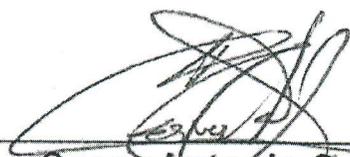


Instituto Tecnológico de Sonora  
P r e s e n t e.

El que suscribe Cesar Antonio Soto Urias, por medio del presente manifiesto bajo protesta de decir verdad, que soy autor y titular de los derechos de propiedad intelectual tanto morales como patrimoniales, sobre la obra titulada: “Baños secos sustentables-autoconstrucción”, en lo sucesivo “LA OBRA”, misma que constituye el trabajo de tesis que desarrolle para obtener el grado de Ingeniero Civil en ésta casa de estudios, y en tal carácter autorizo al Instituto Tecnológico de Sonora, en adelante “EL INSTITUTO”, para que efectúe la divulgación, publicación, comunicación pública, distribución y reproducción, así como la digitalización de la misma, con fines académicos o propios del objeto del Instituto, es decir, sin fines de lucro, por lo que la presente autorización la extiendo de forma gratuita.

Para efectos de lo anterior, EL INSTITUTO deberá reconocer en todo momento mi autoría y otorgarme el crédito correspondiente en todas las actividades mencionadas anteriormente de LA OBRA.

De igual forma, libero de toda responsabilidad a EL INSTITUTO por cualquier demanda o reclamación que se llegase a formular por cualquier persona, física o moral, que se considere con derechos sobre los resultados derivados de la presente autorización, o por cualquier violación a los derechos de autor y propiedad intelectual que cometa el suscrito frente a terceros con motivo de la presente autorización y del contenido mismo de la obra.



Cesar Antonio Soto Urias  
(Nombre y firma del autor)



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA**

---

---

---

**“BAÑOS SECOS SUSTENTABLES -  
AUTOCONSTRUCCIÓN”**

**TITULACIÓN POR TESIS**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA**

**César Antonio Soto Urías**

**CD. Obregón, Sonora**

**Junio 2014**

## DEDICATORIAS

*Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño a Dios a mis padres Fernando Soto Pardo † y Dora Luz Urias Franco que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo papá que aunque ya no estés conmigo físicamente siempre estarás con tu espíritu apoyándome con tus consejos y amor, y a ti mamá por aguantarme y apoyarme toda la vida a cada momento por tu bondad y sacrificio, gracias por darme una carrera para mi futuro y creer en mí, aunque hemos pasado por momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, por todo esto les agradezco de todo corazón.*

*Por su paciencia y comprensión, prefirieron sacrificar su tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío. Por los ánimos que me dan día a día que me hacen esforzarme para ser mejor. Ahora puedo decirles que esta tesis lleva mucho de ustedes, gracias por estar siempre a mi lado, Ilse y Fernandito.*

*A mis hermanos Fernando, Enrique, Lupita, Francisco y José, que con su amor me han enseñado a salir adelante, gracias por preocuparse por su hermano menor, gracias por compartir sus vidas conmigo sobre todo en este momento tan importante en mi vida.*

## Agradecimientos

*Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida de aprendizajes, experiencias y sobretodo felicidad.*

*Le doy gracias a mis padres Fernando † y dora por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.*

*A mi esposa y mi hijo por ser una parte muy importante en mi vida, por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas, por su paciencia y espera se los agradezco.*

*A mis hermanos por apoyarme en aquellos momentos de necesidad y por ayudar a la unión familiar.*

*A mis amigos por todos los momentos que pasamos juntos. Por las tareas que juntos realizamos y por todas las veces que a mí me explicaron. Gracias por la confianza que en mí depositaron.*

*Al Mtro. José Dolores Beltrán, Mtro. Arturo ceruantes Beltrán y Mtro. Dagoberto López López por toda la colaboración brindada, durante la elaboración de este proyecto y confiar en mí para desarrollarlo, mil gracias.*

## RESUMEN

En la actualidad muchas poblaciones que se encuentran en el sur de Sonora no cuentan con redes de drenaje público, provocando y obligando a pobladores a construir baños que no requieran de este medio para deshacerse de los desechos humanos al hacer sus necesidades fisiológicas, la mayoría de los baños que se construyen en estas comunidades son de tipo caída y depósito también llamadas letrinas, las cuales al estar en funcionamiento generan muy malos olores alrededor de ellos y contaminan el subsuelo y medio ambiente, además que también existen en la mayoría de las comunidades rurales familias de muy pocos recursos económicos para construir un baño apropiado, por ello en esta investigación estamos proponiendo y ofreciendo una tecnología nueva para la región de un baño seco ecológico y además sustentable, que ofrece mejorar la calidad de vida de las personas que tienen baños de tipo caída y depósito o personas que no cuenten con ningún tipo de baño o bien personas que se interesen en cuidar el medio ambiente, esto consiste en autoconstruir un baño ecológico seco sustentable para evitar malos olores y reducir un poco la contaminación ambiental que se tiene hoy en día, con los recursos económicos menos posibles, usando recursos naturales que se encuentran cerca de la región en donde se construirá el baño y productos reciclados, además de ahorrándose la mano de obra al ser auto construible, es decir que si una persona desea construir su propio baño lo podrá hacer sin ningún problema siguiendo las indicaciones correspondientes escritas en este artículo, y así además de beneficiarse con esta tecnología que mejorará su calidad de vida estará contribuyendo al gran desarrollo sustentable que se promueve en países desarrollados y subdesarrollados, de esta manera el beneficiario tendrá la satisfacción y el orgullo de que estará contribuyendo a la propagación de proyectos nuevos y sobre todo sustentables.

# ÍNDICE

Dedicatorias.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	iii
Índice.....	iv
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	3
1.3 Objetivo.....	4
1.4 Justificación .....	5
1.5 Limitaciones .....	5
1.6 Delimitaciones.....	6
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
2.1 Sustentabilidad.....	7
2.1.1 Escasez de agua .....	8
2.1.2 Zona desértica .....	9
2.2 Cimentaciones .....	10
2.3 Muros del baño .....	11
2.4 Selección de la tierra.....	12
2.5 Tipos de suelos .....	14

2.6 Materiales para construcción.....	15
<b>CAPÍTULO III. MÉTODO.....</b>	<b>18</b>
3.1 Tipo de Investigación.....	18
3.2 Participantes.....	18
3.3 Material y equipo .....	19
3.4 Procedimiento .....	20
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
4.1 Estudio geológico .....	23
4.2 Lugar de construcción .....	25
4.3 Cimbrado .....	26
4.4 Colocación del acero (malla electro soldada 15*15cm.) .....	27
4.5 Colocación de hule negro.....	27
4.6 Elaboración del concreto.....	28
4.7 Preparación del molde de la tasa.....	29
4.8 Elaboración de la losa.....	30
Figura 11. Elaboración de la losa.....	30
4.9 Fraguado de losa .....	30
4.10 Descimbre.....	31
4.11 Estructura del baño .....	32
4.12 Muros .....	35
4.13 Techo .....	36
4.14 Despalse.....	36
4.15 Relleno.....	37
4.16 Compactación.....	38
4.17 Excavación para contenedores de captación .....	38

4.18 Instalación de las losas .....	39
4.19 Instalación de tubería (chimenea).....	39
4.20 Instalación de caseta .....	40
4.21 Filtro de descarga de orina.....	40
4.22 construcción e Instalación de la tasa .....	40
4.23 Instalación de descarga de líquidos .....	41
4.24 Acabados .....	41
4.25 Accesorios.....	41
4.26 Funcionamiento del baño.....	42
4.27 Presupuesto.....	42
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>45</b>
5.1 Conclusiones.....	45
5.2 Recomendaciones .....	46
<b>Bibliografía.....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escasez física y/o económica de agua a nivel mundial.....	9
Figura 2. Árbol de guácima. ....	16
Figura 3. Baño que actualmente se usa en el Ejido Yucuribampo.....	22
Figura 4. Localización de materiales.....	24
Figura 5. Localización de la construcción. ....	25
Figura 6. Armado de cimbra.....	26
Figura 7. Colocación y cortado de malla 15 x15 cm.....	27

