la excavación y se compacta el terreno sin aplicar fuerza en exceso con la intención de no romper el tubo.

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de cuatro horas.

## FASE 6 ESTRUCTURA DEL MÓDULO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO

La estructura nos ayuda a mantener firme la construcción, para poder elaborarla se muestran las actividades en la imagen 38.



Imagen 38: Fase 6 Estructura. Fuente: Elaboración propia.

### Actividad 1 Colocación y anclaje de morillos verticales para baño seco y letrina

#### a) Procedimiento

- Sobre los huecos de la cimentación se colocarán los morillos en posición vertical en cada cruce de vértices, ubicándolos a paño exterior de la cimentación. En la punta inferior se colocará hule u otro

material aislante a manera que abrace al morillo y lo proteja de la intemperie.

2. Con ayuda de la plomada se deberá verificar que el morillo se encuentre perfectamente vertical.
3. Cuando esté totalmente vertical, se realizan amarres en cada intersección entre la piedra y el morillo utilizando el alambre y se procede a verter mezcla de tierra y cal y algunas piedras pequeñas para que el morillo quede ahogado junto con la cimentación y darle mayor rigidez (imagen 39 y 40).

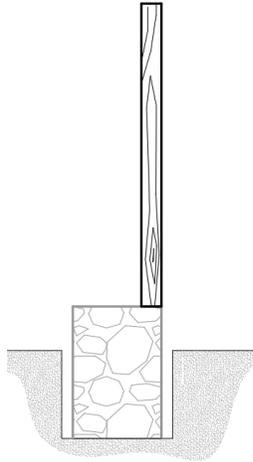


Imagen 39. Colocación de morillo vertical. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 40. Colocación de morillo vertical. Fuente: Elaboración propia.

## b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de 24 horas.

## Actividad 2 Elaboración de piso para módulo de baño seco y letrina

### a) Procedimiento

- 1) Se debe seccionar la longitud del piso de tal forma que no queden distancias largas ya que puede deformar la estructura.
- 2) Sobre la cimentación se colocarán los morillos en posición horizontal de manera paralela al lado corto de la sección.
- 3) Colocar las tiras de carrizo sobre el entramado de los morillos con dirección contraria, para formar una retícula.
- 4) Se realizan amarres en cada intersección entre el carrizo y el morillo utilizando el alambre.
- 5) Se repite el proceso en cada sección.
- 6) Para terminar, se elabora una argamasa a base de tierra, cal y paja con la finalidad de rellenar los espacios vacíos creados por la retícula. (imagen 41 y 42).

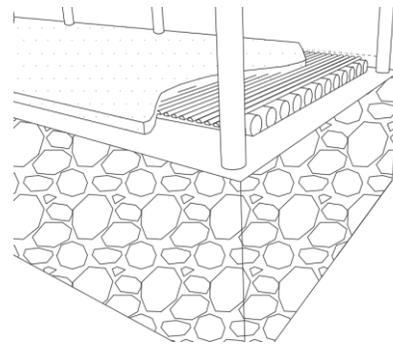


Imagen 41: Elaboración de piso para módulo de baño seco y letrina. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 42: Elaboración de piso para módulo de baño seco y letrina. Fuente: Elaboración propia.

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de 24 horas.

### Actividad 3 Colocación de traves para baño seco y letrina

#### a) Procedimiento

1. Se debe medir la distancia entre 2 morillos ubicados de manera vertical.
2. Se utiliza un morillo para la trabe, esta se recorta con métodos manuales o con equipo mecánico.
3. Se realiza perforaciones en las orillas de los morillos horizontales para poder realizar los amarres correspondientes.
4. El morillo previamente perforado se coloca de manera horizontal sobre los morillos verticales, con ayuda de alambre atraviesa las perforaciones y realiza amarres, entre el horizontal y el vertical
5. Para dar mayor rigidez a la estructura se cortan morillos de 40 cm de largo, en las puntas se realizan cortes con un ángulo de 45%, se ubican por debajo del morillo horizontal y se anclan al morillo vertical. (imagen 43 y 44)

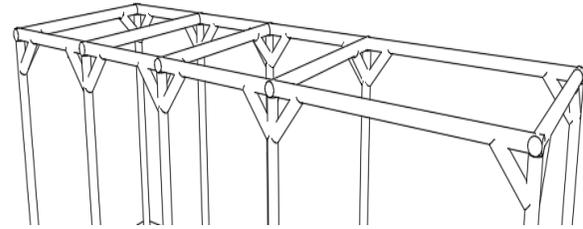


Imagen 43: Colocación de traves para baño seco y letrina. Fuente: Elaboración propia



Imagen 44: Colocación de traves para baño seco y letrina. Fuente: Elaboración propia

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de 6 horas.

