

**Instituto Tecnológico de Costa Rica
Vicerrectoría de Investigación y Extensión**

Dirección de Proyectos

**Escuela de Ingeniería en Construcción
Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción**

Informe Final

Proyecto

**Mejoras sanitarias en instituciones o servicios
públicos de La Casona, Coto Brus.**



Abril 2012

Tabla de Contenido

Contenido	Página
Autores y Direcciones	3
Resumen	4
Introducción	5
Metodología	7
Coordinación con Instituciones	8
Identificación de proveedores de la zona	9
Inicio del proyecto	10
Resultados	13
Diseño del Sistema de Saneamiento	13
Pruebas de infiltración	14
Sistema para el tratamiento de las aguas residuales	15
Resultados por cálculos realizados	16
Dimensiones finales y const. de los tanques sépticos	17
Biojardineras	18
Construcción de obras de saneamiento	19
Trazado	20
Limpieza del terreno	21
Pega de bloque	22
Construcción de drenajes	23
Construcción de Biojardineras	23
Talleres de Capacitación	25
Manual de construcción y Guías	28
Discusión y Conclusiones	29
Referencias Bibliográficas	30
Apéndice	31
Anexos	32

Autores y Direcciones

Investigadores

Ing. Ana Grettel Leandro H,
Investigadora, Coordinadora
Centro de Investigaciones en
Vivienda y Construcción
Escuela de Ingeniería en
Construcción
Instituto Tecnológico de Costa
Rica
gleandro@itcr.ac.cr
Tels.: 2550-2309, 2550-2426

Ing. Elías Rosales E, Catedrático-
Investigador- asesor
Profesor ad-honorem
Centro de Investigaciones en
Vivienda y Construcción
Escuela de Ingeniería en
Construcción
Instituto Tecnológico de Costa Rica
erosales@itcr.ac.cr
erosales.cr@gmail.com
Tels.: 2550-2309, 2550-2311



La ingeniera Ana Grettel Leandro Hernández y el ingeniero Elías Rosales Escalante junto con los asistentes del proyecto los estudiantes Antonio Rosales López, y William Bustillos Álvarez.

Estudiantes Asistentes

Sr. Antonio Rosales, estudiante asistente
Escuela de Ingeniería en Construcción
Instituto Tecnológico de Costa Rica

Sr. William Bustillos, estudiante asistente
Escuela de Ingeniería en Construcción
Instituto Tecnológico de Costa Rica

Resumen

El proyecto "*Mejoras Sanitarias en Instituciones o Servicios Públicos de la Casona, Coto Brus.*" es un proyecto de transferencia tecnológica desarrollado en una comunidad indígena. Este proyecto es la continuación de investigaciones previas realizadas en el Centro de investigaciones en Vivienda y Construcción de la Escuela de Ingeniería en Construcción, sobre el tema de saneamiento en lo que corresponde principalmente a soluciones sanitarias del tipo individual referidas al uso y aplicación de la técnica del tanque séptico.

El proyecto pretendió a través de talleres de participación formar a un grupo de personas de la comunidad indígena, con el objetivo de que se apropiaran de la técnica del tanque séptico y la biojardinera, aprendieran sobre los requerimientos de operación y mantenimiento y ejecutaran la construcción de las unidades. Se construyeron 4 tanques sépticos en mampostería para las baterías de baño, tres que se ubicaron en la ampliación que se hizo de la escuela y un tanque se construyó para sustituir el existente dado los problemas de capacidad y funcionamiento que este tenía. Además, se construyó un sistema de pre-tratamiento (con unidades prefabricadas) para las aguas grises del comedor escolar y dos biojardinera para el tratamiento de esas aguas. El vertido de todas las aguas residuales producidas en esta escuela luego de su tratamiento se hace por infiltración.

Una medida estratégica para reproducir conocimiento fue la selección de la Escuela para realizar el proyecto, especialmente porque la Escuela es un centro de reunión de la Comunidad. Asimismo, se pretendió empoderarlos y promover su *desarrollo endógeno* (Uso de recursos locales, fortalecimiento de capacidades y desarrollo de responsabilidades y control comunitario).

Como resultados del proyecto realizado, se pueden destacar; el empoderamiento del grupo de indígenas a través de la capacitación impartida por medio de talleres sobre la técnica del tanque séptico y las biojardineras, su operación y mantenimiento. La participación activa del grupo en la construcción del sistema sanitario, el aprendizaje de cómo ejecutar las pruebas de infiltración e interpretar los resultados y la apropiación de la técnica por parte de un grupo de personas de la comunidad permitirá promover que los sistemas en este campo sanitario para las nuevas viviendas sean construidos y operados con un mejor conocimiento instalado en esa comunidad.

Además, se diseñó a nivel muy básico un manual que ilustra las técnicas de construcción utilizadas en la construcción de las obras. Este manual se elaboró con el objetivo de que el grupo capacitado lo tome como referencia en aspectos que se introdujeron en los talleres y la construcción de las obras

Palabras clave:

Saneamiento, biojardineras, mejoramiento sanitario

Introducción

La Casona es una comunidad indígena Guaymie, del grupo Ngöbegüe, situada en el Cantón de Coto Brus. A esta comunidad se le construyeron, por medio del bono de la vivienda, viviendas prefabricadas con sistema de baldosas, que incluyen dentro de su área de construcción, el espacio para un inodoro y un lavamanos. El sistema de tratamiento para las aguas residuales se construyó con tanque séptico haciendo uso de alcantarillas de concreto como unidad sanitaria.

Aún cuando las viviendas tienen poco tiempo de construidas algunas y otras están recién construidas, se ha generado en la comunidad un problema de aceptación y apropiación de la técnica de saneamiento. Analizando la situación varios factores contribuyen a esto.

- No se construyeron adecuadamente los drenajes verificando, entre otros aspectos, que no se les asignó suficiente longitud.
- La comunidad no cuenta con un acueducto que brinde servicio regular. Es un servicio discontinuo y casi nulo en la época seca.
- No se educó ni informó a los usuarios los cuidados básicos para la operación y mantenimiento del sistema para el tratamiento de las aguas residuales domésticas.
- Aspectos culturales de la comunidad indígena. Este aspecto constituyó el primer problema de aceptación de la técnica sanitaria colocada pues, para estos indígenas, el lugar donde se defeca, no debe estar cerca de la cocina. En las soluciones de vivienda construida, el servicio sanitario está al lado de la cocina. Ésta ha sido una de las razones principales por la que la mayoría de las familias hicieron una extensión tipo rancho atrás o a la par de la vivienda, con latas de hierro galvanizado o madera, buscando así una alternativa más fresca para compartir, cocinar y descansar e inclusive en muchos casos, siguieron utilizando la letrina, la cual ubican al fondo de las propiedades. (ver fig. 2 y 3)

Estos aspectos han provocado que se abandone el uso del servicio sanitario "nuevo" y se vuelva al uso de las letrinas.

Considerando la problemática que tiene la comunidad y con el objetivo de llevar el conocimiento que ayudara a apropiarse del sistema de saneamiento que se introdujo, a entender la técnica del tanque séptico y a tener criterio para que no solamente se construyera adecuadamente sino que se desarrollara criterio para rechazar técnicas impuestas que no se ejecutan correctamente, es que se planteó el presente proyecto.

El proyecto **Mejoras sanitarias en instituciones o servicios públicos de La Casona, Coto Brus**, fue ejecutado por el Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción (CIVCO) de la Escuela de Ingeniería en Construcción y financiado con fondos aportados por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión, provenientes de programa del fondo especial para la educación superior (FEES).

El proyecto se desarrolló utilizando el método de talleres de participación dado que esta técnica facilita los procesos de intervención social y además, "el taller, como espacio de encuentro de subjetividades y como medio para compartir el trabajo, se ha ido ampliando al dimensionarlo como una construcción participativa, en donde los sujetos, guiados por propósitos comunes y el deseo de alcanzarlos en un tiempo determinado –generalmente corto–, están dispuestos a construir una situación de aprendizaje y de producción orientada a conseguir sus metas." (Rodríguez y Cervantes, 1997: 19)

Este proyecto de transferencia tecnológica pretendió tener como referencia las investigaciones previas realizadas en el CIVCO por el Ing. Elías Rosales en aspectos referidos al agua y el saneamiento, con énfasis en soluciones sanitarias para el tratamiento de excretas y aguas residuales a nivel individual y sobre los temas de ecosaneamiento, tanques sépticos y biojardineras. Al respecto existen publicaciones en revistas, panfletos y de manuales donde se explican las técnicas.

La Casona evidencia un claro ejemplo de cómo se dota a las comunidades de tecnologías que muchas veces no llegan a solventar en forma apropiada un problema o necesidad, sino más bien produce fracaso y frustración. La no apropiación de la "solución impuesta", resultado de una inadecuada transferencia, causa que en la mayoría de los casos, la solución no llegue a remediar el problema de origen y al contrario causa abandono de esa tecnología. Este es el caso de la tecnología del tanque séptico en la Comunidad indígena de la Casona.



Fig. 2 Estado actual, del servicio sanitario y letrina en una vivienda



Fig.3 Ubicación de la letrina en el fondo de la vivienda de reciente construcción

Es importante mencionar que en los diseños preliminares de la ampliación de la Escuela de La Casona (proyecto bajo responsabilidad del Ministerio de Educación), el sistema de saneamiento sanitario incluía menos unidades para el tratamiento de las aguas residuales. Además, los tamaños eran muy inferiores a los requeridos para atender a la cantidad de población de la Escuela. Por esta razón, fue necesario diseñar un nuevo sistema sanitario que respondiera a la población a atender y a las condiciones del suelo existente en la zona. Paralelamente a las mejoras que este cambio representó en el sistema sanitario, se construyeron dos biojardineras para tratar las aguas grises procedentes del comedor escolar. Anteriormente las aguas de la cocina iban directamente a la quebrada que pasa en la parte posterior de la escuela sin ningún tratamiento previo. En el comedor también se construyó un servicio sanitario cuyas aguas fueron direccionadas a un tanque séptico nuevo que se construyó en la parte vieja de la escuela para sustituir el existente, el cual era insuficiente para la población a atender.

Una vez determinado el alcance del proyecto y teniendo en cuenta la intervención en la comunidad indígena, se plantearon dos objetivos simultáneamente; por un lado hacer una transferencia de técnicas sanitarias para lograr su apropiación y por otro lado mejorar las condiciones existentes de la Escuela. Se preparó a un grupo de personas de la comunidad en aspectos de saneamiento y construcción con el fin de que sus conocimientos fueran obtenidos mediante talleres de participación y estos conocimientos fueran aplicados en la construcción de las obras, es decir, mediante el método de aprender haciendo.

Las obras correspondientes al nuevo sistema de saneamiento diseñado para la escuela fueron construidas en su totalidad por el grupo de la comunidad capacitado.

Metodología

Considerando que el grupo meta para realizar la intervención fue una población indígena, se hizo necesario realizar un diagnóstico para conocer las condiciones sociales y culturales de la población para identificar claramente la problemática existente y de esta manera orientar el proyecto. Se realizó primeramente un diagnóstico con el objetivo de identificar las necesidades y problemas de la población en relación a los sistemas sanitarios. Se identificó la trayectoria histórica de la población lo cual mostró que anteriormente a la solución de vivienda con tanque séptico, las viviendas tenían letrina en el fondo de la propiedad. Además, se identificaron los problemas del acueducto. Se visitaron viviendas en compañía de miembros de la comunidad para investigar el funcionamiento de los sistemas existentes y el conocimiento de la población del sistema. (Ver apéndice 1)

A continuación se detalla la metodología utilizada en cada etapa del proyecto

1. Coordinación con otras instituciones

Este proyecto, básicamente de transferencia que partió del conocimiento con desarrollo previo en el TEC, tuvo su desarrollo metodológico al trabajar con personas inexpertas de la misma comunidad, involucrando estructuras propias de ellos y a funcionarios de las instituciones que en un proceso de construcción de viviendas también participan. Por supuesto para el caso de aprendizaje y ejecución práctica realizado, se contó también con el involucramiento de funcionarios y consultores del “programa mejoramiento de centros educativos” PROMECE, del BID-MEP.

El trabajo realizado en campo, adicionalmente a criterios requeridos por el proceso de una correcta construcción de elementos, armonizó con criterios de salud y ambiente. Razón para que funcionarios del área rectora del Ministerio de Salud en Coto Brus, la Caja Costarricense del Seguro Social, de la municipalidad de Coto Brus y de la cooperación internacional representado por la Organización Panamericana de la Salud, estuviesen siempre en interacción con los avances, tanto por la formación de las personas como por la correcta ejecución de las unidades que se construyeron.

La ejecución de las capacitaciones y de las obras fue responsabilidad total del CIVCO-TEC. Los funcionarios de las instituciones que se acercaron y con quienes se intercambiaron fueron actores que observaron el proceso. Ellos no fueron responsables de las acciones emprendidas. Sus aportes fueron puntuales, teniendo entre ellos el acarreo de materiales por parte de la municipalidad y uso de la personería jurídica de la junta de educación local para el pago de las planillas.

Los funcionarios que “observaron”, aprendieron y en varias oportunidades estuvieron presentes en las capacitaciones. El tema de saneamiento tiene en general en el país muchas tergiversaciones, por lo que para los representantes del Ministerio de Salud local, el proyecto también fue un gran aprendizaje.

A continuación se detalla la relación con las principales interacciones sostenidas:

- a) PROMECE, programa en el Ministerio de Educación Pública que con fondos de un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo, se encarga del diseño y construcción de instalaciones e infraestructura educativa en zonas indígenas. Desde el arranque del proyecto se llevaron a cabo reuniones con ellos para determinar los alcances reales del proyecto ITCR en obras para el tratamiento de aguas residuales y coordinar con las mejoras pretendidas por ellos para la Escuela Ngöbegüe. En esta reunión se recibió copia de los planos para La Casona preparados por el Ministerio-PROMECE. Durante todo el desarrollo del proyecto, se tuvieron reuniones para intercambiar sobre el avance y de entendimiento de los compromisos de ambas partes.
- b) Personal del Ministerio de Salud, quienes bajo el programa Rostros, Voces y Lugares de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), también se encontraban trabajando en la comunidad. El Ministerio de

Salud se integró a los talleres para conocer claramente la situación de los sistemas sanitarios y de agua de La Casona. Su participación adicionalmente pretendió colaborar con seguimiento y control de las unidades construidas en la Comunidad una vez finalizado el proyecto. El Ministerio participa activamente en otros proyectos de la comunidad y conoce los líderes y el desempeño de la comunidad ante proyectos. Ellos brindaron apoyo en todo momento.