Figura 8. Hule negro debajo de la cimbra y el acero.....	28
Figura 9. Elaboración del concreto.....	29
Figura 10. Molde de la taza en la losa.....	29
Figura 11. Elaboración de la losa.....	30
Figura 12. Humedecimiento de losas en el fraguado.....	31
Figura 13. Descimbre y desmolde de las losas.....	31
Figura 14. Marcado y uniones de las tablas con clavos de acero.....	32
Figura 15. Marco ya fabricado.....	33
Figura 16. Unión de los dos marcos con fajillas las fajillas.....	34
Figura 17. Estructura ensamblada.....	34
Figura 18. Malla de carrizo entreverado para los muros.....	35
Figura 19. Unión de los muros a la estructura.....	36
Figura 20. Despalme del sitio de construcción.....	37
Figura 21. Acarreo y relleno de material en excavación.....	38
Figura 22. Excavación para contenedores de sólidos.....	39
Figura 23. Construcción de tasa del baño.....	40
Figura 24. Instalación del captador de orina.....	41



## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Antecedentes**

El baño seco se introdujo en América por el Centro Meso-Americano de Estudios sobre Tecnología Apropiada (CEMAT) siendo el primer lugar Guatemala en 1978 y en los últimos veinte años se han construido miles de ellos en América Central, especialmente en El Salvador y en México ha tenido un desarrollo similar, donde César Añorve (un arquitecto y empresario en la ciudad de Cuernavaca) lo promueve bajo el nombre de Sanitario Ecológico Seco.

En México y América Central hay bastantes ejemplos de este tipo de sanitario urbano. Uno de ellos se ubica en Hermosa Provincia, El Salvador. Hermosa Provincia es un barrio pequeño ubicado en el centro de San Salvador; está densamente poblado por gente de bajos ingresos. El agua escasea, los terrenos

son pequeños y el subsuelo es duro. En 1991, las 130 familias que habitan este barrio construyeron sanitarios secos.

Debido a que no hay mucho espacio entre las viviendas, que generalmente carecen de patio, el sanitario seco se encuentra anexo a la casa y, en algunas ocasiones, dentro de ésta. Después de seis años y gracias a la participación comunitaria, todas las unidades (sanitarios secos) en Hermosa Provincia funcionan bastante bien. Los sanitarios no despiden olores desagradables y en las cámaras de tratamiento no hay criadero de moscas. La mezcla seca que se obtiene de los sanitarios se utiliza para recuperar los suelos desgastados o se empaqueta en bolsas para su venta. Otro ejemplo se ubica en México, donde César Añorve promueve hace quince años el sistema sanitario vietnamita. Su versión está pensada como una solución de más calidad que se instala dentro de la casa. En muchas ciudades, pueblos y áreas rurales del mundo actual, la gente vive y cría a sus hijos en ambientes altamente contaminados (Global Dry Toilet Club of Finland, 2002).

Las áreas de poblaciones rurales en el sur de Sonora son hábitats contaminados y con mayor incidencia de enfermedades. Mucha de esta contaminación se debe a la falta de sanitarios y servicios adecuados de saneamiento. Esta carencia de servicios sanitarios adecuados es el resultado de factores diversos como: fuentes de financiamiento deficientes, agua insuficiente, falta de espacio, condiciones adversas del suelo y falta de alcantarillado público. En medida en que el tiempo pasa el desarrollo sustentable avanza y la necesidad de estos baños será demasiado importante.

Las prácticas de saneamiento que actualmente se promueven hoy en día son de dos tipos: “flujo y descarga” y “caída y depósito”. En los últimos cien años se ha considerado al flujo y descarga como la tecnología ideal, especialmente para las áreas urbanas y suburbanas. Para aquellos que no pueden adquirir a un sistema de flujo y descarga como en la mayoría de casos en zonas rurales, la alternativa

que se usa, es generalmente el sistema de caída y depósito que consiste de una letrina convencional donde se deposita excreta humana por tiempo indeterminado. A este sistema se le considera como una solución temporal inferior, comparada con el sistema de flujo y descarga (Global Dry Toilet Club of Finland, 2002).

En muchas poblaciones rurales del sur de Sonora no se puede acceder a los recursos necesarios en términos de agua, dinero y drenaje público, para proveerse con el sistema de “flujo y descarga”. Muchas de estas poblaciones enfrentan un desabasto de drenaje público.

El área de interés es la zona que ocupa el ejido Yucuribampo un asentamiento rural localizado al sur de Sonora en el municipio de Cajeme, ahí existe gran cantidad de recursos naturales para abastecer el material que se ocupa para la elaboración de baños secos sustentables. Estos baños ya se han implementado en la región en un poblado cercano llamado Guadalupe de Juárez con la ayuda del gobierno, pero un detalle es que son demasiado costosos.

## **1.2 Planteamiento del problema**

En el Ejido Yucuribampo es una población rural del estado de Sonora, en este asentamiento rural hay un total de 163 viviendas de las cuales 133 de ellas tienen instalaciones sanitarias tipo caída y depósito llamadas letrinas, las demás tienen un desabasto de sanitarios, obligando a sus habitantes a hacer sus necesidades entre las extremidades del monte y/o en el patio de sus hogares debido al desabasto de agua y de red de drenaje público que se ha estado presentando en dicha comunidad, esto conlleva a la contaminación y propagación de agentes patógenos provenientes de las heces fecales humanas y malos olores. Además de que la gente de la comunidad no cuenta con los recursos económicos necesarios para construir sanitarios esenciales para evitar este problema y se lleva a pensar ¿La construcción de baños secos es la solución al problema de contaminación del subsuelo?

## **1.3 Objetivo**

### **Objetivo general**

Construir baños secos sustentables en el Ejido Yucuribampo, para satisfacer las necesidades que se tienen, evitando contaminación del subsuelo, propagación de agentes patógenos provenientes de las heces fecales humanas y malos olores.

### **Objetivos específicos**

#### Aprovechamiento de recursos naturales

- Investigar los recursos naturales disponibles en la región del Ejido Yucuribampo para aprovecharlos como materiales de construcción en la infraestructura de los baños secos.

#### Capacitación de pobladores

- Capacitar a los pobladores que quieran construir un baño seco en su casa de manera de que puedan ir a buscar y escoger el recurso natural, además de que sepan cómo utilizarlo y/o manejarlo aprovechándolo al máximo.
- Transferir un paquete de tecnologías apropiadas para ser replicadas en distintas comunidades del país y que generen un impacto positivo en la población.
- Promover la construcción de baños secos como una tecnología de Construcción ecológica y sustentable, que integra la utilización de materiales de origen natural.

#### Sustentabilidad en el proyecto

- Construir un baño seco con el mínimo recurso económico posible.

- Contribuir a las acciones del desarrollo sustentable que se implementan en México y el mundo.

#### **1.4 Justificación**

En el Ejido Yucuribampo existe gran demanda de sanitarios, ya que los que se encuentran son, de tipo caída y depósito tipo letrinas que son poco higiénicos, en este lugar se cuenta con mucha materia prima natural para la autoconstrucción de baños secos sin necesidad de gastar mucho, el mismo habitante puede buscar a sus alrededores materiales nativos de ahí que no cuesten un solo centavo, solamente el esfuerzo físico de ellos, beneficiándose con esta nueva tecnología que es mas sanitaria gastando lo menos posible, ayudando a que los habitantes creen una nueva cultura de autoconstrucción con los recursos naturales que se encuentran a su alcance en su alrededor, además de que estos baños son altamente higiénicos se reducirá altamente la contaminación sin estar esperando recursos del gobierno.

#### **1.5 Limitaciones**

Debido a que este sistema de baños secos sustentables son completamente nuevos en esta región, los habitantes beneficiados a lo mejor dudan de su eficiencia o de su autoconstrucción negándose a construir en su hogar uno de ellos, otra limitación fue de que los materiales ahí existentes en la región no cumplían con las propiedades mínimas necesarias para la construcción del baño en calidad y cantidad, también los recursos económicos para esta investigación fueron nulos y fueron el limitante mayor.