### Actividad 4 Elaboración de muros de bahareque para baño seco y letrina

#### a) Procedimiento

- 1) Con ayuda de los morillos verticales se procede a anclar el carrizo realizando un entramado, cada corte de carrizo se realizará sobre los nudos del carrizo evitando que este se troce, al interior del muro se realizan amarres en cada cruce de carrizo

- 2) Se prepara la mezcla en una porción de 10 kilos de tierra x 2 kilos de cal, eso se mezcla en seco.
- 3) A la mezcla se agrega paja paulatinamente, de igual forma se va agregando agua, generando así una mezcla,
- 4) Se realiza una prueba de resistencia con las manos, se toma la mezcla y se comprime esta deberá conservar la forma que la mano le dé al comprimir, no deberá deshacerse o desmoronarse.
- 5) Cuando esté lista la mezcla se comenzará a aplicar de abajo hacia arriba colocando primero la mezcla sobre los cruces comprimiendo y amoldando con las manos, cuidando que entre en los huecos se cubran las dos caras del carrizo (imagen 45 y 46). Este proceso se repite en cada muro.

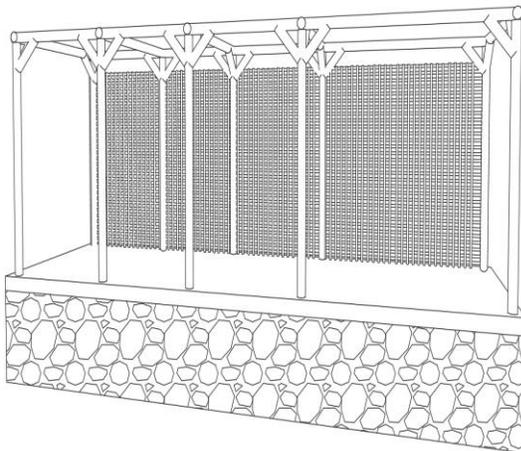


Imagen 45: Elaboración de muros de bahareque para baño seco y letrina. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 46: Elaboración de muros de bahareque para baño seco y letrina. Fuente: Elaboración propia.

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de 40 horas.

## FASE 7 CUBIERTA

La cubierta finalmente genera la sensación de protección y seguridad en cualquier elemento constructivo, para ello se debe conocer la manera en que se realiza, siguiendo los criterios descritos en la imagen 47.

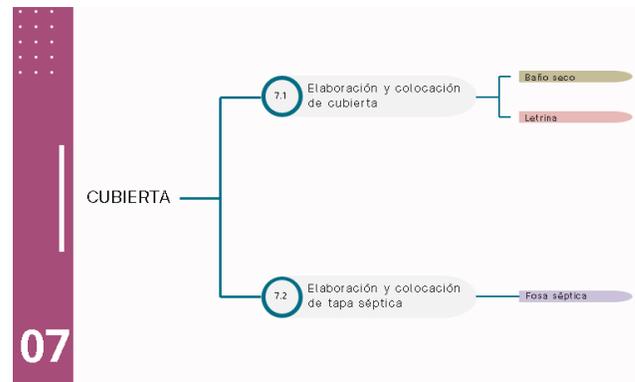


Imagen 47: Fase 7 Cubierta. Fuente: Elaboración propia.