- c) Funcionarios locales de la Caja Costarricense del Seguro Social, quienes tienen bajo su responsabilidad la atención primaria en salud de la comunidad y en esos momentos, tuvieron en perspectiva el proyecto para construir las nuevas instalaciones del EBAIS en este asentamiento. Ellos se integraron a las capacitaciones para obtener conocimiento de sistemas sanitarios, pues tienen claro como pueden afectarse las condiciones de salud de las personas. Aportaron copia de un censo y levantamiento de viviendas realizado a la comunidad. (Anexo 1).
- d) Funcionarios de la Universidad Nacional, por la intervención que ellos realizaban en proyectos productivos también para esta comunidad indígena. La intención fue sumar con ellos, la experiencia que ya tienen en el campo de la Antropología y conocimiento cultural, para desarrollar un proyecto conjunto con el objetivo de aumentar la motivación y participación de las personas de esta comunidad. Se considera que la sostenibilidad (correcto funcionamiento posterior de las tecnologías) será posible si se cuenta con la mayor cantidad de personas de la comunidad, enteradas y capacitadas sobre la importancia del proyecto en lo que a protección del ambiente y salud se refiere. Se intercambiaron información verbal sobre condiciones de las familias y sus estructuras y experiencia en proyectos con la Comunidad
- e) Funcionarios de FLACSO, por su relación con un proyecto de la OPS, referido a planes de seguridad del agua (PSA), a ubicar en comunidades de extrema desigualdad de oportunidades. Ellos estuvieron participando como observadores pues su intención es colaborar posteriormente en el diseño y construcción de un acueducto
- f) Coordinación con líderes locales. Tanto con el director de la Escuela de La Casona, con el presidente y otros miembros de la Junta de Educación. Así como con integrantes de la Asociación (de desarrollo) indígena de este asentamiento y reserva Ngöbegüe. Con ellos se definió el nivel de participación de la comunidad, y el alcance del proyecto. Se le propuso a la asociación y personas en el proyecto, llevar a cabo el análisis de posibilidades para también poder construir un sistema para el tratamiento de los lodos sépticos en la comunidad. Propuesto también como oportunidad de negocio.

2. Identificación de proveedores de la zona

Con el objetivo de conocer e identificar la oferta de materiales y servicio de la zona, se procedió a visitar cada uno de los principales almacenes y depósitos de construcción. Se tuvieron reuniones con los gerentes para explicar el alcance del proyecto y el manejo de aspectos administrativos por parte del ITCR, esto en caso de que se considerara su oferta como proveedor.

3. Inicio del Proyecto

Con el objetivo de reclutar a personas de la comunidad interesadas en participar en el proyecto, se procedió a invitar a la comunidad mediante consulta directa. Para ello se convocó, por medio de los miembros de la Junta Directiva de la Asociación, a una reunión. En esta reunión se identificó la oferta nula de mano de obra calificada de la comunidad. A la reunión se presentaron como interesados para capacitarse 10 personas a las cuales se procedió a reclutar como estudiantes.

El proyecto se dividió en tres etapas. La primera etapa consistió en un taller de capacitación sobre la técnica del tanque séptico y las biojardineras dirigido al equipo del proyecto (investigadores y asistentes) y participantes de la comunidad. En este taller se destacó la importancia de aplicar una técnica sanitaria para el tratamiento de excretas y aguas residuales. Se enfatizó en conceptos de la funcionalidad de la misma en relación con la protección ambiental, características para su uso, diseño y mantenimiento. Esta primera parte del proyecto se caracterizó por ser una participación voluntaria. Se convocó por medio de enlaces como la Junta Directiva de la Asociación, direcciones regionales la Caja Costarricense del seguro Social y del Ministerio de Salud. Asistieron a las lecciones 10 indígenas, el Director de la Escuela, personal del Ministerio de Salud de San Vito y de la CCSS.

La segunda Etapa consistió de un curso completo compuesto por 6 lecciones de 4 horas cada una de información teórica sobre la técnica del tanque séptico seguida por 3 lecciones prácticas de 4 horas cada una de la ejecución de la prueba de infiltración y consideraciones de infiltración en los terrenos del lugar. La figura 4 muestra parte de las prácticas realizadas de la prueba de infiltración





Fig. 4 Realización de las pruebas de infiltración por parte de los estudiantes

Durante esta etapa, se visitó una planta de tratamiento de lodos ubicada en Perez Zeledón. El objetivo de esta visita fue lograr un mejor entendimiento del concepto de lodos, su apariencia física y características y con la intención de que la comunidad pudiera aclarar dudas pues se reconoce que uno de los principales problemas que enfrentará la comunidad, con la técnica del tanque séptico en sus viviendas, es el tratamiento de los lodos. Además, se pretendió que la comunidad aclarara dudas dado que se consideró la posibilidad de contar con un presupuesto para construir una planta de secado de lodos sin embargo, este proyecto estaría sujeto al presupuesto y al aporte del lote por parte de la Comunidad.

Esta visita estuvo integrada por miembros de la Junta Directiva de la Comunidad, representantes del Ministerio de Salud, representantes de la CCSS y los estudiantes e investigadores del proyecto

La fig. 5, muestra diferentes fotografías de la visita realizada a la planta de tratamiento de lodos en Perez Zeledón



Fig.5 Visita a la planta de tratamiento de lodos de Pérez Zeledón

La Tercera Etapa consistió en la construcción del sistema de saneamiento de la Escuela. Se conformaron 2 cuadrillas de construcción formadas por los indígenas. Se realizaron pruebas de infiltración con el objetivo de obtener datos

para realizar el diseño de los drenajes, registros y tanques sépticos a construir. Los datos se compararon con los suministrados por PROMECE (Programa del Ministerio de Educación encargado del desarrollo de centros educativos en zonas indígenas), Los datos obtenidos comparados con la información suministrada, confirmaron la necesidad de realizar nuevos diseños pues los aportados no coincidían con los datos de sitio.

Se realizaron nuevos diseños los cuales fue necesario realizar dos veces pues el alcance del proyecto varió, y se incluyó más área de construcción y una vivienda para el Director y maestros de la Escuela.

Resultados

Como parte del proyecto de obtuvieron los siguientes resultados.

1. Diseño del sistema de saneamiento compuesto por drenajes, tanque sépticos registros, dos biojardineras.
2. Construcción de las obras de saneamiento.
3. Talleres participativos sobre técnicas de saneamiento y procesos constructivos de las unidades de tanque séptico, drenajes, biojardineras y aspectos de construcción en general
4. Manual muy básico de construcción para ser utilizado como fuente de consulta por los indígenas. Y Guías e Operación y Mantenimiento de los tanques sépticos y las biojardineras.

A continuación se detalla cada uno de los resultados

1. Diseño del Sistema de Saneamiento

Para realizar los diseños de las obras de saneamiento, tanto de tanques sépticos como de biojardineras, se aplicó para el diseño el procedimiento descrito en la publicación Tanques Sépticos, 2003, CIVCO-ITCR y Biojardineras, 2006, ISSUE.

No se planteó una sola unidad para el tratamiento, centralizada, ya que las características del suelo prevaeciente en el terreno mostraron diferentes capacidades para la infiltración de efluentes tratados. Otro aspecto que se resaltó para proponer sistemas según los aportes, es por la conveniencia de proveer posibilidades varias en procura de no cerrar el establecimiento por fallas en un sistema centralizado. De esta manera, si se diera una falla o se requiere mantenimiento, se tendrá fuera de servicio solo una sección y no todo el centro educativo.

Con los datos que aquí se registran, se procedió a colocar cada una de las unidades en los planos originales donde se tiene el levantamiento total del proyecto escolar. Dibujos provistos por PROMECE, Ministerio de Educación.

Población estimada para este proyecto

Estudiantes	= 190 personas
Personal y leve <u>crecimiento</u>	= 30 personas
Total	= 220 personas

Estimación de caudal de retorno y usos particulares

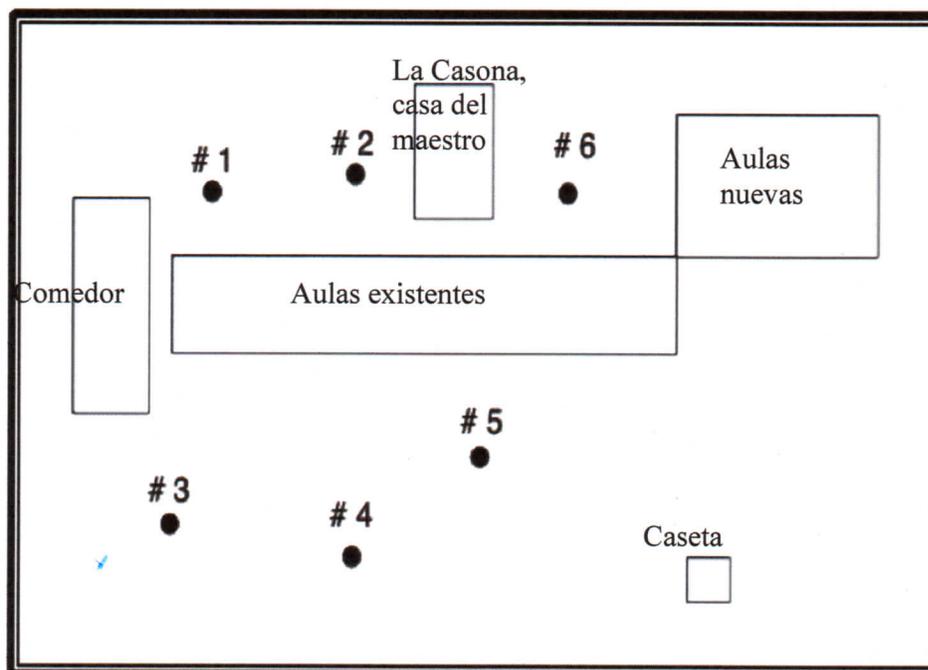
Caudal doméstico de retorno total	= 200 litros por persona por día
20% proveniente de inodoros	= 40 litros por persona por día
40% proveniente de duchas	= 80 litros por persona por día
10% proveniente de cocina	= 20 litros por persona por día
12,5% proveniente de lavandería	= 25 litros por persona por día

Pruebas de infiltración

Se realizaron seis pruebas de infiltración, distribuidas en los posibles espacios entre edificios donde se podrían ubicar las diferentes unidades para el tratamiento de las aguas residuales a producirse en este Centro educativo. El cuadro 1 muestra los resultados de las pruebas realizadas por el grupo

Prueba No.	Fechas de realización	Prueba realizada por:	Tasa infiltración (min/cm)	Velocidad infiltración (m/seg)
1	17 y 18 marzo, 2010	Todo el grupo, en capacitación	6,00	$5,80 \times 10^{-7}$
2	18 y 19 de marzo, 2010	Varios del grupo, a cargo de Agustín Atencio	15,00	$3,67 \times 10^{-7}$
3	01 y 02 de abril, 2010	Varios del grupo, a cargo de Agustín Atencio	7,50	$5,20 \times 10^{-7}$
4	30 y 31 de marzo, 2010	Alexis Andrade, Rigoberto González, Edver Atencio, Federico Bejarano	2,40	$1,07 \times 10^{-6}$
5	03 y 04 de abril, 2010	Varios del grupo, a cargo de Ricardo González	1,40	$1,00 \times 10^{-6}$
6	03 y 04 de abril, 2010	Varios del grupo, a cargo de Ricardo González	1,71	$1,00 \times 10^{-6}$

Cuadro 1 Pruebas de infiltración realizadas por las personas en esta transferencia y nuevo aprendizaje

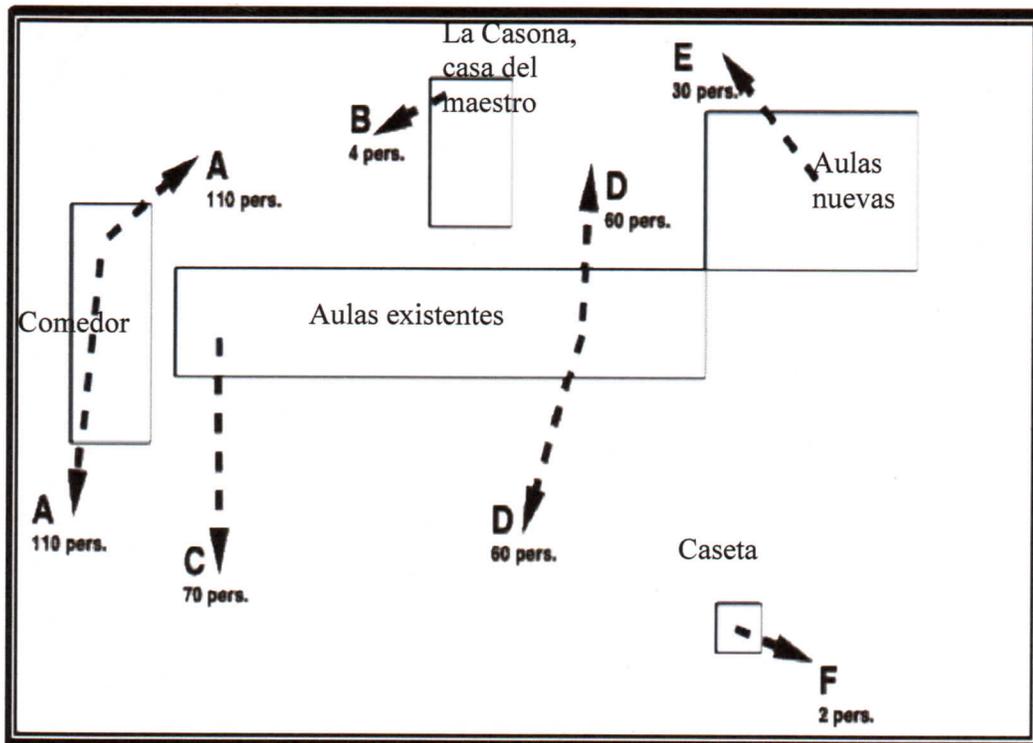


Cuadro 2 Esquema con ubicación aproximada de los sitios donde se realizaron las pruebas

Sistemas para el tratamiento de las aguas residuales

Distribución propuesta para ubicar sistemas para el tratamiento de aguas residuales

- A) Aguas grises provenientes de la cocina-comedor. Población a atender equivalente a la totalidad estimada de 220 personas.
- B) Aguas domésticas por inodoros, ducha, lavandería y cocineta, en albergue para maestros. Población estimada equivalente a 4 personas.
- C) Batería de baños actual, con aguas de inodoros y lavamanos. Población equivalente a atender estimada de 70 personas.
- D) Batería de baños en parte nueva, a dividir en dos sistemas iguales, para atender cada uno una población estimada de 60 personas. Solo agua de inodoros y lavamanos.
- E) Batería de baños en kínder, en parte nueva, atendiendo población equivalente a 30 personas. Solo aguas de inodoros y de lavamanos.
- F) Aguas de inodoros y lavamanos en caseta de vigilancia. Se estima una población equivalente a dos personas.



Cuadro 3 Esquema con ubicación aproximada de los sitios donde se colocarán los sistemas para el tratamiento de aguas residuales

Resultados por cálculos realizados

Cálculos realizados tomando en cuenta cada uno de sitios donde se ubicarán los sistemas, la cantidad estimada de personas por sector y tomando en cuenta los resultados obtenidos con las pruebas de infiltración.

I) Longitud de drenajes y superficies para infiltración.