## **1.6 Delimitaciones**

Esta investigación sólo pretende estudiar los materiales existentes en la región del Ejido Yucuribampo para usarlos como materiales para la construcción así los habitantes del ejido, conocerán y aprenderán la tecnología de manejo de los materiales y puedan construir un baño seco con lo mínimo necesario y no se afecte la economía de los moradores del pueblo.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Sustentabilidad**

La sustentabilidad se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras. Uno de los principales retos que enfrenta México en materia de desarrollo sustentable es incluir al medio ambiente como uno de los elementos de la competitividad y el desarrollo económico y social. Entre los factores clave del desarrollo sustentable, se encuentra el crecimiento poblacional, la demanda energética, el cambio climático, la escasez de recursos y del agua, y el manejo de residuos (Pro México, 2013)

Para calificar a una empresa o un proyecto, ahora los inversionistas no sólo consideran los datos financieros, sino otros factores que están implicados en los temas de desarrollo sustentable, por lo que no es exagerado considerar que en los

próximos años las cuestiones de sustentabilidad y cambio climático serán el nuevo escenario competitivo de los negocios y un fuerte elemento por el que los indicadores financieros valorarán a las organizaciones, por lo que es crucial estar preparados para asumir este nuevo reto.

### **2.1.1 Escasez de agua**

La escasez de agua afecta ya a todos los continentes. Cerca de 1.200 millones de personas, casi una quinta parte de la población mundial, vive en áreas de escasez física de agua, mientras tanto que 500 millones se aproximan a esta situación. Otros 1.600 millones, casi un cuarto de la población mundial, se enfrentan a situaciones de escasez económica de agua, donde los países les falta la infraestructura necesaria para transportar el agua desde ríos y acuíferos.

La escasez de agua constituye uno de los principales desafíos del siglo XXI al que se están enfrentando ya numerosas sociedades de todo el mundo. A través del siglo XX, el uso y consumo de agua creció a un ritmo dos veces superior al de la tasa de crecimiento de la población y, aunque no se puede hablar de escasez hídrica a nivel global, va en aumento el número de regiones con niveles crónicos de carencia de agua (Figura1).

La escasez de agua es un fenómeno no solo natural sino también causado por la acción del hombre humano. Hay suficiente agua potable en el planeta para abastecer a los 7.000 millones de personas que lo habitan, pero ésta está distribuida de forma irregular, se desperdicia, está contaminada y se gestiona de forma insostenible (Organización de Naciones Unidas, 2012).

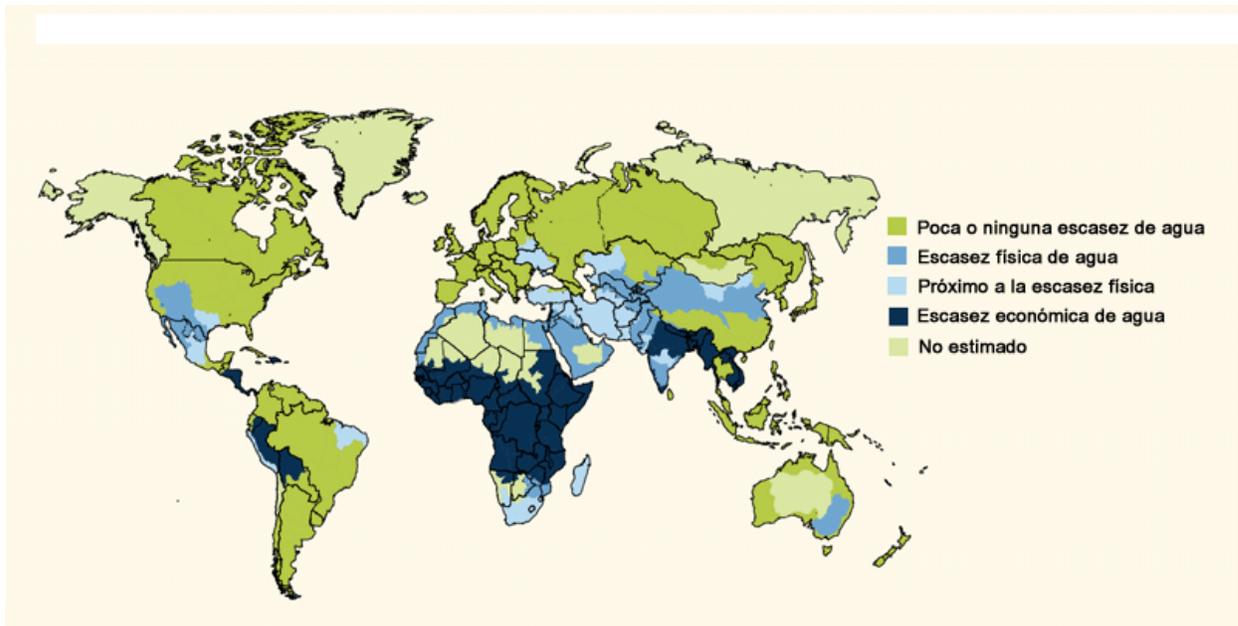


Figura 2. Escasez física y/o económica de agua a nivel mundial.

Fuente: ONU, (2012)

### 2.1.2 Zona desértica

Una zona desértica es un bioma que recibe pocas precipitaciones. Tienen reputación de tener poca vida, pero eso depende de la clase de desierto; en muchos existe vida abundante, la vegetación se adapta a la poca humedad (matorral xerófilo) y la fauna usualmente se esconde durante el día para preservar humedad. El establecimiento de grupos sociales en los desiertos es complicado y requiere de una importante adaptación a las condiciones extremas que en ellos imperan. Los desiertos forman la zona más extensa de la superficie terrestre: con más de 50 millones de kilómetros cuadrados, ocupan casi un tercio de ésta. De este total, 53% corresponden a desiertos cálidos y 47% a desiertos fríos (Alcaraz, 2012).

Como se muestra en los párrafos anteriores se puede percatar que en este caso la vegetación no abunda, es por ello que se buscará la forma de usar en el proceso constructivo los pocos recursos naturales que brinda la naturaleza, que empieza desde una zapata hasta la losa del baño seco sustentable.

## **2.2 Cimentaciones**

Una cimentación es un conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación o elementos apoyados a este al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales (Braja, 2001).

De acuerdo a Braja (2001), existen tres tipos de cimentaciones superficiales:

### Zapata corrida

Se emplea normalmente este tipo de cimentación para sustentar muros de carga, o pilares alineados relativamente próximos, en terrenos de resistencia baja, media o alta. Las zapatas de lindero conforman la cimentación perimetral, soportando los pilares o muros excéntricamente; la sección del conjunto muro-zapata tiene forma de L para no invadir la propiedad del vecino. Las zapatas interiores sustentan muros y pilares según su eje y la sección muro-zapata tiene forma de T invertida; poseen la ventaja de distribuir mejor el peso del conjunto.

### Zapata aislada

Empleadas para pilares aislados en terrenos de buena calidad, cuando la excentricidad de la carga del pilar es pequeña o moderada. Esta última condición se cumple mucho mejor en los pilares no perimetrales de un edificio.

### Zapatas combinada

A veces, cuando un pilar no puede apoyarse en el centro de la zapata, sino excéntricamente sobre la misma o cuando se trata de un pilar perimetral con

grandes momentos flectores la presión del terreno puede ser insuficiente para prevenir el vuelco de la cimentación. Una forma común de resolverlo es uniendo o combinando la zapata de cimentación de este pilar con la más próxima, o mediante vigas de atado, de tal manera que se pueda evitar el giro de la cimentación.

Lo anterior se utiliza en la primera etapa del proyecto que empieza en la construcción de la cimentación. Para trabajar con materiales de origen natural pero sin dejar de hablar de sustentabilidad pasaremos a la segunda etapa que son los muros del baño seco sustentable, utilizando materiales renovables.

### **2.3 Muros del baño**

Son elementos estructurales lineales, capaces de contener, cerrar o soportar cargas, recibiendo distintas denominaciones según su aplicación.

Existen diferentes tipos de muros sustentables (Pizarras, 2013):

#### **Muros de Adobe**

Es un muro de bloque macizo de tierra sin cocer secado al sol. Puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad y resistencia a agentes externos (Morales, 1993).

El adobe es un material con muy bajo contenido energético, bajo costo, alta capacidad térmica (para muros acumuladores), aislante térmico, aislante acústico, regulador de la humedad del aire (por su porosidad), de gran riqueza estética y posibilidades formales gracias a sus dimensiones, textura y plasticidad, biodegradable y reciclable.