## Actividad 1 Elaboración y colocación de cubierta para el módulo de saneamiento.

### a) Procedimiento

1. Se unirán los barrotes para alcanzar la distancia del largo total del módulo elaborando 2 tiras (una para cada lado) reforzando las uniones de los barrotes con 2 tablas en cada unión.
2. Se cortarán 2 tiras de barroto con el ancho establecido en el módulo de baño con este primer material se realizará el bastidor de la cubierta.
3. Este deberá fijarse sobre las traveses de los muros de la estructura de los baños dejando un excedente de 40 cm paralelo a los lados largos.
4. Se reforzará el bastidor con maderos internos de manera horizontal sobre las traveses internas al sentido corto.
5. Se utilizará jara de río o carrizo para realizar los arcos con una altura de 30 cm al centro de la estructura de la bóveda, paralelas al lado corto.
6. Utilizando carrizo se colocará perpendicular a los arcos, lo que dará como resultado una cuadrícula, utilizando alambre se realizará atados en los cruces.
7. Replicando la mezcla y proceso utilizado en los muros de bahareque, se elaborará y aplicará sobre la cubierta.
8. Para realizar la marquesina se inicia armando el bastidor el cual tendrá el mismo largo de los módulos de baños y de ancho tendrá 0.40 m.
9. Se colocan soportes intermedios a la misma distancia que los maderos verticales, así mismo se colocan escuadras que soporten la estructura permitiendo que la marquesina tenga una pendiente del 2%.
10. Se realiza un entramado de carrizo (imagen 30) y se prepara la argamasa

utilizada para los muros y la cubierta se aplica sobre la marquesina.

11. Se aplica un repellado de cal sobre la superficie exterior (imagen 48 y 49).

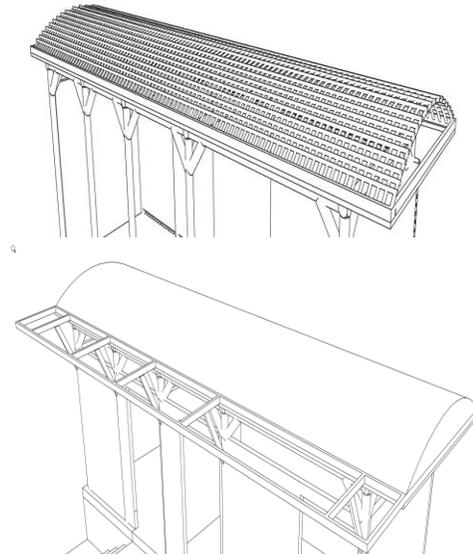


Imagen 48: Cubierta para módulo de baños. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 49: Cubierta para módulo de baños. Fuente: Elaboración propia.

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de 55 horas.

## Actividad 2 Elaboración y colocación de tapa para fosa séptica

### a) Procedimiento

1. Se cortarán carrizos con un largo de 1.40, m se ubicándolos sobre una superficie uniforme y colocándolos de manera paralela con una distancia de 0.08 m entre sí,
2. Sobre esta primera cama de carrizo se colocan otros carrizos en dirección contraria logrando así una cuadrícula y en cada intersección con ayuda de alambre realiza un amarre.
3. Marca sobre la cuadrícula un círculo con un diámetro de 1.30 m (Imagen 50 y 51)
4. Con ayuda del arco, recortar el excedente de carrizo evitando romper el carrizo.
5. Coloca la tapa sobre la fosa séptica.

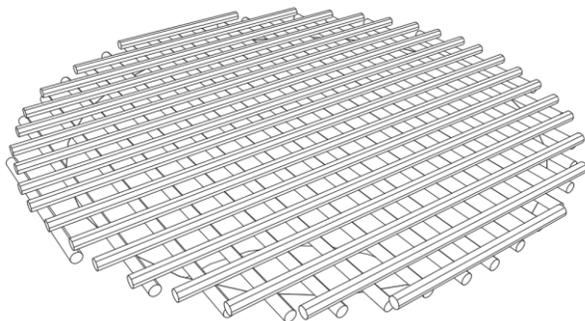


Imagen 50: Elaboración de tapa para fosa séptica. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 51: Elaboración de tapa para fosa séptica. Fuente: Elaboración propia.

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de cinco horas.

## FASE 8 INSTALACIÓN DE ACCESORIOS

Los accesorios nos ayudan a complementar la construcción, cada uno tiene una función primordial y su colocación conlleva una serie de actividades descritas; imagen 52.