Solo aguas de inodoros y lavamanos

Cantidad de personas	Longitud de drenaje requerida (m) ○ Ancho = 60 cm ○ Profundidad de material filtrante bajo dren de distribución = 60 cm	Superficie del terreno requerida para colocar drenajes (m ²)
2	6,0	15
30	13,5	35
60	27,0	70
70	61,0	156

Situación de apartamento para maestros

Cantidad de personas	Longitud de drenaje requerida (m) ○ Ancho = 60 cm ○ Profundidad de material filtrante bajo dren de distribución = 60 cm	Superficie del terreno requerida para colocar drenajes (m ²)
4	20,5	52,5

Solo aguas grises de cocina-comedor

Cantidad de personas	Longitud de drenaje requerida (m) ○ Ancho = 60 cm ○ Profundidad de material filtrante bajo dren de distribución = 60 cm	Superficie del terreno requerida para colocar drenajes (m ²)
220	(atrás) 85,0	220
220	(al frente) 95,0	245

Cuadro 4. Cálculo de longitud de drenajes para diferentes situaciones

II) Biojardinera, para solo aguas grises de la cocina-comedor

Se propone colocar cuatro biojardineras. Dos en la parte de atrás y dos al frente. Se requiere para cada sector:

1. Un recipiente para utilizar como unidades para el pre-tratamiento. El volumen para esa unidad será de 2,634 m³ (1,0 x 2,5 x 1,05 m). Estas unidades se colocan cerca del punto de donde se originan las aguas

- grises. Y a partir de ellas se transportan hacia cada sector solo los efluentes líquidos, habiendo dejada grasas y sedimentables.
2. Dos biojardineras de 2,0 x 9,0 m y para una profundidad de excavación de 0,79 m; cada una. Esto para un tiempo de retención hidráulica de 4,91 días.
 3. El drenaje requerido para el sector de atrás será de 42,5 m de zanja (mismas características de 60x60 cm) y una superficie de 110 m².
 4. El drenaje requerido para el sector al frente será de 47,5 m de zanja (mismas características de 60x60 cm) y una superficie de 122,5 m².

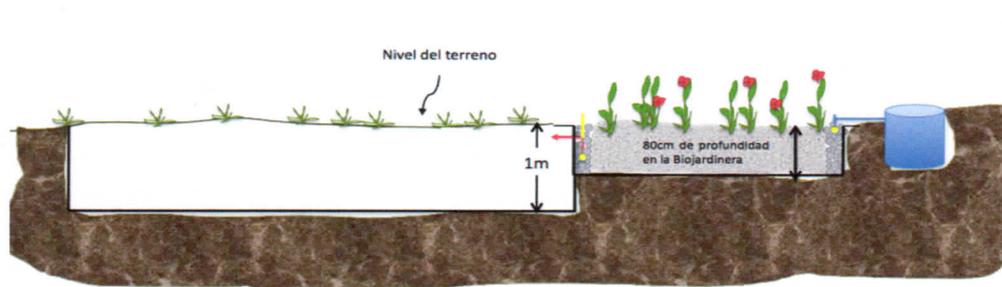


Fig. 6 Esquema ilustrativo sobre adaptación y uso de “humedales construidos”, en panfleto desarrollado por trabajo conjunto del Ing. Elías Rosales con ONG ACEPESA, en programa ISSUE para la introducción en Costa Rica de los conceptos referidos al Ecosaneamiento. Este material como otros de esos proyectos previos, es base con la que se respaldó el trabajo de este proyecto de transferencia.

III) Tanques sépticos a utilizar. Dimensiones inicialmente propuestas según el tamaño de población a atender en cada uno de los sectores de la escuela La Casona. (Primer Diseño)

Caso	Población a atender (personas)	Volumen total (m ³)	Dimensiones internas (m)	Alternativa
B	4	1,048	---	Utilizar unidad prefabricada de 1,2 m ³ para volumen de líquidos
C	70	8,281	1,4 x 4,2 x 1,40	
D	60	7,098	1,4 x 4,2 x 1,20	
E	30	3,549	1,0 x 3,0 x 1,20	
F	2	0,294	---	Utilizar unidad prefabricada de 1,0 m ³ para volumen de líquidos

Cuadro 5 Dimensiones de tanques

Las dimensiones originalmente propuestas (primer diseño) se modificaron porque el Ministerio de Educación / PROMECE, cambió de posición el sitio destinado para la casas del maestro, lo cual demandó otra propuesta donde se adaptaron las primeras dimensiones.

Las dimensiones de los tanques sépticos construidos también se adaptaron a dimensiones que mejor modularán con los bloques de concreto usados en su construcción.

Dimensiones finales y construidas de los tanques sépticos

	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
Tanque 1, caso C	4,55	1,75	2,20
Tanques 2,3,4, casos D y E	4,55	1,75	2,00
Tanque 5, caso B	Prefabricado de 1500 litros útiles		

Longitud total final de drenajes para tanques: 146,4 m

Biojardineras

Dos unidades para el comedor, de iguales dimensiones:

Dimensiones de la biojardinera	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad (m)
	9	2	1,00
Tanques pre - tratamiento	Elípticos prefabricados de 1200 litros útiles		

Longitud final de drenajes para biojardineras: 47,6 m

Tal como se estableció en anotación anterior, estos tanques se propusieron solo para el manejo de aguas residuales provenientes de los inodoros y lavamanos. Excepto el caso B, referido al apartamento o albergue para los maestros, el cual recibirá aguas por ducha, cocineta y posible lavado de ropa.

La expresión para las dimensiones internas se refiere al ancho, largo y profundidad de líquidos. Por lo que la profundidad interna total variará, al también proporcionar al menos 25 cm de espacio libre sobre los líquidos, para la acumulación principalmente de gases, como de las figuras de entrada y salida que se requieren. Las dimensiones externas, tomarán en cuenta el ancho de las paredes, como el espesor de las losas de cimentación y superior que se definan.

Los cálculos se hicieron para remociones de lodos estimadas a realizar cada dos años.

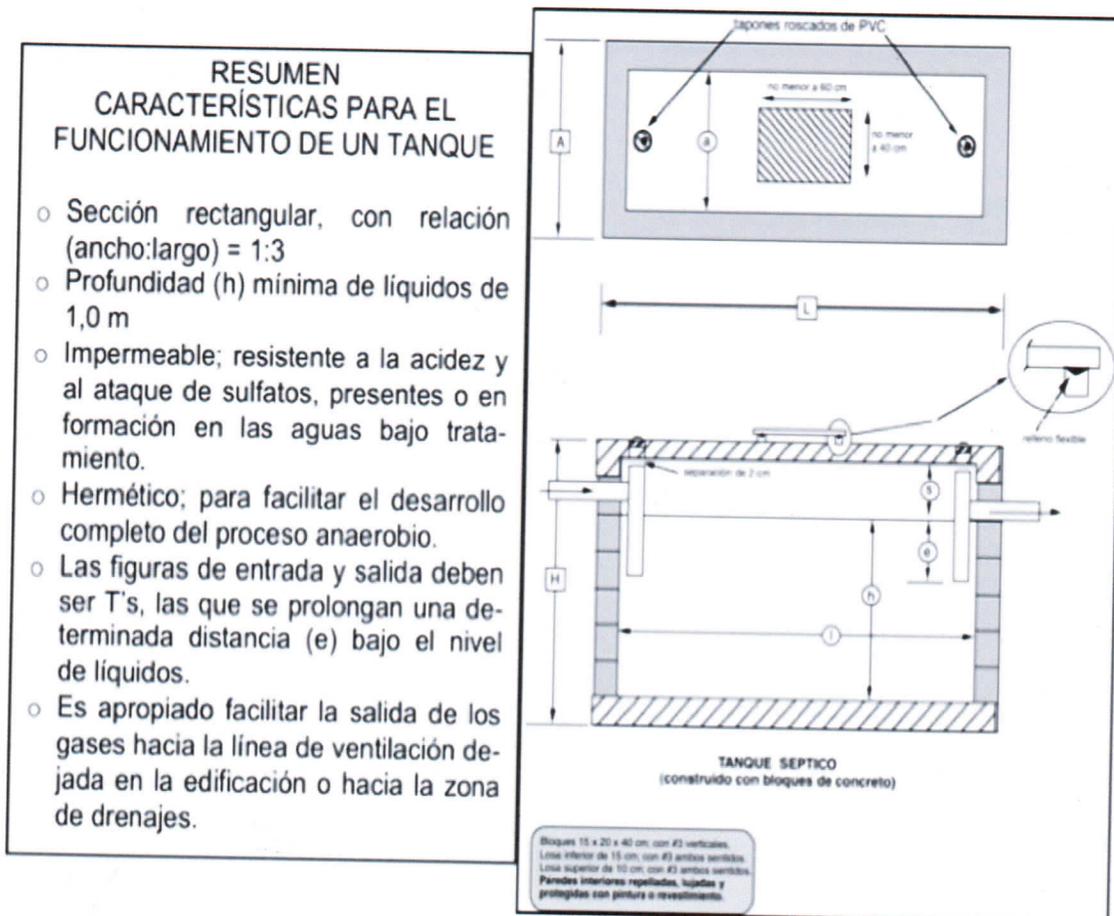


Fig.7 Esquema presentado para guiar los diseños y para enfatizar aspectos básicos referidos a la técnica del tanque séptico. Tomado de la publicación del Ing. Elías Rosales, elaborada a consecuencia de las investigaciones previas que fundamentaron el trabajo realizado con este proyecto de transferencia.

2. Construcción de Obras de Saneamiento

Las obras correspondientes al sistema de saneamiento tanto de la parte vieja de la escuela como de las mejoras en el comedor y en la ampliación, fueron construidas por el grupo de indígenas capacitados.

La primera parte de esta etapa se hizo en forma teórica y práctica por medio de talleres de dos días. Cada sesión de trabajo fue de 5 horas promedio por día. Estos talleres se efectuaron cada dos semanas. En los talleres se desarrollaron los conceptos por medio de presentaciones en pizarra y Power Point y trabajo en el campo.

Uno de los temas más complejos a explicar y que tiene gran importancia en el resultado final, es el trazado de un proyecto, por esta razón previo al trazado definitivo se realizaron varias prácticas de trazado. A continuación se muestran fotografías del proceso constructivo.

2.1 Trazado

Para introducir el concepto de trazado, se mostraron los materiales que se utilizan en un trazado a saber; cuerdas niveles escuadras cinta manguera de nivel y se construyeron las yuguetas o guías por parte de los estudiantes. Las siguientes fotografías muestran el proceso de trazado de los tanques



Fig.8 Prácticas de trazado

2.2 Limpieza del terreno

Como actividad inicial antes del trazado, se limpió el terreno y se adecuó un espacio para la bodega. Las siguientes fotografías de la Fig. 9 muestran parte del trabajo de limpieza del terreno.



Fig. 9 Limpieza del terreno

2.3 Pega de bloques de los tanques

Los tanques fueron diseñados en mampostería reforzada. Previo a esta etapa se capacitó al equipo de trabajo en la técnica de pega de bloques, preparación de mezclas de concreto y morteros y colocación de acero de refuerzo. Para esto se utilizó la pizarra, presentaciones en power point y se mostraron en donde fue posible ejemplos reales.

Es importante recalcar que siempre se incorporaron los conceptos de calidad, seguridad, protección del ambiente, mejoramiento de procesos y productividad.



Fig. 10 Fotografías del proceso de construcción

Construcción de drenajes

Se construyeron aproximadamente 200 ml de drenaje para las diferentes obras. La **Fig. 11** muestra parte de las excavaciones realizadas para los drenajes



Fig. 11 Excavaciones para drenajes

2.5 Construcción de Biojardineras

Considerando que las aguas grises del comedor escolar existente no recibían ningún tratamiento y se depositaban en la quebrada que pasa en la parte posterior de la Escuela, se construyeron dos biojardineras bajo la técnica de humedales construidos las cuales, darán tratamiento a las aguas grises del comedor existente. Este comedor fue ampliado en aproximadamente 40m², con la ampliación de la escuela. Las biojardineras tienen una dimensión de 9 metros de largo, 2 metros de ancho y un metro de profundidad con sistemas de pretratamiento prefabricados elípticos de fibra de vidrio. La ampliación del comedor además incluyó un servicio sanitario cuyas aguas fueron direccionadas al tanque séptico construido en la parte vieja de la escuela.

La **Fig. 12**, muestra la ubicación de las jardineras y las especificaciones de sus dimensiones. La **Fig. 13** representa una fotografía de las biojardineras tal y como quedaron al finalizar el proyecto

Detalles del drenaje:

- Las zanjas van a tener una profundidad de 1 metro por 60cm de ancho.
- Van a tener 12 metros de longitud con ramales de 2 metros de largo a 45°, dejando una distancia de 2 metros entre zanja y zanja.
- Se va a mantener el nivel de profundidad para toda la zanja.

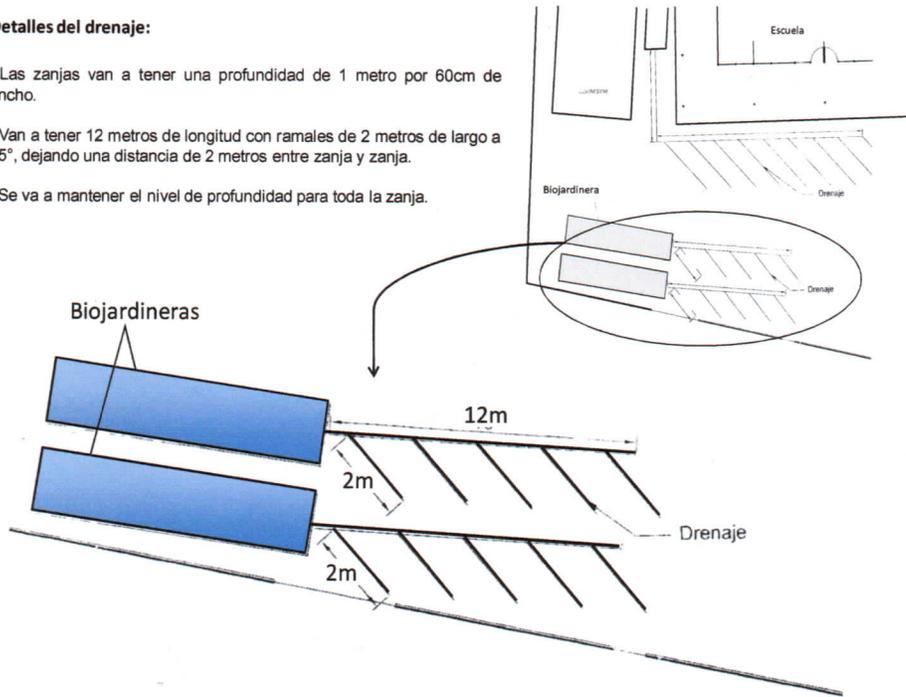


Fig. 12 Ubicación de las biojardineras y sus drenajes.