Debe protegerse de la humedad y reforzarse adecuadamente en regiones sísmicas.

### Muro de carrizo

Los muros de carrizos son la unión de varios tallos entreverados amarrados con hebras del mismo material.

### Muro de mampostería

Los muros de mampostería constituyen una solución tradicional y como una solución eficaz, empleada en construcciones durante mucho tiempo a lo largo de la historia. Posee un espesor mínimo de 35 cm, tiene una alta resistencia y por ello la limitación de la altura obedece más a razones de estabilidad y asentos que a la capacidad portante del mismo (Pizarras, 2013).

Según el Manual de Sistemas Constructivos Autóctonos en Ecoturismo se llama mampostería al sistema tradicional que consiste en la construcción de muros y paramentos, para diversos fines, mediante la colocación manual de mampuestos, en este caso, mampuestos de piedra natural.

## **2.4 Selección de la tierra**

Los suelos son por definición los materiales que se localizan en las capas de la corteza terrestre en donde nacen, crecen y se reproducen animales y vegetales, resultado de la desintegración de las rocas través del tiempo, afectado por los fenómenos naturales y la vida animada que se da en la superficie. Para localizarlas y/o identificarlas existen pruebas muy sencillas sin necesitar de aparatos electrónicos costosos.

De acuerdo al Manual de Sistemas Constructivos Autóctonos en Ecoturismo:

#### Prueba de mordedura

Con esta prueba es posible detectar por medio del rechinado del material entre los dientes el contenido de arenas y limos de los suelos.

#### Prueba del color

Mediante esta prueba se puede apreciar el tipo de suelo de que se trate según el color observado.

#### Prueba del tacto

Esta prueba sirve para verificar el grado de plasticidad del material.

#### Prueba de la bola

Tiene el propósito de determinar el contenido óptimo de humedad en el material para la fabricación de adobe prensado y estabilizado con cemento.

#### Prueba de contracción lineal

Con el propósito de dar las recomendaciones para su mejoramiento, con esta prueba se pretende definir la plasticidad del material y conocer la disminución en la resistencia de los adobes por el excesivo agrietamiento al secar las tierras que tienen gran cantidad de arcilla.

#### Prueba de contracción volumétrica

Con la prueba de contracción lineal, también se dan a conocer los cambios en la estructura interna y resistencia de los adobes, además permite tomar en cuenta las dimensiones reales de las piezas que se fabriquen para fines de elaboración del proyecto arquitectónico.

#### Prueba de la dureza

Es posible constatar su resistencia, dado que los suelos arcillosos son más resistentes que los suelos arenosos.

### Pruebas de permeabilidad

Permite conocer la resistencia al intemperismo en placas fabricadas con tierra y sometidas al goteo para simular lluvia constante.

### Prueba de agrietamiento

Tiene como propósito detectar aquellas tierras que debido al exceso de arcilla, presentan fuertes contracciones al pasar de un estado de humedad a un estado seco y en consecuencia debilitan la estructura de las piezas que se fabriquen con ellas.

### Proporcionamiento de las mezclas

La mejor tierra para adobe 50% arena 30% limo 20% arcilla

Existen diferentes tipos de suelo, estos dependen de su composición química y granulométrica a continuación se describen ([www.ecohabitar.org](http://www.ecohabitar.org)):

## **2.5 Tipos de suelos**

Existen diferentes tipos de suelos y se presentan a continuación:

### Limos

No tienen cohesión por ser secos. Con una resistencia a la fricción menor que las arenas, pero en presencia de agua su cohesión aumenta, además de tener variaciones en volumen debido a que se contraen y expanden.

### Arcillas

Son el componente que da cohesión a los suelos uniendo a los elementos más gruesos, a diferencia de las arenas, en las arcillas húmedas se presentan cambios muy severos en la estructura del suelo por su inestabilidad.

### Gravas

Son los componentes de los suelos más estables en presencia el agua, pero secas carecen de cohesión, por lo que requieren de los limos y las arcillas para formar una estructura estable en los suelos.

### Arenas gruesas

Son el componente estable y sus propiedades mecánicas no se alteran sensiblemente con el agua.

### Arenas

Son granos minerales, aunque estables, no poseen cohesión por ser secas y sin grandes desplazamientos entre las partículas que las componen, pero con una fuerte fricción interna.

## **2.6 Materiales para construcción**

Un material de construcción es una materia prima o con más frecuencia un producto manufacturado, empleado en la construcción de edificios u obras de ingeniería civil. Para trabajar con materiales sustentables se eligieron los siguientes por ser los más extensos y fáciles de conseguir en la región.

### Carrizo

El carrizo es una planta perteneciente a la familia de las Gramíneas (llamadas Poaceae, por algunos autores). Esta caña ha sido utilizada tradicionalmente para techar chozas y preparar cercados en algunos lugares. Su nombre científico es *Phragmites australis*.

Suele habitar suelos húmedos y orillas de cursos de agua y lagunas. En ríos se encuentran fundamentalmente en los tramos más bajos, en los que la velocidad de agua que le permita enraizar y así se su desarrollo es mucho más rápido cada día.

Es una planta perenne, con un rizoma rastrero con capacidad para crecer en la superficie buscando agua. Puede alcanzar los 4 metros de altura y 2 cm de diámetro.

## Adobe

El adobe es una pieza para construcción hecha de una masa de barro (arcilla y arena) mezclada con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol; con ellos se construyen paredes y muros de variadas edificaciones. La técnica de elaborarlos y su uso están extendidos por todo el mundo.

## Guácima

*Guazuma ulmifolia* Lam. Conocida como guácima y por numerosos otros nombres, es un árbol de tamaño pequeño o mediano y de muchas ramas (Figura 2), Sus frutos y follaje son consumidos por los animales domésticos y silvestres y la madera es una fuente importante de leña en las áreas rurales.



Figura 2. Árbol de guácima.

Crecimiento y rendimiento. La guácima es un árbol de tamaño de pequeño a mediano. Por lo común alcanza unas alturas de 8 a 20 m y un diámetro de tallo de 30 a 60 cm. En México se reportan alturas de 25 m y unos de hasta 70 cm. de diámetro. En Puerto Rico, el árbol más grande de guácima conocido midió 12 m de altura y 96 cm en diámetro. Su edad es desconocida. Las copas, especialmente en árboles que crecen a campo abierto, tienden a ser esparcidas y muy ramificadas. Los árboles de guácima desarrollan por lo usual un fuste corto y curvo que a menudo posee surcos profundos. La tasa de crecimiento de rodales y árboles individuales se puede describir como de moderada a buena. Una plantación en Guatemala promedió 2.1 m de altura con una supervivencia del 94

por ciento a los 3 años. Un criadero de árboles en Colombia promedió 6.9 m de altura con una supervivencia del 92 por ciento y promedió 0.013 m<sup>3</sup> de madera por árbol a los 3 años. Un estudio a gran escala evaluó el crecimiento de la guácima en parcelas pequeñas en 23 sitios a través de la América Central. En un período de 12 a 40 meses, dependiendo del sitio, se observaron unas tasas de supervivencia del 33 al 100 por ciento. Sólo cuatro sitios tuvieron una tasa de supervivencia de menos del 90 por ciento. Tomando todo en consideración, los sitios promediaron 1.42 m de crecimiento en altura por año. Se han preparado modelos matemáticos para predecir la altura, el diámetro y el peso seco de la madera producida en plantaciones de 1 a 5 años de edad con 2,500 árboles por hectárea en la América Central. Se producen de 1 a 6 toneladas por ha por año, dependiendo de la edad y la calidad del sitio. En un sitio en Colombia, el guácima produjo de 12 a 15 m<sup>3</sup> por ha anualmente por un período de 9 años. El incremento promedio en diámetro para 14 árboles promediando 15 años de edad, cada uno en un sitio diferente en Puerto Rico, fue de 0.87 cm por año. El crecimiento de los árboles de mayor edad bajo una competencia intensa tiende a ser lento. El incremento promedio en diámetro en un período de 5 años para el guácima en un bosque subtropical húmedo denso fue de solamente 0.02 ± 0.03 cm por año. Los árboles en pastizales en la América Central a menudo se desmochan para obtener leña. Se reportan unas cosechas por árbol de hasta 4 carretillas llenas. En un estudio para documentar el peso seco de las ramas nuevas en árboles desmochados, se produjeron 16 kg de ramas durante el primer año, 71 kg se encontraron presentes después del segundo año, 168 kg después del tercer año y 311 después del cuarto año. Se han desarrollado modelos predictivos y tablas de peso para el rendimiento de leña cosechada periódicamente a partir de las copas de guácima creciendo a campo abierto. Se recomienda que la poda bajo el método de desmoche se efectúe

Usos. La madera ha sido usada para muebles, molduras, cajas, duelas de barril, hormas para zapatos y mangos de herramientas. En las áreas rurales se usa todavía para postes temporales, carpintería tosca y estacas para hortalizas (John K., 1991).