Imagen 52: Fase 8 Instalación de accesorios. Fuente: Elaboración propia

## Actividad 1 Instalación de aparato sanitario

### 1.1- Baño seco

#### a) Procedimiento

1. Se coloca la taza sobre la base donde se encuentra el hueco de la cámara.
2. Sobre el piso se realizan marcas ubicando las guías de la taza para fijar al suelo y se retira la taza.
3. Se realizan perforaciones y se insertan los taquetes.
4. Se coloca taza y se coloca tornillos que permite quitar y poner la taza (imagen 53).

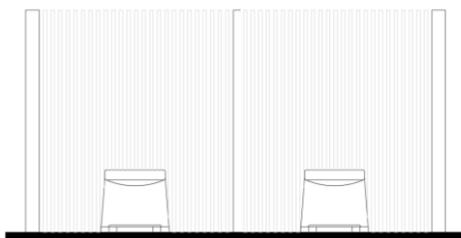


Imagen 53: Colocación de aparato sanitario en baño seco. Fuente: Elaboración propia

#### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de dos horas.

### 1.2.- Letrina

#### a) Procedimiento

1. Se debe realizar la perforación sobre el piso para el aparato sanitario.
2. Se debe marcar en el piso la ubicación de las perforaciones para los nuevos tornillos y con el taladro se debe perforar y colocar los taquetes.
3. Colocar el aparato sanitario y fijarlo con tornillos.

4. Limpiar los excedentes y verificar que haya quedado sellado. (imagen 54).

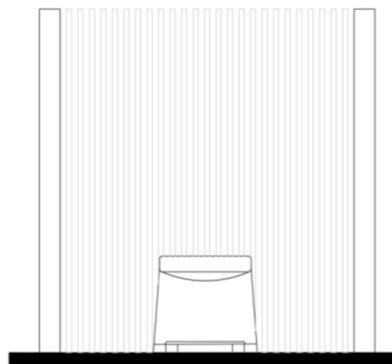


Imagen 54: Colocación de aparato sanitario. Fuente: Elaboración propia.

#### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de tres horas.

## Actividad 2 Instalación de lavamanos

#### a) Procedimiento

1. Se sobrepone el pedestal del lavabo a nivel del lecho superior de la cimentación, con ayuda de otra persona y un color se hacen marcas para fijar el lavabo.
2. Con ayuda del taladro se realizan perforaciones sobre las marcas.
3. Se colocan los taquetes y con ayuda de un martillo se empujan los taquetes hasta el fondo del orificio realizado.
4. Se coloca de nuevo al lavabo y utilizando los tornillos este se fija a la ubicación previamente establecida.
5. Se instala la llave sobre el lavabo, utilizando teflón se conecta la manguera y está a la red hidráulica previamente instalada.

6. Se coloca el céspol en el lavabo, este se aprieta con las manos y se conecta al tubo de salida de aguas grises.

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de dos horas.

## FASE 9 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La iluminación nos ayuda a sentir seguridad en las noches, pero para poder realizarla se necesita conocer todos los elementos que la componen y los lugares en los que se va a colocar (imagen 55).



Imagen 55: Fase 9 Instalación eléctrica. Fuente: Elaboración propia.

### Actividad 1 Instalación de red de energía eléctrica

#### a) Procedimiento

1. Con ayuda de un flexómetro se localiza el centro de la caseta y proyecta el punto sobre la cubierta marcando con color.
2. Coloca una caja galvanizada cuadrada de  $\frac{3}{4}$  sobre el punto, por medio de los hoyos que la caja ya tiene, usarlos como guía para atravesar la cubierta con alambre, realiza nudos con las pinzas por la parte de arriba de la cubierta.