Fig.13 Fotografía de las biojardineras terminadas

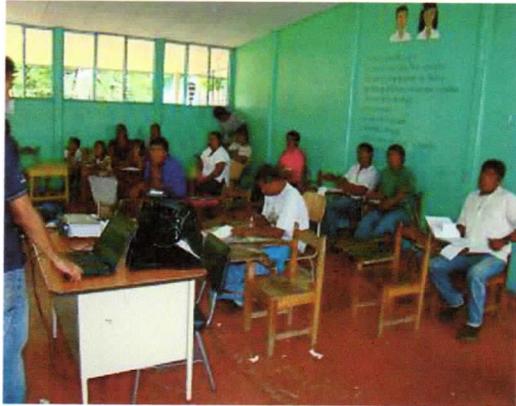
La Fig. 14 muestra fotografías de las obras construidas terminadas y en funcionamiento tal y como lucen al final del proyecto



Fig. 14 Fotografías de Obras terminadas

3. Talleres de Participación (Capacitaciones)

Previo y durante el proceso de construcción se llevaron a cabo capacitaciones, por medio de talleres, en los diferentes aspectos a desarrollar. Estos talleres fueron impartidos por los miembros de equipo investigador. A continuación se presentan una serie de fotografías que muestran parte de esas capacitaciones.



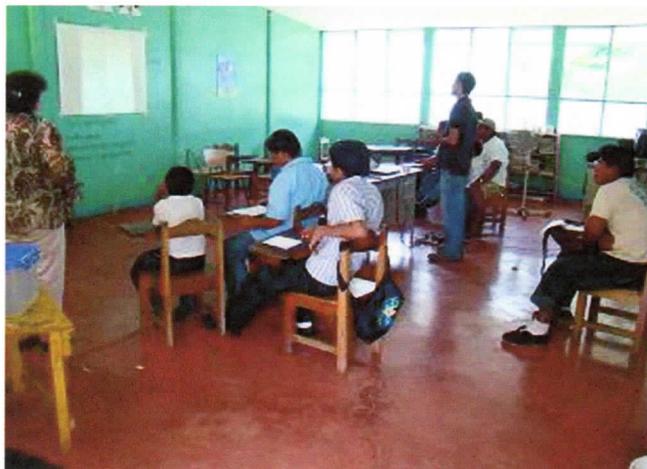


Fig. 15 Fotografías de los talleres de capacitación

4. Manual de construcción y guías de uso, operación y mantenimiento de tanques sépticos y biojardineras

Este proyecto de transferencia tecnológica capacitó a personas con formación elemental y patrones de aprendizaje muy particulares, por lo que debió asegurarse que los aspectos técnicos transmitidos tuviesen instrumentos con los que se facilitara recordar lo aprendido.

Se consideró importante que la comunidad cuente con referencias propias y así con un manual de construcción (enfaticando en los procedimientos instruidos) y guías fáciles de seguir para atender las acciones de operación y mantenimiento. Estos documentos se prepararon y para su entrega se llevaron otras actividades de "refrescamiento" o evaluación de criterios aprendidos. Se adjuntan como apéndices de este informe. Es importante considerar que dado la población meta a la cual están dirigidos, su lenguaje es sencillo y básico. Estos materiales no se prepararon en el idioma propio de la comunidad porque las personas involucradas en esta transferencia saben leer y escribir en español e incursionar en las traducciones para el resto de los integrantes de la comunidad queda para una nueva fase.

El Manual de Construcción contiene información básica de lo instruido al grupo, indispensable en todo proyecto de construcción. Se diseñó de esta manera considerando que en la comunidad se están construyendo diferentes estructuras y el equipo de personas que se preparó podría participar de su construcción poniendo en práctica lo aprendido, lo cual de seguro fue transferido mejorando "muchos defectos" que la práctica tradicional aplica. El Manual se presenta en los apéndices.

Discusión y Conclusiones

Con las primeras visitas fue posible evidenciar las condiciones de saneamiento de la Comunidad y de la Escuela. Se evidenció que el sistema de tratamiento en operación era inadecuado e insuficiente, tanto en lo que corresponde a su dimensionamiento como en lo que corresponde al sitio donde se vierten los efluentes tratados. No se cuenta con la suficiente longitud de drenaje, ni se ha destinado la correcta superficie para determinar el campo de infiltración.

El proyecto realizado tuvo como propósito la transferencia de conocimiento sobre técnicas sanitarias para el tratamiento de aguas residuales. Y el caso fue muy particular al haberse realizado en una comunidad indígena, la cual ha sido a través de los años "muy" intervenida por ONG's, empresas, instituciones y por las mismas universidades. Una de esas intervenciones y tomada como motivación para este proyecto lo fue, el proyecto de vivienda con el que se construyeron 160 casas, en las que se instaló la técnica del tanque séptico. Sin llevar adelante instrucciones, menos capacitaciones para las personas usuarias de esta comunidad indígena.

En consecuencia, por la afinidad del grupo de investigación practicando y su origen en el CIVCO, fue imposible dejar por fuera valoraciones en lo que compete a la calidad de materiales, calidad de estructura y utilización de la vivienda de ese proyecto habitacional que introdujo una cantidad importante de casas prefabricadas.

El proyecto cumplió lo que se propuso de transferir a un grupo de personas de esta comunidad mejores criterios sobre técnicas a utilizar para el tratamiento de aguas residuales. Este proyecto amplió su oportunidad al complementarse con capacitación y mejores prácticas en aspectos referidos a la construcción de estructuras en mampostería: valorando procedimientos, materiales, criterios de seguridad y calidad entre otros.

El grupo ahora con formación básica en estos temas, permite a la comunidad contar con referencia local, propia, para mejor atender y mejor conducir tanto las situaciones que en relación al tratamiento de aguas residuales domésticas se presenten, como los referidos a prácticas de construcción.

En el corto tiempo, el trabajo realizado por este proyecto de transferencia del ITCR evidencia resultados apropiados y logros de la diseminación de conocimiento.

- a. Al menos tres personas de ese grupo ofrecen sus servicios a profesionales en arquitectura e ingeniería de la zona y están ellos ejecutando pruebas de infiltración, en Coto Brus y otros cantones aledaños.
- b. Uno de los trabajos realizados en los últimos meses son las pruebas de infiltración para los terrenos que en su misma

comunidad la CCSS proyecta utilizar para la construcción de un nuevo EBAIS.

- c. Funcionarios del Ministerio de Salud, del área rectora en San Vito, ante dudas en proyectos de vivienda construidos en Coto Brus, indican que en La Casona hay personas capacitadas para realizar las pruebas de infiltración y construcción de biojardineras. Ejemplo, trabajos en urbanización Los Pioneros, en San Vito.

Adicionalmente, el Ministerio de Vivienda y la municipalidad de Coto Brus ejecutarán proyectos de vivienda en comunidades indígenas, (Buenos Aires, Coto Brus y Corredores) donde por intervención del Ministerio de Salud local, se propuso que los trabajos que tengan que ver con pruebas de infiltración, tanques sépticos, biojardineras y construcción, deben tomar en cuenta a las personas de La Casona. En consecuencia, funcionarios del Ministerio de Salud, hicieron contacto con funcionarios del INA para la apertura de un programa de capacitación especial en procura de complementar y acreditar la formación en temas de construcción de estas mismas personas.

El trabajo práctico realizado para las instalaciones existentes y construidas en la escuela de La Casona, fue muy conveniente para el complemento y comprobación de lo que se propuso transferir.

Parte del objetivo general propuesto fue también construir obras sanitarias bajo el criterio de aprendizaje y demostración para el EBAIS, sin embargo, esto nunca se concretó con las autoridades responsables de la CCSS porque ellas nunca definieron, durante el proyecto, la ejecución de ese proyecto para esta comunidad.

Referencias Bibliográficas

- Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (1996). Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones. San José, Costa Rica: CFIA.
- Rosales Escalante, E. (2003), Tanques Sépticos: conceptos teóricos base y aplicaciones. CIVCO, ITCR Cartago, Costa Rica
- García M. Diagnóstico Participativo en cuestiones del agua., Instituto Cinara, Universidad del Valle, Colombia.
- ACEPESA, Manual de Ecosaneamiento: "Creando Jardines para limpiar nuestra agua", San José, Costa Rica.
- García M, Participación Comunitaria en Proyectos de Agua y Saneamiento, Instituto Cinara, Universidad del Valle, Colombia.

- IV Foro mundial del Agua, (2006), Desarrollo de Capacidades de Aprendizaje Social, México, 2006.
- Rosales Escalante, Elías. (2005). La biojardinera: una alternativa natural para limpiar las aguas grises de nuestra casa, CIVCO,ITCR, Cartago Costa Rica, 2005.

Apéndices

Lista de Apéndices

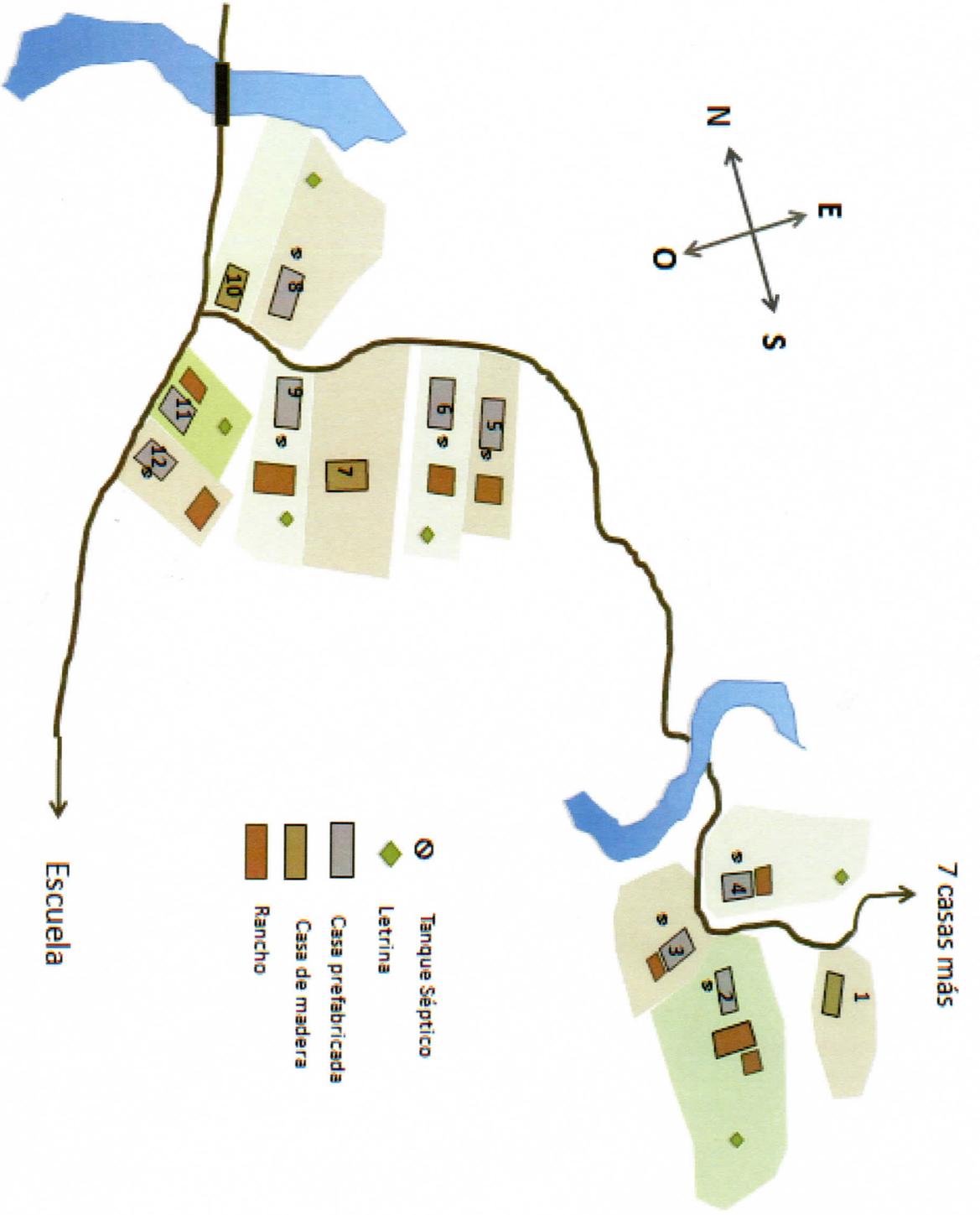
1. Lista y ubicación de viviendas visitadas
2. Manual: Aspectos constructivos
3. Guía sobre el uso del tanque séptico
4. Guía sobre el uso de Biojardineras

1. Lista y ubicación de viviendas visitadas

Proyecto: "Mejoras sanitarias en instituciones o servicios públicas de La Casona, Coto Brus"

Cuadro resumen de las visitas realizadas de inspección de casas en la comunidad.

Casa No	Familia	Personas	Tipo Casa	Sistema Tanque Séptico		Uso de Letrina	Agua Potable	Destino aguas usadas
				SI	No			
1	Jiménez Contreras	3	Madera		X	SI	Proveniente de naciente, sin problemas de agua	Al terreno
2		7	Prefa +rancho	X		SI	Proveniente de naciente, sin problemas de agua	Aguas jabonosas directamente al terreno
3	Noe Benjamín P.	No dato	Prefa +rancho	X		SI	Proveniente de naciente, sin problemas de agua	Aguas jabonosas directamente al terreno
4	No dato	No dato	Prefa +rancho	X		SI	Proveniente de naciente, sin problemas de agua	Aguas jabonosas directamente al terreno
5	Atencio Diaz	4	Prefa +rancho	X		No	Sistema de tubería problemas de agua, recogen de pozo	Pila externa: hacia el terreno
6	Tencio Diaz	5	Block +rancho	X		SI	Sistema de tubería problemas de agua, recogen de pozo	Aguas jabonosas directamente al terreno
7	Alquilia Profesor, Elias	1	Madera	X		SI	Agua proveniente de pozo	terreno
8	Atencio Carrera	4	Prefa	X		SI	Sistema de tubería problemas de agua, recogen de pozo	Al terreno
9	Santo Rodriguez	5	Prefa +rancho	X		SI	Sistema de tubería problemas de agua, recogen de pozo	Aguas jabonosas directamente al terreno
10	Rodriguez	No dato	Madera	X		SI	No dato	No dato
11	Valdés	3	Prefa +rancho	X		SI	No dato	Al terreno directamente
12	Zuñiga	5	Prefa unida a existente + rancho	X		No	Recojen del río	Aguas jabonosas directamente al terreno



Croquis del recorrido de las visitas a casas en la comunidad de La Casona, Coto Brus.