## **CAPÍTULO III. MÉTODO**

### **3.1 Tipo de Investigación**

El proyecto fue de tipo cuantitativo debido a que, se realizó un análisis de los tipos y cantidad de los recursos naturales existentes para la construcción de baños secos, identificando los materiales más apropiados para la construcción además de que no fue experimental porque ya existen varios prototipos casi similares, la investigación fue transversal porque la investigación dura solo un periodo de tiempo determinado.

### **3.2 Participantes**

Durante la realización de este proyecto hubo varios participantes que se encargaban de diferentes tareas:

1 asesor encargado de revisar y verificar el proyecto para que cumpliera con los elementos necesarios para estar completo y fue auxiliar en la localización de los materiales requeridos.

7 alumnos de servicio social que realizaron mediciones y sondeos en campo para recopilar información utilizada en el proyecto.

1 maestro que ayudó con los complementos del proyecto revisando cálculos y normas técnicas con las que se trabajó.

1 alumno responsable del proyecto que investigó y recopiló información necesaria para la realización de este proyecto.

### **3.3 Material y equipo**

Para llevar a cabo este proyecto se ocupó la ayuda de programas digitales y manuales para facilitar el estudio algunos de ellos son:

**Autocad:** Equipo de software para la realización del plano y/o dibujo del baño seco, que ayudó a verificar las dimensiones y áreas que el baño requiere, además de que fue requerido para cuantificar volúmenes de tierra o roca para nivelación del terreno.

**Excel:** Software permitió la realización de costos, cantidades de material entre otros.

**Google earth:** Este programa fue de gran ayuda para la localización de la zona a estudiar desde una vista satelital.

**Equipo topográfico:** Para la localización de materiales naturales y sus respectivas áreas.

**Cartas geológicas:** Para localizar los tipos de suelos que predominan en la zona de interés.

### **3.4 Procedimiento**

En este proyecto se siguieron una serie de pasos para la construcción de los baños y llegar al objetivo planteado.

#### **Capacitación de pobladores**

Iniciando con capacitación e información a los pobladores del ejido Yucuribampo con pláticas y reuniones en lugares públicos.

#### **Estudio geológico del área de interés:**

Este estudio permitió detectar recursos disponibles sustentables como fueron materiales naturales (gravas, arenas, enrocamientos, arcillas, limos, entre otras). Por otra parte, también se encontraron fibras como: vegetaciones, batamote, carrizo, vara prieta, estos para los muros y paredes del baño, para los puntales (columnas) se buscó guácima ya que es un material muy flexible y resistente, estos materiales son preferentemente usados porque al momento de cortarlos vuelven a crecer en un periodo de tiempo muy corto y esto es lo que lo hace “sustentable”.

#### **Losa de piso**

Se fabrica de grava-arena-cemento con mallas electro soldadas de 6-6/10-10.

#### **Estructura**

Para armar la estructura del baño se utiliza madera, 4 barrotes de 2 x 2 x 2.30 y fajillas de 1 x 3” unidas con clavos de acero.

#### **Muros**

Muros de material de la flora de la región (carrizo entreverado con puntales de madera).

## **Techo**

Se fabrica del mismo material que los muros (carrizo entreverado), esta loza es a un agua.

## **Taza de baño**

Se elaboró taza de baño con material de triplex de ½” en un molde reutilizable con un bote tipo cubeta en el interior.

## **Acabados y afines totales**

Se decoran los muros interiores con sabanas o mallas de color para una mejor vista, además se podrán agregar colores o pintura al gusto para embellecer el sitio además se podrán retocar los muros de carrizo con barniz o aceites para mayor conservación y duración.

## **Preparación del sitio**

1. Se despalmó el área de construcción de 0-15 cm. de profundidad e incluso en algunas ocasiones hasta 20 cm.
2. Se compactó el suelo con pisón de mano para que el suelo adquiriera mayor capacidad de carga.
3. Ya compacto el terreno se elaboro una excavación para la cavidad del tamaño de los tambos de plástico de aproximadamente 120 litros que funcionaron como recipientes de captación.
4. Inserción de los recipientes de captación en la extremidad de la excavación.

#### **CAPÍTULO IV. RESULTADOS**

Se acudió al poblado del Ejido Yucuribampo para conversar con los residentes con el fin de presentarles el objetivo del proyecto, así como conocer las problemáticas que ellos tienen al respecto. Al término de la reunión los pobladores aceptaron con gusto y ofrecieron atención y ayuda para la realización del proyecto.



Figura 3. Baño que actualmente se usa en el Ejido Yucuribampo.

#### **4.1 Estudio geológico**

Se hizo un recorrido por la zona del Ejido Yucuribampo para el reconocimiento de los materiales naturales sustentables que se encontraron en la zona con ayuda de los participantes en el proyecto, muy cerca del sitio se encontró un área donde abunda el carrizo por la orilla de un canal cercano, al igual que la guácima y vara prieta como se muestra en la (Figura 4), en el polígono de color verde a una distancia de 800 metros aproximadamente, también se encontró otro yacimiento donde se encuentra solo guácima y vara prieta (figura 4) en contorno color azul y se encuentra a 1.7 aproximadamente del ejido Yucuribampo. Otro material encontrado es el material que sirvió como sub base (Figura 4) en color café a 300 metros, el yacimiento de mampostería (basalto) se muestra en color rojo a 4 km. De distancia, durante el muestreo se encontró un yacimiento de roca natural toba encerrado en color blanco en la (Figura 4), en color azul se distingue el cauce de un arroyo en el cual se pudo extraer arena para las mezclas de concreto ubicado muy cerca de la población como lo muestra la imagen, las distancias fueron aproximadas, estas fueron extraídas con ayuda de el programa de google Earth.