3. En el acceso sobre el morillo de lado derecho, a la altura de 1.10 cm sobre el piso colocar la caja galvanizada de  $\frac{1}{2}$ , utilizar los hoyos de la caja como guías para fijarla usando clavos o pijas.
4. Colocación de canaleta: se inicia colocando de manera vertical sobre el morillo, partiendo de la caja de  $\frac{1}{2}$  sube a nivel de la trabe, gira 90 grados hacia la derecha avanzando sobre la trabe hasta llegar al centro de la caseta, encontrándose paralela a la caja galvanizada de  $\frac{3}{4}$  gira 90 grados hacia la izquierda y sube por la cubierta hasta toparse con la caja de  $\frac{3}{4}$ .
5. Una por medio de canaleta las cajas de  $\frac{3}{4}$  ubicadas en la cubierta. (imagen 56).
6. Inserta dos cables, utilizando al color rojo como fase y el blanco- como el neutro, con un calibre del 12 en la canaleta que une a las luminarias.
7. Conecta de manera lineal las luminarias al cable blanco. a una de las 2 terminales.
8. Dentro del registro de la luminaria baja una línea de cable rojo en cada apagador y conecta utiliza otro color de cable para identificar el retorno y conecta por separado cada lámpara.
9. Utiliza cinta para aislar cada conexión entre cables.

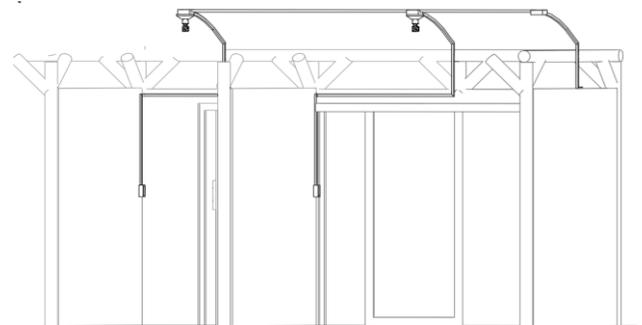


Imagen 56: Instalación eléctrica. Fuente: Elaboración propia

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de tres horas.

## FASE 10 CANCELERÍA

Contar con un elemento que nos brinde acceso y resguardo hacia el exterior es importante, para ello se necesita conocer en qué elementos deben colocarse (imagen 57).



Imagen 57: Fase 10 Cancelería. Fuente: Elaboración propia.

### Actividad 1 Elaboración y colocación de puerta para baño seco y letrina

#### a) Procedimiento

##### a.1) Propuesta de puerta corrediza

- 1) Utilizando los barrotes se realiza un marco con las siguientes medidas 82 cm de ancho x 1.90 mts de altura. Se coloca un soporte a una tercera parte del marco.
- 2) Se utilizan tablas para cubrir los huecos en el bastidor, en la parte inferior se colocan valeros que permitan el desplazamiento de la puerta.
- 3) Utilizando los barrotes de madera se realiza un marco con las siguientes medidas 1.88 m de largo x 12 cm. de ancho, este funcionara como un riel para el desplazamiento de la puerta

- 4) Se introduce la puerta al interior del riel, posterior a eso se fija el riel con ayuda de un contramarco al muro de bahareque (imagen 58).

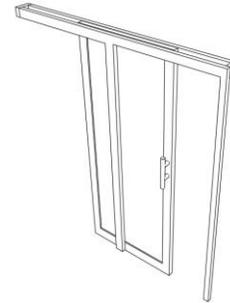


Imagen 58: Puerta corrediza. Fuente: Elaboración propia.

##### a.2) Propuesta de puerta abatible

1. Utilizando los barrotes se realiza un marco con las siguientes medidas 0.82 m. de ancho x 1.80 m. de altura. Se coloca un soporte a una tercera parte del marco.
2. Se utilizan tablas para cubrir los huecos en el bastidor se construye un contra marco de 0.90m. de ancho x 1.90 m. de largo este se fija al muro.
3. Se colocan bisagras en el lado largo de la puerta que le permiten abrir y cerrar (imagen 59 y 60).



Imagen 59: Puerta abatible. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 60: Puerta abatible. Fuente: Elaboración propia.

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de 12 horas.

## FASE 11 TINACO

Almacenar agua para poder dar servicio a los muebles hidráulicos nos garantiza gozar de mayor higiene al momento de usar el módulo de baños, para esto se muestra a continuación el desarrollo para poder elaborar la base de un tinaco (imagen 61).