2. Manual: Aspectos constructivos

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN VIVIENDA Y CONSTRUCCIÓN

PROYECTO
Mejoras sanitarias en instituciones o servicios públicos de La Casona, Coto Brus

MANUAL ASPECTOS CONSTRUCTIVOS



Realizado por:
Ing. Ana Grettel Leandro H, Investigadora
Antonio Rosales López, estudiante asistente

TABLA DE CONTENIDOS

1. Nivelación y Trazado

- a. Preparación del terreno, limpieza.
- b. El trazado
- c. Yuguetas, colocación
- d. Nivel de referencia, utilizando el nivel de manguera
- e. Ejemplo práctico

2. Colocación de bloques de concreto

- a. Componentes básicos (unidades de mampostería, mortero, concreto de relleno y acero de refuerzo)
- b. Mortero de pega: función y características
- c. Pega de bloques: colocación correcta
- d. Acero de refuerzo: horizontal y vertical; colocación correcta
- e. Concreto de relleno: funciones y características

3. Colocación de acero

- a. Características de las varillas de construcción
- b. Colocación del acero vertical y horizontal en una pared de mampostería
- c. Amarras con alambre negro
- d. Recubrimientos ("helados"), función
- e. Aros, ganchos y detalles de doblez

4. Formaletas

- a. Función
- b. Presiones laterales

5. Concreto

- a. Composición, características
- b. Componentes: agua, arena y piedra
- c. Resistencia, compresión
- d. Malas y buenas prácticas de su uso y almacenamiento

6. Calidad, Seguridad y Productividad

1. NIVELACIÓN Y TRAZADO

La Nivelación y Trazado son dos aspectos muy importantes a la hora de iniciar cualquier proyecto de construcción, ya que mediante estos procesos se marcan en el terreno las dimensiones y límites que va a tener el proyecto a construir. Es muy importante revisar varias veces para no tener problemas posteriores con las dimensiones de la edificación. Este proceso consta de varios procesos:

1.1 Preparación del terreno

Antes de iniciar los trabajos de nivelación y trazado se debe hacer un reconocimiento inicial del terreno para identificar cualquier cosa que obstruya o pueda estorbar en nuestro trabajo.

Se debe limpiar el terreno de toda basura (palos, latas, piedras, escombros) y arrancar la capa vegetal que en ella se encuentre (zacate, malas hiervas, tierra vegetal, etc).

El terreno debe quedar nivelado y limpio es decir, sin obstáculos antes de iniciar el trazado.

1.2 El trazado

El trazado consiste en la ubicación en el campo de los ejes de la construcción. Éste se realiza usando "yuguetas" (Figura 1.1). Éstas son dos reglas verticales que se clavan en el terreno y una regla horizontal que servirá de guía y de nivel.

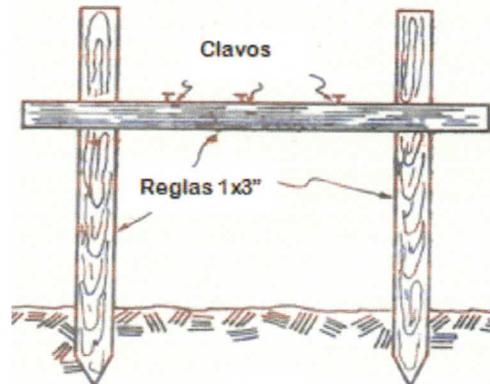


Figura 1.1 Yuguetas

(Figura tomada de: Elementos de Construcción ITCR, marzo 1984)

Sobre la regla horizontal se clavan tres clavos, uno que indica el eje de la pared y dos que indican el ancho del cimiento o placa, con el objetivo de hacer la excavación de sección constante y así evitar el desperdicio de material y de mano de obra.

Cuando se inicia la construcción se eliminan los clavos externos y se colocan dos nuevos que indican el ancho de pared de la obra, sirviendo de guía para pasar los codales.

1.3 Colocación de Yuguetas

- Lo primero que se debe hacer es colocar una estaca en un lugar visible, preferiblemente colindante con una línea de construcción para que forme una esquina. Luego se marca la estaca a unos 60 cm sobre el nivel del terreno

y éste será nuestro nivel de referencia para colocar las demás yuguetas. (Figura 1.2)

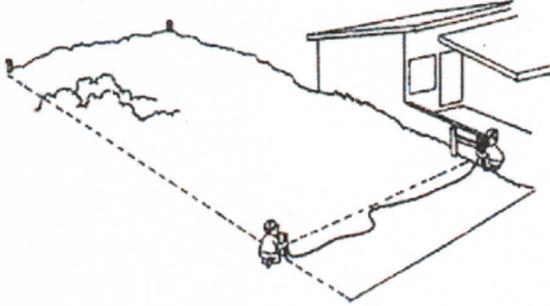


Figura 1.2 Colocación de Yuguetas
(Figura tomada de: Manual de construcción. Nuevo Sistema Prefa PC)

- Se colocan dos estacas a una distancia aproximada de 80 cm una de otra y uniéndolas con un cordal a nivel. (Figura 1.3)



Figura 1.3 Colocación de Yuguetas
(Fotos: Proyecto en La Casona, Coto Brus. Práctica de trazado)

- En la esquinas, a la yugueta se le añade otra estaca y otro cordal de tal modo que se forme una escuadra o se colocan otras dos estacas individuales.(Figura 1.4)



Figura 1.4 Colocación de Yuguetas, esquinas.
(Fotos: Proyecto en La Casona, Coto Brus. Práctica de trazado)

- Para trasladar el nivel de referencia a las viguetas se utiliza el nivel de manguera. Éste método consiste en utilizar una manguera transparente llena de agua para marcar un nivel en varios puntos. (figura 1.5).



Figura 1.5 Trasladar nivel de referencia.
(Fotos: Proyecto en La Casona, Coto Brus. Práctica de trazado)

- El siguiente paso será colocar las yuguetas en las esquinas restantes de modo que se trace todo el perímetro de construcción.



Figura 1.6 Colocación de Yuguetas
(Fotos: Proyecto en La Casona, Coto Brus. Práctica de trazado)

1.4 Nivel de referencia, utilizando el nivel de manguera

Se coloca el nivel de la manguera de uno de los extremos en la marca que se dejó en la primera estaca y el otro extremo de la manguera donde queremos marcar el nivel en la yugueta. (Figura 1.7)

Es importante que no existan burbujas dentro de la manguera y sostener los dos extremos de la manguera juntos a una misma altura para que el agua no se riegue.

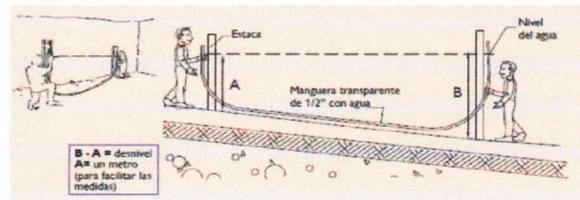


Figura 1.7 Trasladar nivel de referencia.

2. COLOCACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO

2.1 Componentes básicos

- **Unidades de mampostería.** Bloques de concreto. La medida estándar nominal de los bloques de concreto es de 40cm de largo por 20cm de alto, mientras el ancho varía según las especificaciones de la construcción. Estas van de 12, 15 y 20cm como las más comunes. También existen diferentes tipos según su resistencia y calidad, los cuales se clasifican en clase A, B o C, siendo el A la de mejor calidad.
- **Mortero de pega.** Pasta a base de cemento, arena y agua.
- **Concreto de relleno.** Mezcla de cemento, arena, piedra y agua.
- **Acero de refuerzo:** varillas de acero #2, #3

2.2 Mortero de pega

El mortero consiste en una mezcla de cemento, arena y agua. Su función es la de adherir los bloques con el acero horizontal.

Es muy importante obtener una adecuada trabajabilidad con buena plasticidad para que se pueda adherir totalmente a los bloques, sin escurrirse. Existe una prueba sencilla y rápida para determinar esta plasticidad en el mortero que se llama la prueba de la cuchara, la cual consiste en colocar una porción del mortero sobre la cuchara y ponerla boca abajo o en posición vertical sin que el mortero escurra, así se determina que se tiene una buena mezcla de mortero.

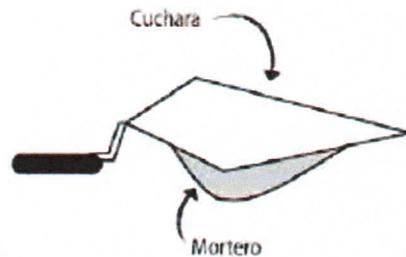


Figura 2.1 Prueba de la cuchara para determinar la plasticidad del mortero.

2.3 Pega de bloques

El mortero de junta debe esparcirse en franjas longitudinales en la cara superior del bloque ya colocado y en las laterales de contacto del bloque por colocar, procediendo a colocarlo presionando hacia abajo y lateralmente contra el bloque adyacente, hasta obtener la posición precisa.

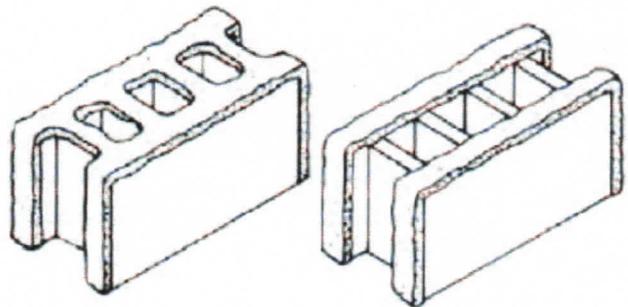


Figura 2.2 Esparcido del mortero en las caras laterales del bloque.
(Figura tomada de: Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC)



Figura 2.3 Colocación de un bloque en sitio.
(Fotos: Proyecto en La Casona, Coto Brus. Construcción tanque séptico)

Las sisas o juntas deben de ser no mayor a 1,6cm ni menor a 0,6cm por lo que se recomienda que el espesor de juntas sea de 1cm parejo. Esto porque las medidas reales de los bloques de concreto son un centímetro menor al nominal, eso quiere decir que el largo es de 39cm no de 40cm y que el alto es de 19cm no de 20cm, esto para contrarrestarlo con el centímetro de la sisa y se puedan modular las longitudes correspondientes.

Para garantizar un buen trabajo de calidad, se debe iniciar la pega de bloques correctamente desde la primera hilada, por lo que se recomienda el empleo de procedimientos que permitan mantener un control permanente durante la ejecución.

Etapas del proceso constructivo (*Manual de construcción con bloques de concreto. Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto_ ICCYC*):

- Marcar sobre el cimiento una línea de referencia, ligada a los ejes de la obra, que permita ubicar en línea recta el borde externo de la primera hilada de bloques a colocar. Figura 2.4

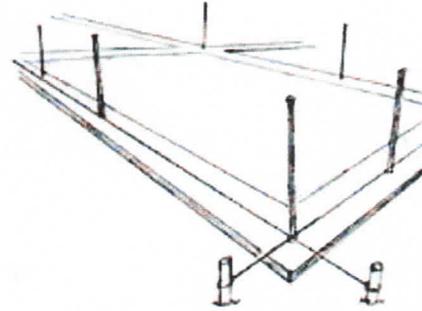


Figura 2.4 Línea de referencia de los ejes de la obra.
(Figura tomada de: Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC)

- Los bloques se deben presentar inicialmente sin pegarse con mortero, para así poder determinar si hay obstrucciones o diferencias en la ubicación del acero. Figura 2.5

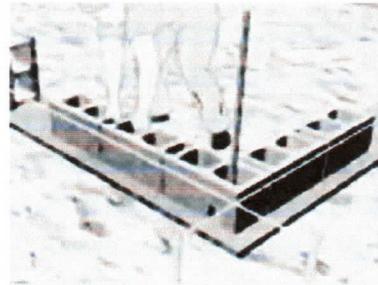


Figura 2.5 Línea de referencia para la colocación de bloques y prueba para que calcen los bloques sin mortero de pega.
(Figura tomada de: Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC)

- Colocar el mortero de junta sobre el cimiento, en una longitud de trabajo adecuada, dejando el espacio para que el concreto de relleno contacte la placa de fundación.
- Colocación definitiva de las unidades de la esquina, verificando cuidadosamente su alineamiento horizontal y vertical mediante nivel de albañil, en la forma señalada en las figuras 2.6, 2.7 y 2.8.

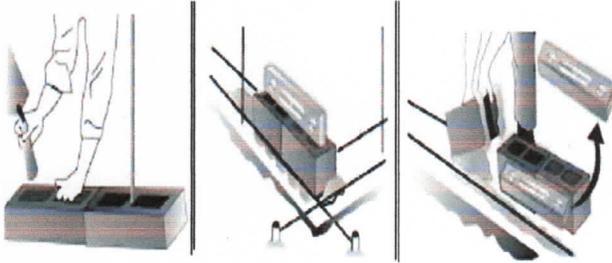


Figura 2.6, 2.7, 2.8. Línea de referencia para la colocación de bloques y prueba para que calcen los bloques sin mortero de pega.
 (Figura tomada de: Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC)

- La elevación de ambas esquinas del muro en tres o cuatro hiladas, dependiendo de la posición de las armaduras horizontales, antes de completar el relleno de la parte central, verificando sistemáticamente el alineamiento horizontal y vertical de cada unidad colocada en la forma indicada en las figuras 2.9 a la 2.13.

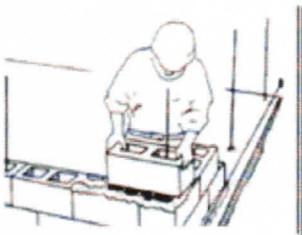


Figura 2.9

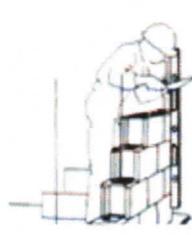


Figura 2.10

Figura 2.9. Elevación de hilada en las esquinas.
Figura 2.10. Medición de verticalidad.
 (Figuras tomada de: Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC)



Figura 2.11. Verificación de horizontalidad superior.
 (Fotos: Proyecto en La Casona, Coto Brus. Construcción tanque séptico)

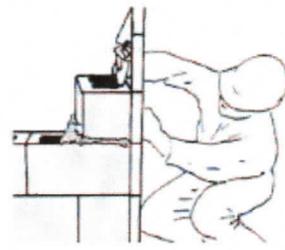


Figura 2.12

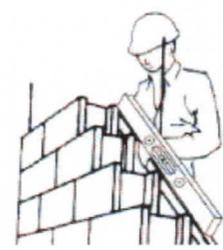


Figura 2.13

Figura 2.12. Verificación de ubicación en altura.
Figura 2.13. Verificación de alineamiento en diagonal.
 (Figuras tomada de: Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC)

- Colocar las unidades intermedias con un cordal apoyado en las unidades extremas. Figuras 2.14-2.18.

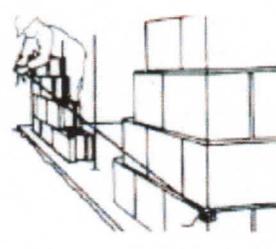


Figura 2.14

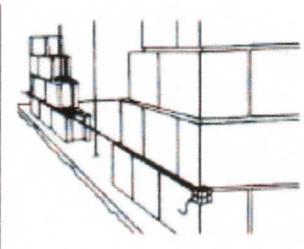


Figura 2.15

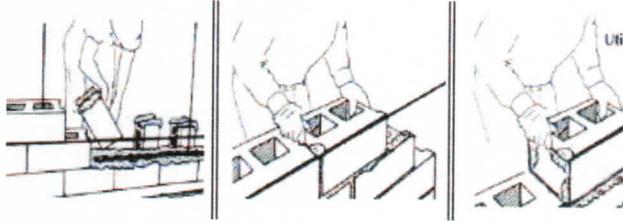


Figura 2.16

Figura 2.17

Figura 2.18

Figura 2.14. Colocación de referencia para el alineamiento de bloques.