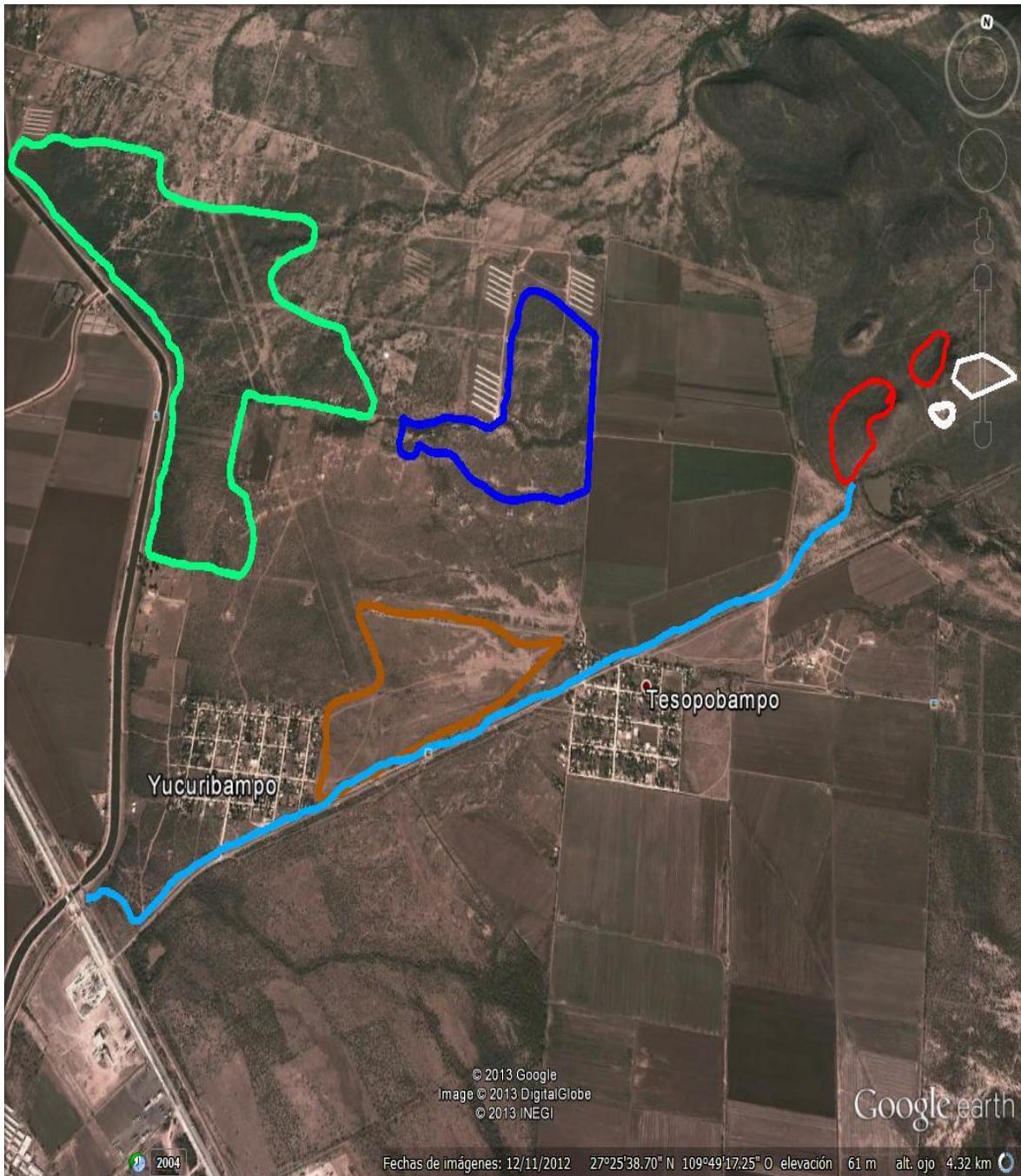


Figura 4. Localización de materiales.

Fuente: Google Earth (2013)

## 4.2 Lugar de construcción

Para comenzar con la preparación del sitio se buscó donde se iba a construir el baño seco de demostración, se sorteó entre las familias del lugar, que fue en la calle Alfonso Hernández Pola esquina con Raúl Ayala Candelas en el ejido Yucuribampo, Sonora (figura 5). Definida el área de construcción se prepara el lugar y se inicia con la obra.



Figura 5. Localización de la construcción.

Fuente: Google Earth (2013)

### 4.3 Cimbrado

Para seguir con el método constructivo se cimbra la loza de desplante con medidas de 1.10 x 1.25 cm. con 5 cm de espesor (Figura 6).



Figura 6. Armado de cimbra.

#### **4.4 Colocación del acero (malla electro soldada 6-6/10-10)**

Se coloca la malla electro soldada al interior de la cimbra cortando perfectamente al ras de la cimbra (figura 7).



Figura 7. Colocación y cortado de malla 15 x15 cm.

#### **4.5 Colocación de hule negro**

Se corta el hule negro de tal forma que abarque el área donde se colocara el concreto dentro de la cimbra para un mejor fraguado y limpieza del lugar además de que la losa adquiere mejor apariencia (figura 8).



Figura 8. Hule negro debajo de la cimbra y el acero.

#### **4.6 Elaboración del concreto**

Se fabricó el concreto en la obra con ayuda de una revolvedora eléctrica con las resistencias recomendadas en los empaques del cemento utilizado (Anexo 1), se mezclaron tres botes (cubeta 19 lts.) de grava, dos botes de arena y un bote de agua por cada cuarto de saco de cemento de 50kg. Para cada batida en la revolvedora, se elaboraron una batida para cada losa evitando desperdicios y segregaciones del concreto (figura 9).



Figura 9. Elaboración del concreto.

#### 4.7 Preparación del molde de la tasa

Antes de agregar el concreto a la cimbra se colocó una cubeta media llena de tierra como molde para el agujero donde se instalará la tasa aproximadamente a 25cm. Del lado corto de la losa en el puro centro al bote se le agregó un poco de aceite quemado donde tendría contacto con el concreto para su fácil remoción (figura 10).



Figura 10. Molde de la tasa en la losa.

#### 4.8 Elaboración de la losa

Se vació el contenido de la revolvedora sobre la cimbra lista y se empezó a distribuir el concreto por toda el área de la losa con ayuda de palas y cucharas de albañil además de una regla de madera esta última se utiliza para que el concreto tuviese una distribución uniforme y tuviese un acabado liso y bonito (figura 11).



Figura 11. Elaboración de la losa.

#### 4.9 Fraguado de losa

Para que la losa estuviese lista se dejó fraguar 4 días antes del descimbre humedeciéndola con agua una vez al día como la losa estaba en la sombra una regada al día fue suficiente para que el concreto cumpliera con sus reacciones y fuese tomando la resistencia adecuada (figura 12).



Figura 12. Humedecimiento de losas en el fraguado.

#### 4.10 Descimbre

Se descimbro la losa con ayuda de un martillo dándole golpecitos a las fajillas de madera para que poco a poco fueran despegando del concreto al igual que para desmoldar el molde del bote don ira la taza se remueve con fuerza para arriba y asiendo presión para los lados con una forma de hacerla girar (figura 13).



Figura 13. Descimbre y desmolde de las losas.

Después del descimbre la losa quedara lista.

#### 4.11 Estructura del baño

Para la estructura del baño se necesitaron 4 barrotos de de 2 x 2 pulgadas por 2.45 metros de largo, además de 3 fajillas de 1 x 3 pulgadas por 2.20 metros de largo, también 3 fajillas de 1 x 3 por 2.50 de largo, medio kilogramo de clavos de 2 pulgadas y medio kilogramo de clavos de 3 pulgadas para las uniones.

El trabajo se inicio creando un marco con dimensiones de 2.3x0.90 metros, con canal de amarre, se tomaron dos barrotos de 2 x 2 y se unieron a 15 cm. De la punta de ellos con una fajilla de 3 x1 por 0.90 metros de ancho todas las uniones de la estructuras fueron con clavos distribuidos a criterio dependiendo del ajuste que se tenga (figura 14).



Figura 14. Marcado y uniones de las tablas con clavos de acero.

Sucesivamente a los 1.10 metros siguientes se unen los barrotos con otra fajilla del mismo tamaño y ya queda creado un marco se midieron Para las postes

verticales, se fijaron primero dos en cada esquina como se muestra en la (Figura 15),



Figura 15. Marco ya fabricado.

Se elaboro un marco similar para la otra pared del baño a diferencia de que el refuerzo de en medio estuvo a la altura de 1.75 metros por la cavidad que implica la puerta.

Ya listos los dos marcos se unen con tablas 1 x 3 pulgadas por 1.10 metros con separaciones al igual que el primer marco que se elaboro (figura 16).



Figura 16. Unión de los dos marcos con fajillas las fajillas.

Al unir los dos marcos la estructura quedara lista (figura 17).



Figura 17. Estructura ensamblada.

#### 4.12 Muros

Se creó una malla 4 x 2.30 metros de carrizo entreverado con alambre de paca, se extendió en el suelo para cortar la extremidad de la puerta con la ayuda de una segueta (figura 18). Se colocaron en la parte exterior muros de carrizo como muros de protección. Estos muros fueron anclados en la estructura de madera. Estos se fijaron con clavos de acero, con una separación de 20 cm como máximo. Los paneles de carrizo entreverado fueron colocados verticalmente para maximizar su uso.



Figura 18. Malla de carrizo entreverado para los muros.

Se encimó la estructura acostada sobre la malla de carrizo para sujetar la malla a la estructura con mayor facilidad, se sujeta la malla a la estructura con fajillas de tabla por fuera como refuerzos cerciorándose que los clavos (3pulgadas) ensanchen perfectamente con las fajillas de la estructura interior (figura 19).

#### 4.13 Techo

El techo al igual que los muros es de carrizo entreverado, se elaboró una malla con medidas de 1.10 x 1.25 metros, ya que está parada la estructura se extiende la malla sobre el techo y se incorpora la estructura con clavos de acero a los puntales, a cada clavos se le pone una pequeña fajilla de madera para que sirva como guasa y quede más fija a los puntales.