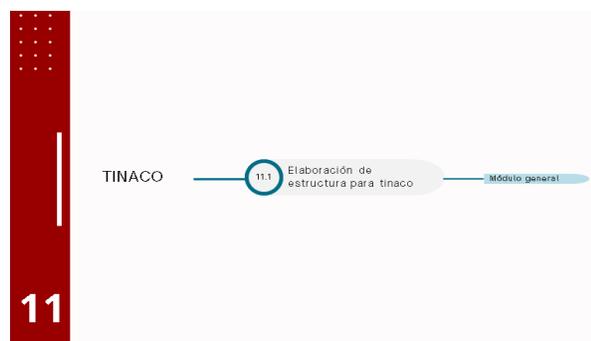


Imagen 61: Fase 11 Tinaco. Fuente: Elaboración propia.

## Actividad 1: Elaboración de estructura para tinaco

### a) Procedimiento

1. Se deben quitar las tablas con las que están conformadas los palets, esto se realiza colocando un poco de agua sobre la unión en donde se tenga clavo, una vez remojadas de deben dejar caer en forma de rombo para que se vayan aflojando y no se rompan las tablas al momento de retirarlas. Después de aflojarse, se le dan unos golpes en dirección contraria a la que se colocaron los clavos para poder sacarlos.
2. Dependiendo del diseño se deben cortar todos los elementos a utilizar (tablas, barrotes etc.)
3. Para garantizar la resistencia de la estructura se van a unir mediante tornillos. (imagen 62 y 63).
4. La estructura deberá tener refuerzos en la base que impida que los barrotes se abran con el peso.

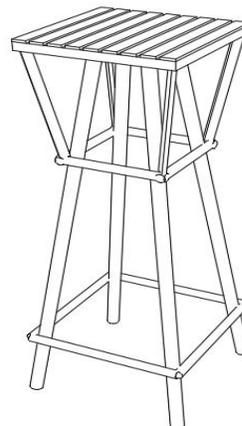


Imagen 62: Estructura para tinaco. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 63: Estructura para tinaco. Fuente: Elaboración propia.

### b) Tiempo de elaboración

Estas actividades se estiman para un tiempo aproximado de 10 horas.

### CONCLUSIÓN

Los sistemas de saneamiento antiguos resultan ser una alternativa funcional actualmente pues debido a su funcionamiento permiten el ahorro tanto de recurso económico en materiales y mano de obra. Así mismo permiten el rescate de sus procesos constructivos los cuales integran actividades familiares al contar con la participación de uno o varios miembros de una familia.

El diseño de un módulo que albergue tres sistemas ayuda a conocer los distintos

funcionamientos, sin embargo, permite también que los usuarios cuenten con otro sistema mientras se le realiza mantenimiento a otro.

El uso de materiales vernáculos permite que se pueda construir pues no es necesario el uso de materiales industrializados o que su uso contempla una capacitación extra

### REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud (2015), Water, sanitation and hygiene in health care facilities: Status in low- and middle-income countries and way forward. Disponible en [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/154588/1/789241508476\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/154588/1/789241508476_eng.pdf?ua=1).
2. INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Encuesta Nacional de Vivienda (ENVI), 2017.
3. Contreras López, Christopher et al. (2024) Caracterización del territorio en el noreste del Valle del Mezquital con una metodología de análisis Ambiental. Ambiente y vida en los desiertos mexicanos. Exploraciones sobre la producción del espacio. Zacatecas: Programa editorial de la Universidad Autónoma de Zacatecas.
4. Cornejo Oviedo Flora Maria, Lopez Herrera Maritza, Beltran Hernandez Rosa Icela, Acevedo Sandoval Otilia, Lucho Constantino Carlos Reyes Santamaria Maria Isabel, 2012. Degradación del suelo en el distrito de riego 003 tula, valle del mezquital, hidalgo, méxico. Revista Científica UDO Agrícola 12 (4): 873-880.
5. Castillo Castillo, Lourdes (2022). Sanitario ecológico seco. Manual de diseño, construcción, uso y mantenimiento. En The humanure handbook. Joseph Jenkins. 2019.
6. F. Zarza, L. (2021, 24 mayo). ¿Qué es una letrina? iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-letrina>.
7. Transferencia de Tecnología y Divulgación sobre Técnicas para el Desarrollo Humano y Forestal Sustentable. Sanitario seco. SEMARNAT. 2012
8. NORMA Oficial Mexicana NOM-006-CNA-1997, Fosas sépticas prefabricadas-Especificaciones y métodos de prueba.