Figura 2.15. Cordel de referencia en su ubicación final.

Figura 2.16. Colocación de unidades intermedias.

Figura 2.17. Asentamientos de una unidad.

Figura 2.18. Figura de bloque de cierre.

(Figuras tomada de: Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC)



Figura 2.19. Acabado primer hilada de bloques.

(Fotos: Proyecto en La Casona, Coto Brus. Construcción tanque séptico)

2.4 Acero de refuerzo

En las estructuras de mampostería se emplean dos tipos básicos de reforzamiento, estos son el acero vertical y el acero horizontal.

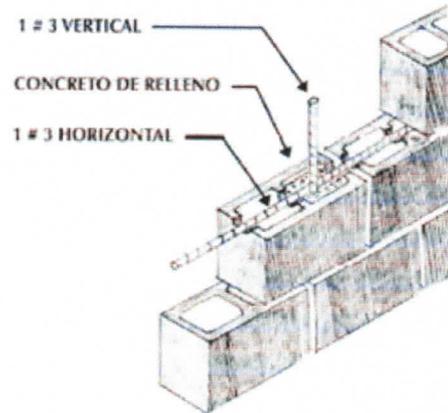


Figura 2.19. Colocación de acero horizontal y vertical.

a) Colocación de acero horizontal.

Debe ser indicada en los planos constructivos de la obra cada cuantas hiladas se colocará en el muro.

Usualmente se coloca una varilla #3 corrugada cada dos o tres hiladas según el proyecto. Éstas se colocan horizontalmente sobre la hilada de bloques en el centro del bloque. Algunos bloques ya vienen con una ranura donde se acomoda la varilla, esto para no hacer bulto en la sisa y respetar el centímetro que se recomienda. Si el bloque no trae la ranura, cuidadosamente con la cuchara se hacen pequeñas ranuras para dar paso a la varilla. Figura 2.20.

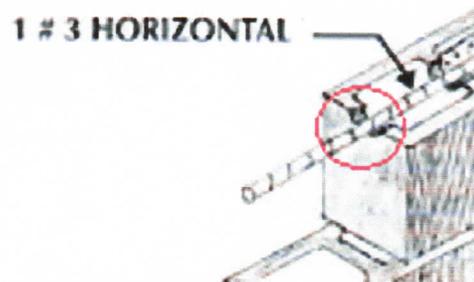


Figura 2.20. Colocación de acero horizontal.

El refuerzo horizontal debe quedar embebido al concreto de relleno o mortero a todo lo largo de la

junta. Se puede aprovechar las bolsas del cemento para hacer una "cama" dentro del hueco del bloque debajo donde se colocará la varilla horizontal, para así no perder concreto y dejar recubierta y protegida la varilla.

b) Colocación de acero vertical.

El acero vertical también debe ser especificado su colocación en planos. Éste debe ser colocado antes de hacer la correa de los cimientos o de la losa que vaya debajo de la pared de bloques, esto porque en su base se debe dejar una longitud de traslape no menor a 30cm. Este procedimiento se debe hacer con mucha precisión ya que si no se colocan las varillas verticales correctamente a la distancia especificada puede que no calce la con la colocación de los bloques. Con una correcta colocación no debe de existir ningún problema al respecto. Figura 2.21.

Las armaduras verticales, solo pueden tener una altura tal, que permita el enhebrado de los bloques, esto para no doblar la varilla; motivo por el cual, para alturas mayores, se deben hacer traslapes de varilla.



Figura 2.21. Colocación de acero vertical.
(Foto: Proyecto en La Casona, Coto Brus. Construcción de tanques sépticos)

2.5 Concreto de relleno

La función principal del concreto de relleno es el que integrar el refuerzo con las unidades de mampostería por medio de la adherencia. Por lo que sólo se rellenarán aquellos bloques donde se ubique una varilla o donde se especifique en planos que se deban rellenar. También protege al acero de la acción del ambiente.

Una característica importante para éste concreto debe ser la fluidez, ya que debe ser capaz de rellenar todas las cavidades dentro de la mampostería sin segregación. Para verificar esto, se hacen ventanas de inspección en la primera hilada de bloques. La ventana de inspección funciona también para verificar que no existan dobleces en la base de la varilla. Figura 2.22.

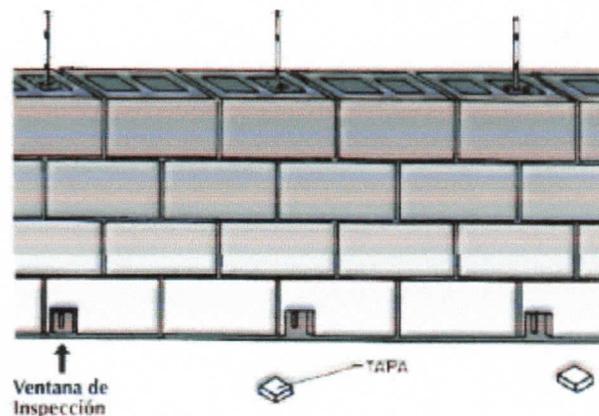


Figura 2.22. Ventanas de inspección hechas en la hilada inferior para la limpieza antes de rellenar.
(Figura tomada de: Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC)

La buena colocación del concreto de relleno es una etapa fundamental en la construcción de un muro de bloques. La altura máxima de hiladas para la colocación del concreto de relleno se recomienda que sea de no más de 3 hiladas, esto cuando se hace de forma manual. No se recomienda menos que eso, ya que si se va rellenando la celda cada hilada, se generarían "juntas frías", lo que significa que no hay una correcta adherencia entre concretos.

Es importante acomodar el concreto de relleno en el agujero del bloque, para que no queden espacios vacíos. También se recomienda no llenar completamente la última celda en la

hilada donde se está haciendo el relleno. Se debe suspender el colado del concreto a 5cm por debajo del nivel del último bloque.

3. COLOCACIÓN DE ACERO

3.1 Características de las varillas de construcción

Existen ciertos símbolos en las varillas de construcción que ayudan a identificar desde el fabricante, país, grado, hasta el diámetro de la varilla con la que se está trabajando. Esto es muy práctico para no cometer equivocaciones en obra de las especificaciones del plano estructural.

Estos símbolos que vienen impresos en las varillas son los siguientes:

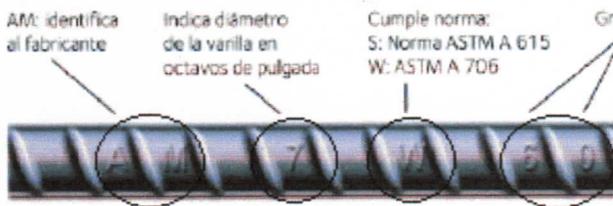


Figura 3.1. Elementos impresos en una varilla de construcción
 (Figura: Catálogo de productos. ArcelorMittal Costa Rica. Aceros Largos)

En el mercado hay varios diámetros de varillas que normalmente vienen en longitudes de 6m, pero también se pueden encontrar longitudes de 9m y 12 metros de longitud.

También existen dos tipos de varilla según la aleación de carbono presente en ellas, estas se identifican con el grado, ya sea de 40 o de 60. El uso de una u otra depende estrictamente de la especificación técnica por parte del Ingeniero estructural y debe estar especificado en los planos.

Cuadro 3.1. Especificaciones Técnicas.
 (Catálogo de productos. ArcelorMittal Costa Rica. Aceros Largos)

Número Desig.	Diám. Nominal mm	Diám. pulgadas	Perím. mm	Peso Nominal kg/m	Área cm ²
3	9,520	3/8	29,9	0,560	0,71
4	12,700	1/2	39,9	0,994	1,29
5	15,880	5/8	49,9	1,552	2,00
6	19,050	3/4	59,8	2,235	2,84
7	22,220	7/8	69,8	3,042	3,87
8	25,400	1	79,8	3,973	5,10
9	28,650	1 1/8	90,0	5,060	6,45
10	32,260	1 1/4	101,3	6,404	8,19
11	35,810	1 3/8	112,5	7,907	10,06

3.2 Colocación del acero vertical y horizontal en una pared de mampostería

En el capítulo anterior de “Colocación de bloques de concreto” se explicó la forma correcta de colocar el acero vertical y el acero horizontal en un muro de bloques. En este capítulo se ejemplificará con un ejemplo de un muro integral, de bloques de concreto con vigas y columnas en concreto armado.

Lo primero que se debe hacer es colocar la armadura. Todo ese armazón de acero de la placa o la losa, y colocar las varillas verticales a la distancia correspondiente según los planos estructurales. Estas varillas llevan un anclaje o traslape en la base donde se amarra a la armadura del cimiento o losa. Figura 3.2.

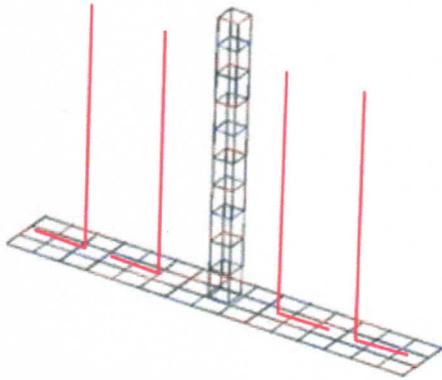


Figura 3.2. Colocación acero vertical con traslape.

Una vez colocado y amarrado firme y correctamente el acero, se procede a chorrear la losa o la placa base donde se sentarán los bloques de concreto. Figura 3.3.

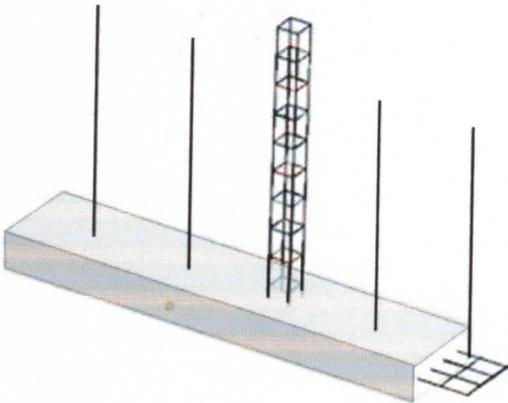


Figura 3.3. Chorrea de la losa o placa.

Después se prosigue con el procedimiento visto anteriormente en el capítulo de bloques de concreto, y se va colocando cada hilada de bloques, donde si se colocó correctamente las varillas verticales, deben calzar perfectamente con la posición de los bloques.

Siguiendo los planos constructivos y según su especificación, se coloca en la segunda o tercer hilada de bloques la primera varilla de acero horizontal. Esta se amarra a las varillas

verticales para que no se muevan y se sigue el procedimiento descrito en el capítulo anterior. Figura 3.4.

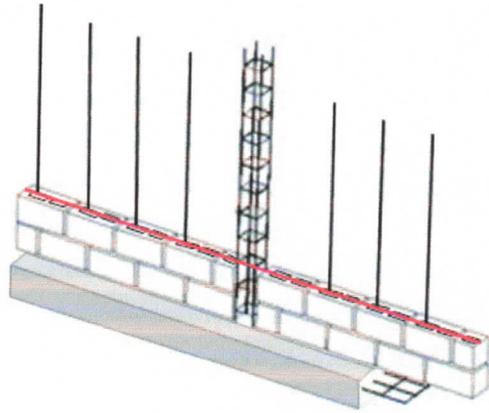


Figura 3.4. Primeras hiladas de bloques y colocación del acero horizontal.

Como este es un ejemplo de mampostería integral con columnas y vigas en concreto armado, se debe terminar de colocar los bloques de concreto y las varillas verticales y horizontales del muro, dejando de último la chorrea de la columna y las vigas, esto para que los bloques de concreto nos sirvan de formaleta en dos caras de la columna. Figura 3.5.

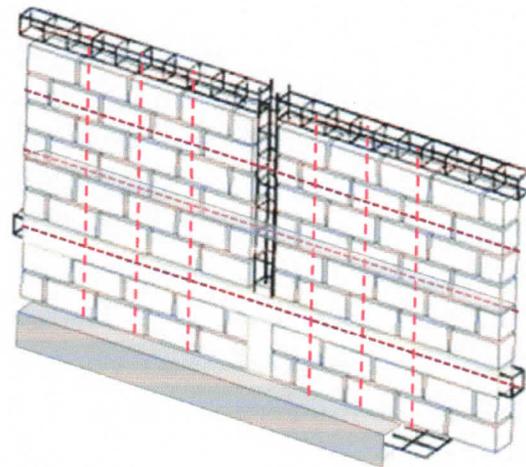


Figura 3.5. Pared de bloques. Acero vertical y horizontal.

Por último se les da la correcta hidratación al concreto para asegurarse que alcance la resistencia requerida en el muro.

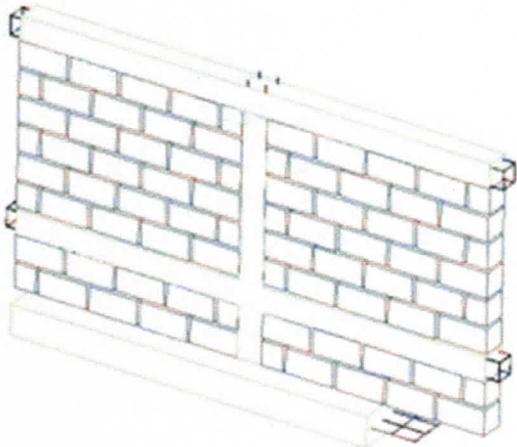


Figura 3.6. Pared final.



Figura 3.7. Colocación de acero vertical antes de chorrear la losa de piso.
(Foto: Proyecto en La Casona, Coto Brus. Construcción de tanques sépticos)

3.3 Amarras con alambre negro

El amarre de las estructuras de acero es importante hacerlo correctamente. Estos amarres no aportan función estructural mas que mantener las estructuras firmas para realizar la chorrea. Estos amarres se hacen con alambre negro.

El amarre más común utilizado en construcción es el llamado "pata de gallo" o "pata de gallo doble". Figura 3.7

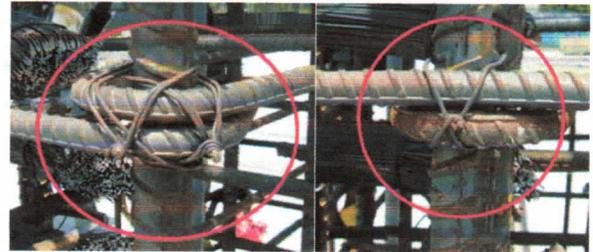


Figura 3.8. Amarras "pata de gallo" doble y sencilla.