Figura 19. Unión de los muros a la estructura.

#### 4.14 Despalme

Antes de empezar a construir se preparó el sitio con un despalme de la capa de suelo que ahí existía de aproximadamente de 0-20 cm. de profundidad para retirar material con materia orgánica y/o contaminado que pudiese haber (Figura 20).



Figura 20. Despalme del sitio de construcción.

#### 4.15 Relleno

Para el siguiente paso se relleno la excavación con material del mismo del lugar (patio de la casa) que conforme a las pruebas que se le hicieron ahí mismo en el sitio: Prueba del color, Prueba del tacto, Prueba de la bola, Prueba de contracción lineal y Prueba de agrietamiento. Dando como resultado un buen material para el relleno de la excavación, ante ello el material se acarreo con carrucha y pala (Figura 21).



Figura 21. Acarreo y relleno de material en excavación.

#### **4.16 Compactación**

Se compactó el material relleno antes mencionado con un pisón elaborado a base de reciclaje de madera y clavos, comenzando a compactar en forma circular por la orilla de la base e incorporándose poco a poco hacia el centro agregándole un poco de agua al material para mejorar la compactación (Figura 8).

#### **4.17 Excavación para contenedores de captación**

Se colocan las losas ya prefabricadas sobre el terreno ya compacto y se marcan las perforaciones de donde se encuentran las tazas y en las esquinas donde se colocaran los puntales de la estructura, enseguida se retiran las losas y se comienza hacer la excavación con ayuda de pala y pico solamente lo necesario para la cavidad de los recipientes contenedores (un hueco para cada recipiente), de tal forma se hace una pequeña excavación en las esquinas donde se dijo irían los puntales de aproximadamente 10 cm. Procurando ser lo más exacto posible

para que el puntal quede bien sujeto en la tierra, posteriormente se instalan los recipientes contenedores y se rellena con tierra lo que quede del hueco para evitar movimientos del contenedor (figura 22).



Figura 22. Excavación para contenedores de sólidos.

#### **4.18 Instalación de las losas**

Para instalar las losas se necesita de la ayuda de varias personas para poderlas manejar con cuidado para que no sufran un daño y se quiebren, con cuidado se maniobran las losas para que las perforaciones queden exactamente con la boca de los contenedores.

#### **4.19 Instalación de tubería (chimenea)**

Para instalar la tubería se perforaron previamente los contenedores un poco debajo de la tapa para introducir un tubo de pvc de 3 pulgadas a cada contenedor, el tubo sale hacia afuera de la losa y se conectan a un codo de 90° para juntarse en el centro con una T de pvc que se conecta a otro tubo que va hacia arriba a una altura de 2.40 a 3 metros de altitud, este es para sacar los gases que se generan en dentro de los recipientes, en la punta de la chimenea se tapa con un pedazo de malla tipo mosquitera para evitar la inserción de moscas y/o animales que puedan introducirse y contaminar.

#### 4.20 Instalación de caseta

Con la caseta ya pre construida con ayuda de dos o más personas se instala, levantándola e incrustando las patas de la caseta (puntales) en los cuatro huecos de las esquinas de la primera losa ya, se busca que ensanchen perfectamente y se incruste 15 cm. Del puntal o hasta donde comience la pared de carrizo, la caseta está diseñada para ensamblarse y desamblarse de las losas de concreto, para hacer el cambio de la caseta hacia la otra cama se repite el proceso anterior.

#### 4.21 Filtro de descarga de orina

Para descargar la orina se construyó a un lado del baño un filtro especial para recibir la orina y disiparla en el subsuelo lo más pronto posible, se excava un hueco de 30x30cm. Con un metro de profundidad, se introduce la manguera de media pulgada que viene desde la taza hasta una profundidad de 90 cm. Se rellena el hueco con grava 50 cm. Y el resto se rellena con material arcillosos para evitar un poco las infiltraciones.

#### 4.22 Construcción e instalación de la tasa

La tasa se fabrica con una cubeta de 19 litros como base, se forra con cuatro trozos de madera de triplex de ½ pulgada uniéndose con clavos de acero de 2", por dentro de la cubeta se le inserta una botella de 2 litros para recibir la orina, se le dejó un borde para instalar la tapa (Figura 23). Se instala la tasa también ya antes prefabricada en el primer contenedor, procurando que quede perfectamente alineada al contenedor.



Figura 23. Construcción de tasa del baño.

#### 4.23 Instalación de descarga de líquidos

La taza del baño está diseñada para separar los líquidos (orina) y los sólidos (excremento), como se había comentado los sólidos van directamente hacia los contenedores, para la orina se le instala un recipiente a la taza para que la capte, a este recipiente se le instala una manguera de una pulgada y sale por afuera de la losa y se inserta al filtro de descarga.



Figura 24. Instalación del captador de orina.

#### 4.24 Acabados

Se enjarraron los muros interiores con adobe o suelo-cemento de color para una mejor vista, además que se agregaron colores y vegetación al gusto para embellecer el sitio con macetas con plantas regionales.

#### 4.25 Accesorios

- Puerta: Se utilizó una puerta de carrizo entreverado, para baños, con dimensiones de .80m x 1.75m. Fijada a los postes de madera (figura 19).
- Taza: Prefabricada
- Tapa Para abertura: hecha con madera, con el radio especificado o se compra una de plástico prefabricada.
- Contenedores de papel sanitario: se debe de tener siempre un contenedor de papel sanitario para que capte el papel usado.

#### 4.26 Funcionamiento del baño

El baño seco funcionará con absolutamente ninguna gota de agua, al hacer las necesidades fisiológicas debe de tenerse cuidado en separar los líquidos y los sólidos en la tasa esto es de mucha importancia para que el baño funcione correctamente, al terminar de ir al baño se le espolvorea media taza de cal hidra para destruir bacterias y enseguida se le espolvorea otra media taza de ceniza, ésta para disipar la humedad de los desechos, se debe de tapar la taza con la tapadera para evitar la inserción de moscas que contaminen, al llenarse la primera cámara (recipientes de captación) se desensambla la taza y la caseta y se instala en la losa de enseguida, se tapa perfectamente el contenedor lleno y se espera a que se llene el contenedor vacío, en el tiempo que se llene el otro contenedor se destapa y se limpia con una pala, ya limpio el contenedor se sella el que actualmente se llenó, y se vuelve a repetir el proceso de instalación a la otra cámara, los desechos ya secos se pueden utilizar como abonos para plantas y jardines.

#### 4.27 Presupuesto

Se elaboró un presupuesto de los materiales que se utilizaron para dar una idea de cuál es el precio aproximado de construir un baño seco sustentable, tómesese en cuenta que los precios son actuales y pueden variar los precios dependiendo del proveedor y el tiempo que trascurra.

Baño seco sustentable				
Material	Unidad de medida	P.U.	cantidad	total
Carrizo	m2	0	10.6	0
Alambre recocido	kg	12.5	1	12.5
Grava 3/4	m3	160	0.5	80
Arena	m3	160	0.5	80
Malla 15x15	m2	16.5	2.8	46.2
Cemento	saco	170	0.5	85
Barrotes 2x2	pza	48	4	192

Fajillas 1x3	pza	26	6	156
Clavos 2"	kg	27	0.5	13.5
Clavos 3"	kg	27	0.5	13.5
Tripey 1/2"	hoja	460	0.25	115
Tee 3"	pza	10	1	10
Codo 90°pvc	pza	7.5	2	15
Tubo pvc 3"	ml	15.5	3.2	49.6
Manguera 1/2	ml	6	2	12
Tapa del baño	pza	137	1	137
Cubeta 19 l.	pza	25	1	25
malla p/cernir	m2	10.5	0.1	1.05
Contenedor	pza	150	2	300
			total \$	1343.35

Nota: No se tomaron en cuenta los precios de mano de obra porque la obra es de autoconstrucción.

En el presupuesto anterior se tomó en cuenta el precio de barrotes y fajillas que se adquirieron en el mercado para la construcción del baño seco sustentable, ahora se propone otro presupuesto donde se puede adquirir barrotes de madera de guácima y/o mezquite que se encuentra en la región y ya localizados (figura 4) bajando en un 30% aproximadamente el costo de los materiales.