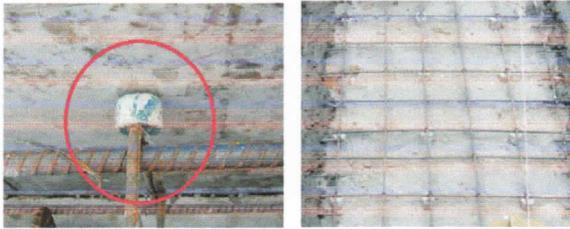
3.4 Recubrimientos ("helados")

Es muy importante de respetar los recubrimientos establecidos en los planos constructivos, esto porque la principal función del recubrimiento de concreto en las estructuras es el de proteger al acero colocado de la acción del clima, agua y otros agentes externos que puedan llegar a dañar la estructura.

En los planos estructurales, el ingeniero debe de dejar especificado de cuánto va a ser este recubrimiento, el cual varía y depende de la cantidad de acero que se utiliza o según las dimensiones y función del elemento que se construye.

Para respetar estos recubrimientos se utilizan los famosos "helados". Estos son pequeñas piezas de mortero o concreto que se colocan antes de hacer la chorrea, las cuales sirven como calzas entre la formaleta y la armadura de acero dejando un espacio entre ellas para respetar el recubrimiento deseado en el elemento. Figura 3.8.

Figura 3



.9. Recubrimientos con "helados" en viga y en losa.

3.5 Aros y ganchos

Son elementos que tienen varias funciones estructurales hasta de amarre de los elementos longitudinales, es por eso que se deben de fabricar correctamente. En su doblez hay que tener presente las especificaciones del plano constructivo, ángulo del doblez, longitud de los estribos o ganchos donde no deben quedar muy cortos o de diferente tamaño.

Dependiendo del diámetro de las varillas así serán las longitudes de los estribos, por lo que no será igual para todas las varillas. Sólo hay que seguir la indicación del plano constructivo en los detalles.

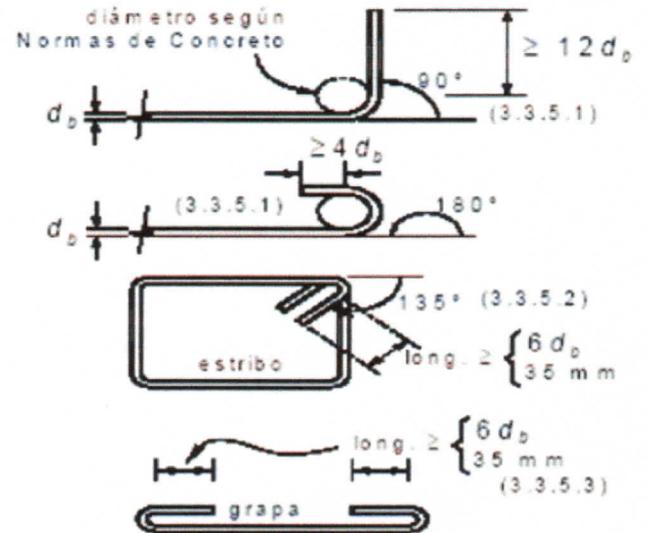


Figura 3.9. Algunas especificaciones generales de los dobleces en los aros y ganchos según el diámetro de la varilla.

4. FORMALETAS

Las formaletas son las responsables de darle la forma final al concreto fresco. Por lo que funciona como un molde donde se encierra el concreto mientras este pasa de su estado fresco al rígido en el proceso de fraguado y parte del proceso de rigidización.

Es muy común el uso de la madera para fabricar las formaletas, pero hoy en día contamos con elementos metálicos los cuales se pueden reutilizar varias veces sin necesidad de estar desechándolas después de cada una o dos usos.

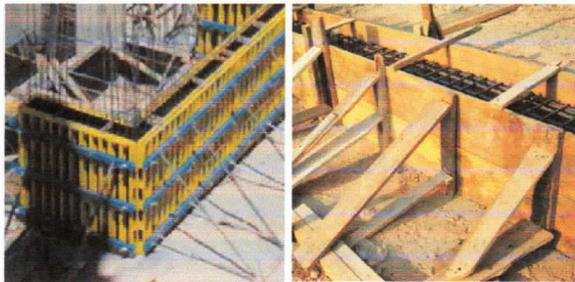


Figura 4.1. Formaletas metálicas y en madera.

Al querer colocar las formaletas hay que tener presente varios aspectos, entre ellos y el más importante son las presiones laterales a las cuales se va a encontrar sometida la formaleta por acción del concreto fresco. Una mala colocación, sin los refuerzos y soportes correspondientes en la formaleta, puede causar que falle y se pierda el concreto ya chorreado en ella, aparte de las pérdidas económicas que eso significa.

Por lo que el diseño y construcción de formaletas requiere efectivamente de entender cómo se comporta el concreto a medida que ejerce presión sobre la formaleta.

La presión lateral es afectada por:

- La altura de colado
- Velocidad de colado
- Peso del concreto
- Temperatura
- Tipo de cemento
- Vibración
- Revenimiento (relación agua-cemento)
- Aditivos químicos



Figura 4.2. Formaletas de madera en columnas.

5. CONCRETO

El concreto u hormigón es un material que se obtiene al mezclar conglomerante (cemento), agregados (arena y piedra), agua y en algunos casos también aditivos. Los agregados son elementos inertes o relativamente inertes que dosificados convenientemente, dan una composición granulométrica adecuada para lograr resistencias óptimas.

5.1 Resistencia a la compresión

La característica básica del concreto es la capacidad para resistir fueras de compresión. La resistencia a la compresión quiere decir que tiene la capacidad para soportar fuerzas que tratan de comprimir o aplastar a un elemento, la cual se mide en kilogramos entre centímetros cuadrados (kg/cm^2). Figura 5.1.

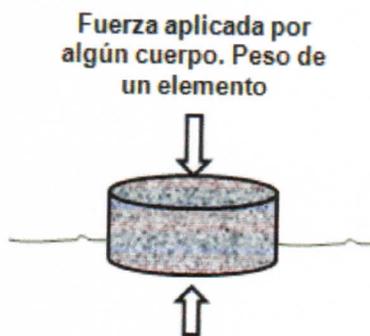


Figura 5.1. Resistencia a la compresión.

5.2 Componentes: agua, arena y piedra

Según como se mezclen estos tres componentes del concreto, se obtendrán mejores resistencias a la compresión, siempre y cuando los componentes sean de buena calidad.

Todos los agregados para la fabricación de morteros o concretos deben cumplir con una serie de condiciones ideales para una mejor calidad, manejabilidad y costos de las obras a realizar.

La arena debe de estar limpia, sin impurezas como basura, tierra, material orgánico u otro elemento que no sea parte de la arena. De igual forma la piedra debe estar fuera de impurezas que puedan afectar en la resistencia del concreto. Las piedras o agregado grueso deben mantener una uniformidad en su tamaño, tener un aspecto rugoso y no liso, y fuertes, donde no se pueda desboronar fácilmente con las manos o apretándolas unas con otras.

El agua es el componente más importante en la mezcla del concreto, ya que depende completamente de cuanta cantidad se le eche a la mezcla para que este tenga una adecuada resistencia. A este factor se le llama relación agua/cemento (A/C). La resistencia con que contribuyen los agregados tiene una importancia secundaria en la determinación de las propiedades mecánicas del concreto. Entre más agua se le agregue a la mezcla, menor será la resistencia que se obtendrá en el concreto. Y muy importante, el agua debe ser agua limpia.

Según la dosificación o las cantidades en que se mezclen éstos componentes (arena, piedra, cemento y agua), así se obtendrán diferentes resistencias a la compresión en el concreto.

A continuación se muestran algunas dosificaciones en cantidades unitarias para un cajón de 30cm de lado por 30cm de profundidad, para arena, piedra y cemento, donde el agua que se debe agregar dependerá mucho de la humedad

presente en los agregados y se debe agregar poco a poco mezclando homogéneamente hasta obtener una pasta, no una mezcla muy líquida.

Cuadro 5.1. Dosificaciones de cemento, arena y piedra.

Dosificación			Resistencia a la compresión
Cemento	Arena	Piedra	Kg/cm ²
1	3	6	105
1	2,5	5	140
1	2	4	175
1	1,5	3	210
1	1	2	245

5.3 Malas y buenas prácticas de su uso y almacenamiento

Existen muchas prácticas cotidianas que se realizan en relación a las mezclas de concreto y de los morteros. Prácticas que se han convertido en malos hábitos en las construcciones. Entre ellas se mencionan los siguientes:

- Echar más agua para suavizar la mezcla. Esto está completamente erróneo. Una vez hecha la mezcla de concreto, no se le debe echar más agua durante su uso, ya que si se le agrega más agua a la mezcla, ésta perderá la resistencia a la cual se quería llegar con la agregada inicialmente.
- Hacer mezcla y dejarla para después. No! Esto no se hace. Una vez hecha la mezcla de

concreto o de mortero, se debe utilizar inmediatamente, ya que las reacciones químicas del fraguado (cambio de estado líquido al sólido) están actuando desde que se agrega agua al cemento. Por lo que realizar la mezcal del concreto o mortero, dejarla al sol mientras se realiza otra actividad o mientras se toma café o se almuerza, y después le agregamos más agua para volverla a utilizar, es una mala práctica, y como se mencionó en el punto anterior, se pierde resistencia al agregar más agua a la mezcla.

- Guardar el concreto que sobró para reutilizarlo al día siguiente. Muy mala práctica, ya que si sobra concreto, y se almacena, éste continuará con sus reacciones químicas del fraguado y empezará a endurecerse, por lo que

guardarlo para el día siguiente, mezclarlo con una nueva mezcla de concreto y agregarle aún más agua, no sirve de nada, por lo que es un muy mal hábito.

- El cemento se debe almacenar en un cuarto seco y levantado sobre el piso para que no se humedezca. Los sacos de cemento tienen una fecha de expiración, por lo que guardar cemento por varias semanas, meses e incluso años para volverlo a utilizar es una mala práctica si se quieren obtener buenas resistencias en el concreto.
- Realizar la mezcla concreto sobre suelo orgánico o algún otro material. Esto no es recomendado hacerlo, ya que al realizar la

mezcla con arena, piedra, cemento y agua, se puede mezclar entre paladas tierra o algún otro contaminante que vaya a ser perjudicial para la mezcla de concreto. También se puede agregar más agua de la cuenta, ya que al estar en el suelo se pierde mucha agua. Lo recomendable es hacer la mezcla en una batidora o en un carretillo si no se cuenta con una batidora, pero nunca en suelo.

6. CALIDAD, SEGURIDAD Y PRODUCTIVIDAD Y PROTECCION AL AMBIENTE

En todo proyecto de construcción es de suma importancia que el proyecto se realice en el tiempo establecido y con el costo presupuestado, pero además de estos aspectos hay otros mas que es necesario cuidar y cumplir para garantizar el éxito del proyecto. Entre estos aspectos están la calidad, la seguridad, la productividad. y la protección del ambiente. Si se cumplen correctamente estos aspectos y se controlan durante todo el proceso, es un hecho que el proyecto será un éxito.

6.1 Calidad

Al igual que cualquier otro proceso, los procesos constructivos necesitan de insumos para que se puedan llevar a cabo. Los insumos son los materiales, la mano de obra, el equipo y maquinaria y la información necesaria tal como detalles planos especificaciones etc. Para que el resultado o producto de cada proceso sea de calidad, cada insumo debe ser de la mejor calidad, es decir, que se necesita mano de obra que sepa lo que está haciendo y lo haga bien, también se necesita que los materiales sean de muy buena calidad y poder trabajar con herramientas equipo y maquinaria que este en buen estado. Similarmente se requiere de que la información suministrada sea clara Cada proceso de construcción necesita par que se de la transformación

Cuando se habla de calidad en la construcción se refiere realizar las tareas de la mejor forma posible cuidando todos los detalles para lograr una obra que cumpla con lo establecido previamente dentro del costo presupuestado y el tiempo calculado.

La calidad en los materiales se cumple si estos llegan al proyecto en buen estado, son los que se solicitaron en tamaño y cantidad y se ven en buen estado si se hace una revisión física de los mismos. Se debe controlar que los materiales sean los mismos que fueron especificados en los diseños y los planos. Debe dar revisando que estos estén completos, que sean los especificados en el diseño y planos. Además, debe asegurarse que sean almacenados en forma correcta protegiéndolos de la intemperie, entre muchos otros aspectos que se deben de tomar en cuenta.

Los equipos y herramientas deben almacenarse en forma adecuada y se les debe dar mantenimiento preventivo para evitar que se dañen y correctivo a aquellos que estén en mal estado o dañados.

Para la mano de obra de calidad se necesita que se trabaje de forma ordenada, que se sigan las instrucciones, que se hagan las cosas bien, que la comunicación sea clara, que se tengan todos los detalles, que se aclaren las dudas, que se mantenga el orden y el aseo, en el lugar y que se trabaje con seguridad así como utilizar en forma correcta los materiales y equipos.

6.2 Seguridad

La Seguridad y la salud de los trabajadores es lo más importante en cualquier proceso de construcción. Debemos de regresar a nuestros hogares después del trabajo de la misma forma que salimos del hogar en la mañana hacia el trabajo.

Utilizar el equipo necesario de seguridad en el trabajo de construcción es indispensable. Cascos,

guantes, botas, chalecos reflectivos, anteojos, mascarillas y ropa adecuada. El equipo de protección personal se debe utilizar siempre de acuerdo al trabajo que se está realizando es decir, si se trabaja a una altura superior a 1.80 metros de altura se debe utilizar arnés y trabajar sobre un andamio. Si se trabaja con madera se debe proteger la cara con mascarillas que protejan al trabajador de no inhalar partículas de madera. Si se suelda se debe proteger el rostro y utilizar mascarillas para protegerse de inhalar vapores, si se trabaja con químicos debe tenerse mucho cuidado y utilizar el equipo de protección que recomiende el proveedor del material.

Cuando se realicen excavaciones debe tenerse gran cuidado de proteger a los trabajadores. Debe tenerse cuidado de saber que tipo de suelo hay en el sitio para realizar la protección respectiva pues si el suelo es suave o está suelto puede ocurrir un derrumbe.

Es importante en todo momento, cuidar de nuestra salud y la de los demás

6.3 Productividad

Es la relación entre la cantidad de trabajo que se realiza y los recursos que fue necesario utilizar para realizar ese trabajo, se puede ver como la obtención de mejores trabajos con menores costos y como la efectividad con la que se realiza una actividad.

Para obtener la mayor productividad se requiere de una planificación del trabajo, siempre tomando en cuenta la calidad y la seguridad en todo momento. En esta planificación se deben definir los procesos, los cuales son el conjunto de tareas necesarias para la obtención del producto. La productividad requiere que la mano de obra, los materiales y los equipos y herramientas se trabajen en forma óptima es decir, que haya una optimización de los recursos.

Los desperdicios de materiales deben evitarse al máximo sin embargo si los hay es decir, si hay desechos estos deben estar en un sitio especial donde se pondrán los materiales

que no sirven esta área debe quedar bien señalada. Se debe evitar los

6.4 Protección del Ambiente

Uno de los recursos que se desperdician en mayor cantidad en una construcción es el agua, es por esta razón que si se utilizan mangueras se debe utilizar dispositivos en ellas para evitar el desperdicio.