Baño seco sustentable (con material de la región)				
Material	Unidad de medida	P.U.	cantidad	total
Carrizo	m2	0	10.6	0
Alambre recocido	kg	12.5	1	12.5
Grava 3/4	m3	160	0.5	80
Arena	m3	160	0.5	80
Malla 15x15	m2	16.5	2.8	46.2
Cemento	saco	170	0.5	85
Barrotes 2x2	pza	0	4	0
Fajillas 1x3	pza	0	6	0
Clavos 2"	kg	27	0.5	13.5
Clavos 3"	kg	27	0.5	13.5
Tripey 1/2"	hoja	460	0.25	115
Tee 3"	pza	10	1	10

Codo 90°pvc	pza	7.5	2	15
Tubo pvc 3"	ml	15.5	3.2	49.6
Manguera 1/2	ml	6	2	12
Tapa del baño	pza	137	1	137
Cubeta 19 l.	pza	25	1	
malla p/cernir	m2	10.5	0.1	1.05
Contenedor	pza	150	2	300
			total \$	995.35

Nota: No se tomaron en cuenta los precios de mano de obra porque la obra es de autoconstrucción.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

Se logró alcanzar los objetivos planteados en este proyecto con la construcción de un baño seco sustentable en el ejido Yucuribampo Sonora, con materiales sustentables oriundos de la región de fácil adquisición de los habitantes de este pueblo satisfaciendo las necesidades que se tenían, evitando la contaminación del subsuelo, propagación de agentes patógenos provenientes de las heces fecales humanas y malos olores y así se mejora la calidad de vida de las personas, antes de empezar a construir se capacitó a los pobladores para que pudieran construir su propio baño en su hogar explicándoles y conversándoles donde se encontraban las fuentes de abastecimiento de materiales requeridos para la construcción del baño y el método y procedimiento a seguir para que la obra se realizara lo más correctamente posible sin la necesidad de contratar a un albañil o un experto.

Con la construcción de este baño se podrá implementar una nueva cultura que sirva como un beneficio a las poblaciones que no cuenten con drenaje público y carezcan de recursos para construir un baño de material, sin dejar atrás que al construir estos baños de recursos provenientes de la naturaleza y además que son sustentables inconscientemente se está contribuyendo al desarrollo sustentable que en las últimas décadas se han promovido por todo el mundo.

Con la implementación de esta nueva tecnología las poblaciones y rancherías cercanas a este asentamiento rural se interesaran en la construcción de este nuevo sistema de baño seco sustentable por su fácil construcción y la eficiencia que se logró obtener.

En el ejido Yucuribampo el abasto de material natural con el que se construyó el baño no es problema debido a la cercanía y cantidad en que se encuentran.

Se logra desarrollar la capacidad para administrar el uso de un recurso natural renovable como es el carrizo y la guácima además de que se desarrolla la capacidad de organización en grupos de trabajo para mejorar los baños tradicionales y aprender una nueva tecnología, que sirve como estrategia para hacer un uso sostenible de los recursos naturales y contribuye a mantener un hogar más limpio y saludable.

Al desarrollarse la capacidad de los habitantes de las comunidades para hacer un uso adecuado de los recursos naturales, relacionado con esto se puede despertar el interés por iniciar actividades de reforestación o de plantación de bancos de recursos naturales.

## **5.2 Recomendaciones**

Es necesario que al momento de ir por el material al monte se tenga en cuenta las condiciones del clima (calor, frío, lluvia, etc.) para el cuidado personal y llevar la herramienta y ropa adecuada para la extracción adecuada de estos recursos, en el caso del carrizo se recomienda cortar los tallos más gruesos dejando como

mínimo una quinta parte del tallo sembrada en la humedad para que pueda crecer fácilmente al igual con la madera (guácima) se debe de escoger los arboles más grandes y gruesos para una mejor aprovechamiento del árbol, con la mampostería se debe de escoger las piedras que tengan la mejor forma para ser unidas, con un tamaño adecuado para un fácil manejo en la construcción de los muros.

Al realizar la construcción del baño se debe seguir a detalle el procedimiento que se indica en este documento y buscar la manera de trabajar en equipo con los mismos miembros de la familia que viven en el hogar para que puedan repartir actividades y el trabajo físico sea menor y logren una mejor dinámica en cuanto a convivencia.

Se recomienda entreverar el carrizo lo más pegado que se pueda para obtener un mejor muro que no permita que se filtren los rayos del sol hacia adentro, también se pueden enjarrar los muros de carrizo con lodo-cemento para que tengan una mejor apariencia al igual que adornar adentro y afuera con macetas con plantas y decorar los botes de papeles con algún detalle y colgar cuadros en paredes como decoración.

Durante la construcción e investigación de este baño se pensó que este tipo de obra sería muy recomendable en pueblos costeros en donde el nivel de aguas freáticas es muy elevado o inestable y el uso de letrinas es muy complicado debido a que los desechos estén en movimiento cuando el nivel de agua freática sube y baja, por ello estos tipos de baño serian una opción ideal para esas regiones.

## Bibliografía

Alcaraz Ariza Francisco. Desiertos y semidesiertos (en línea).españa:,2012(consulta: septiembre 2013) disponible en: <http://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema24>.

Braja M Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica. International Thomson Editores, S. A. de C. V., 2001 - 594 páginas.

Clasificación de los muros (en línea). México: arqhys arquitectura, 2013. (Consulta septiembre 2013). Disponible en: <http://www.arqhys.com/construccion/muros-clasificacion.html>

Desarrollo sustentable y el crecimiento económico en México (en línea). México: promexico, 2013. (Consulta: septiembre 2013). Disponible en: <http://www.promexico.gob.mx/desarrollo-sustentable/>

Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo (en línea). Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), Marzo de 2012. (Consulta: septiembre 2013). Disponible en: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/contact.shtml>

Morales Morales Roberto. Manual para la construcción de viviendas de adobe. Talleres gráficos de Víctor Castillo, 1993 – 25 páginas.

Sistemas constructivos autóctonos en ecoturismo (en línea).México: ecohabitar, 2013.( consulta: septiembre 2013). Disponible en:

[www.ecohabitar.org/wp-content/uploads./Sistemas\\_autonomos](http://www.ecohabitar.org/wp-content/uploads./Sistemas_autonomos)

## Anexos

CLASIFICACIÓN	AGREGADO	CEMENTO	BULTOS	ARENA	GRAVA	AGUA	
F' C=	EVENTIMIENT	MÁXIMO	TONELADA	DE 50 KG	M3	M3	M3
100 kg/cm <sup>2</sup>	8 A 10 CM	3/4"	0.260	5.20	0.500	0.680	0.195
		1 1/2"	0.254	5.08	0.470	0.700	0.190
FIRMES Y PLANTILLAS	12 A 15 CM	3/4"	0.286	5.72	0.500	0.680	0.215
		1 1/2"	0.280	5.60	0.470	0.700	0.210
150 kg/cm <sup>2</sup>	8 A 10 CM	3/4"	0.323	6.46	0.480	0.670	0.210
		1 1/2"	0.308	6.16	0.450	0.700	0.200
FIRMES, DALAS Y CASTILLOS	12 A 15 CM	3/4"	0.354	7.08	0.480	0.670	0.230
		1 1/2"	0.338	6.76	0.450	0.700	0.220
200 kg/cm <sup>2</sup>	8 A 10 CM	3/4"	0.355	7.10	0.470	0.650	0.195
		1 1/2"	0.337	6.74	0.440	0.680	0.185
LOSAS DE ENTREPISO	12 A 15 CM	3/4"	0.391	7.82	0.470	0.650	0.215
		1 1/2"	0.373	7.46	0.440	0.680	0.205
250 kg/cm <sup>2</sup>	8 A 10 CM	3/4"	0.423	8.46	0.465	0.640	0.190
		1 1/2"	0.400	8.00	0.435	0.670	0.180
PISOS ESTRUCTURALES,	12 A 15 CM	3/4"	0.467	9.34	0.465	0.640	0.210
COLUMNAS, DADOS, ZAPATAS Y TRABES		1 1/2"	0.445	8.90	0.435	0.670	0.200

Anexo 1. Tabla dosificadora de concreto.

Fuente: Cemex (2014).