Debe tenerse cuidado de no tirar basura a lotes baldíos o ríos y acequias. También los residuos de químicos deben almacenarse adecuadamente para luego disponer de ellos en forma adecuada. Los materiales deben utilizarse en forma responsable y darle el uso máximo. Los agregados deben apilarse en forma correcta y cubrirlos de la intemperie para evitar que si llueve se los lleve la lluvia y sea necesario comprar más. Se debe trabajar con calidad para evitar repetir trabajos y así disminuir el consumo de más materiales. La madera debe utilizarse y cortarse en forma adecuada para evitar desperdicios.

En el caso del acero de refuerzo o varillas estas deben modularse para evitar desperdicios y aprovechar más su longitud en cortes con longitudes exactas. Es decir si la varilla es de 6m y ese necesitan pedazos de 1.20m entonces sales de una varilla 5 pedazos de 1.20 completos o si los pedazos son de 1,25 saldrán 4 pedazos completos y sobra un pedazo de 1m, este deberá almacenarse correctamente para ser utilizado posteriormente.

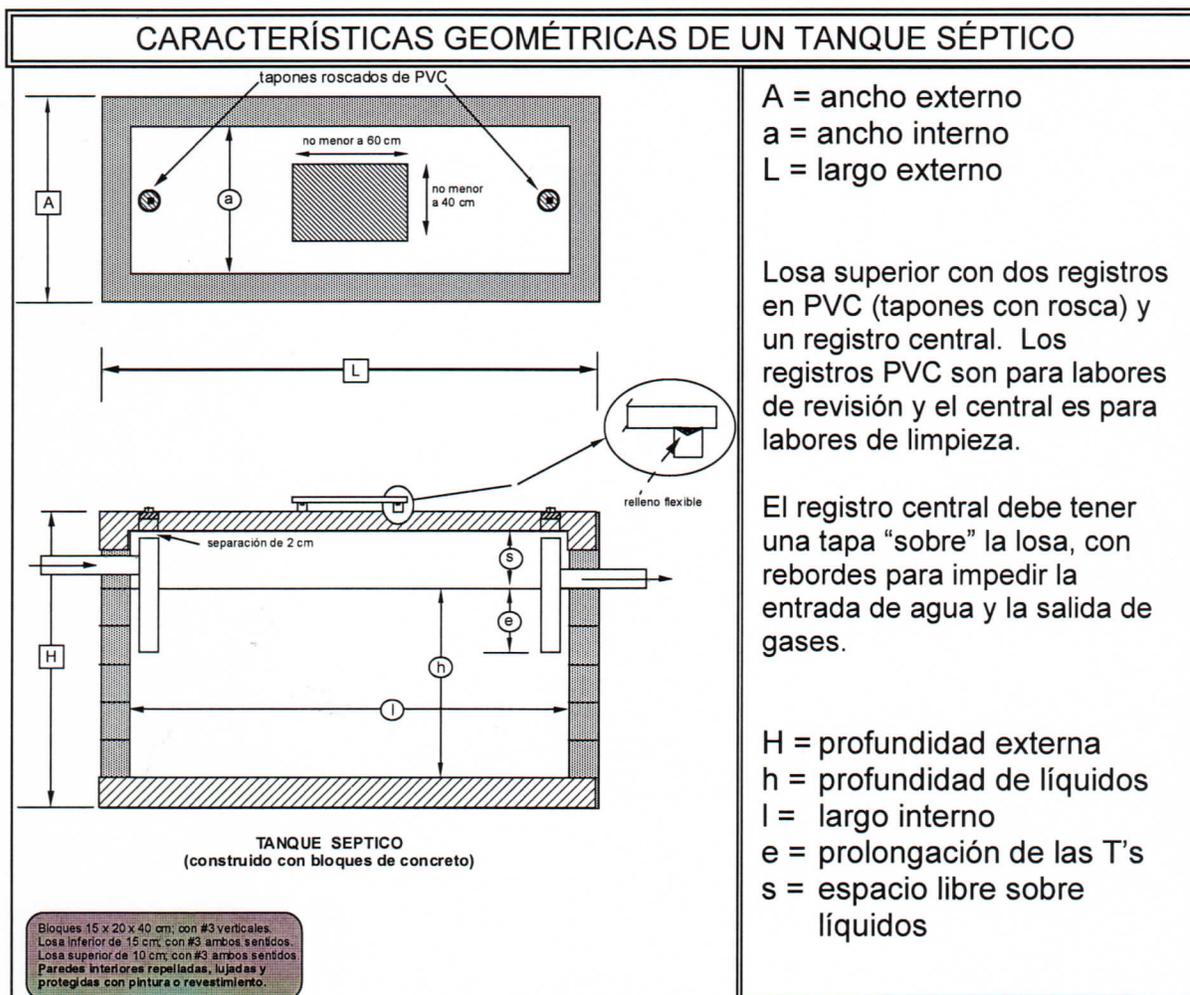
Cada vez que se utiliza un material en forma responsable, se está protegiendo el ambiente y los recursos que él nos provee.

REFERENCIAS

- Ing. Corrales, R. 1984. **ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN.** 1er ed. Cartago: Departamento de Construcción del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Arq. Moas, M. 1993. **MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE UN PISO CON BLOQUES DE CONCRETO.** 1er ed. San José, C.R.: Comisión Nacional de Emergencia.
- Ing. Bravo, E; Ing. Poveda, A. 2007. **MANUAL DE CONSTRUCCIÓN CON BLOQUES DE CONCRETO.** 2da ed. San José: KS Publicidad S.A. Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto.
- CEMEX. **MANUAL PRÁCTICO CONCRETO Y AGREGADOS.** San José, Costa Rica.
- ArcelorMittal Costa Rica. **CATÁLOGO DE PRODUCTOS_ ACEROS LARGOS.** San José.

3. Guía sobre el uso del tanque séptico

GUÍA SOBRE EL USO DEL TANQUE SÉPTICO INDICACIONES PARA SU MEJOR FUNCIONAMIENTO



RESUMEN

CARACTERÍSTICAS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN TANQUE SÉPTICO

- Sección rectangular, con relación ancho : largo de 1 a 3.
- Profundidad mínima de líquidos de 1,0 m.
- Impermeable; resistente a la acidez y al ataque de los sulfatos, presentes o en formación en las aguas bajo tratamiento (se logra con pintura o revestimiento).
- Hermético; para facilitar el desarrollo completo del proceso anaerobio.
- Las figuras de entrada y salida deben ser T's, las que se prolongan una determinada distancia bajo el nivel máximo de líquidos.
- Es apropiado facilitar la salida de los gases hacia línea de ventilación dejada en la edificación ó hacia la zona de drenajes.

GUÍA SOBRE EL USO DEL TANQUE SÉPTICO INDICACIONES PARA SU MEJOR FUNCIONAMIENTO

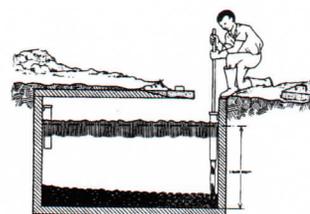
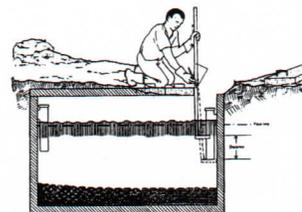
LABORES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO AL CONTAR CON UN TANQUE SÉPTICO

De cualquier sistema para el tratamiento que se aplique a las aguas residuales o a los líquidos que evacuan excrementos u otros desechos, siempre se obtendrá como materia básica, sedimentada o mineralizada, lo que comúnmente se llama lodos. **Los lodos son los sólidos que se han separado de las aguas contaminadas que por lo general se depositan en el fondo de las unidades utilizadas para el tratamiento, integrados a cantidades de agua que ahora forman parte de su consistencia.** Por ello, los lodos son una masa acuosa, semilíquida. Por su concentración de materia y de bacterias, en la mayoría de los casos, son más contaminantes que las mismas aguas que los traían.

En un tanque séptico, los lodos se ubican en dos secciones principales: algunos son pesados y se depositan en el fondo de los tanques (zona de almacenamiento), otros de origen grasoso, son livianos y flotan como "natas" sobre las zonas o capas de sedimentación y de biodigestión que también se logran en estas unidades.

Acciones de inspección en un tanque séptico

- Debe realizarse mantenimiento preventivo para este sistema de tratamiento mediante la inspección periódica de los tanques sépticos. Esto se hará a través de los registros (T's) que se dejan en la tapa superior. Por ahí es posible medir la cantidad de lodos acumulados en el fondo del tanque: introduciendo por las T's instaladas una vara con un pedazo de tela o mechas amarradas en toda la parte a sumergir.
- En forma semejante y por los mismos orificios se puede inspeccionar el espesor de la capa de natas. Esta actividad debe ejecutarse una vez al año.
- Debe hacerse la limpieza de los tanques sépticos al final del período de diseño ("n = número de años para el almacenamiento") o como consecuencia a una inspección previa que indique la necesidad de llevar a cabo tal función anticipadamente. Esto es cuando las natas ó los lodos estén muy cerca de la boca de la T de salida y se este corriendo el riesgo de que lodos o natas se vayan hacia los drenajes.
- La cercanía de las natas o espacio libre entre el fondo de ellas y la salida de las aguas del tanque por la T, NO debe ser menor a cinco centímetros (5 cm).
- Y la cercanía de los lodos (parte superior de ellos) con esa misma salida de aguas por la T, NO debe ser menor a veinte centímetros (20 cm).

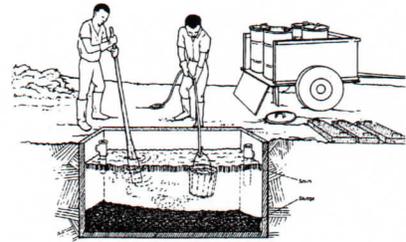


GUÍA SOBRE EL USO DEL TANQUE SÉPTICO INDICACIONES PARA SU MEJOR FUNCIONAMIENTO

- **Al extraerse los lodos de un tanque séptico se sacan lodos "viejos" de los primeros días de funcionamiento y lodos "frescos" de reciente deposición. Siendo esto la razón básica (degradación no uniforme del material extraído) para que se demande la realización de otros pasos para el tratamiento de los lodos sépticos.**
- Deben realizarse las limpiezas en el período seco o de no lluvias de la región donde uno se encuentre. Esta condición de clima es conveniente porque al ubicar los lodos en otras unidades para el siguiente tratamiento (para su estabilización antes de disponerse) la época seca es más favorable para eliminar el agua que contienen.

Acciones para la limpieza de un tanque séptico

- Cuando entonces corresponda, deben extraerse los lodos o sólidos depositados en el fondo del tanque y las natas que flotan. Esto, de no ser ejecutado por una empresa especializada, puede ser realizado por dos personas, con las precauciones y protecciones sanitarias del caso.
- Para las labores de limpieza o vaciado se utilizará la apertura mayor ubicada en la tapa superior de los tanques.
- Primero se remueven las natas.
- Después de eso se procede a mezclar el resto del contenido y se extrae lo que corresponde (porque no se debe sacar todo lo que queda en el tanque). El material a extraer estará compuesto por materia ya estabilizada (las bacterias y procesos simplificaron la materia), material fresco (depositado en el tanque ese día o en días cercanos a la limpieza) y también se sacará material activo (bacterias que intervienen en el proceso de biodegradación).



- **NUNCA SE EXTRAE LA TOTALIDAD DEL CONTENIDO DE UN TANQUE.**
- **DEBE DEJARSE POR LO MENOS UN 20% DE SU CONTENIDO PARA LA REACTIVACIÓN O CONTINUIDAD BIOLÓGICA DEL TRATAMIENTO.**

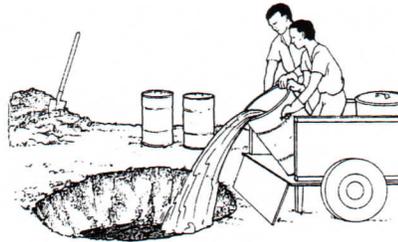
equivalente al 20% del total. Este material se deja como "semilla" de bacterias activas, para que el funcionamiento del sistema de tratamiento continúe, con material biológico apropiadamente adaptado.

GUÍA SOBRE EL USO DEL TANQUE SÉPTICO INDICACIONES PARA SU MEJOR FUNCIONAMIENTO

Acciones a ejecutar con los lodos sacados de un tanque séptico

- Los lodos y líquidos extraídos requieren tratamiento posterior. El proceso básico recomendado es el depósito de ese material en un sistema para el tratamiento de lodos sépticos de una planta Municipal.
 - De no existir un sistema municipal o centralizado en las cercanías, el proceso requerido debe ser sustituido por otras etapas alternas para el tratamiento como lo es un paso más de biodegradación y la eliminación de agua.

Tirar los lodos y líquidos extraídos de un tanque séptico, a un río o sitio semejante, es una acción directa y grave de contaminación en contra de la salud de las personas y de las posibilidades de contar con un ambiente siempre saludable.

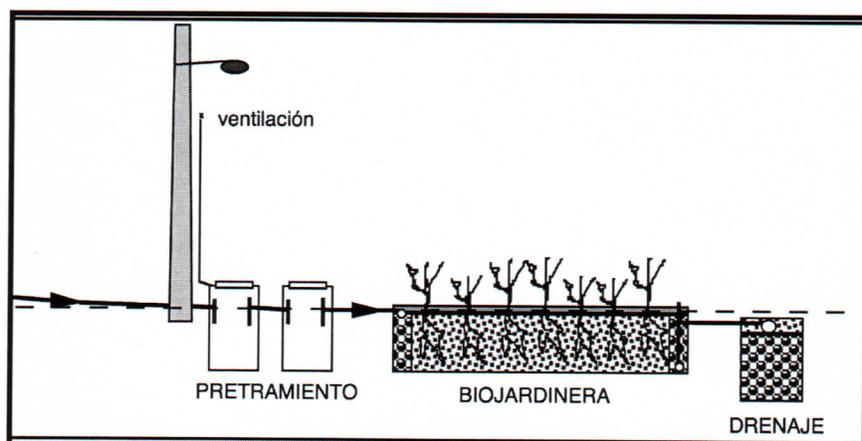


OTRAS OBSERVACIONES

1. Si el tanque séptico cuenta con las T's y los niples que las prolongan dentro de la profundidad de los líquidos, se protege el funcionamiento del drenaje.
 - Esto porque esas T's actúan como barreras dentro del tanque para reducir o impedir que grasas y lodos salgan hacia el drenaje.
 - El drenaje no debería fallar en el corto plazo. Lo cual también se evitará si se llevan a cabo en forma correcta las labores de inspección y se toma en el tiempo oportuno la decisión para hacer las limpiezas o remoción de lodos de un tanque séptico.
2. El tanque séptico siempre funciona "lleno". De tal manera que si le entran 50 litros de aguas residuales, le saldrán 50 litros de agua tratada hacia la siguiente etapa de tratamiento o hacia los drenajes.
 - Por ello, cuando se procede a vaciar un tanque séptico, en el poco tiempo el tanque estará nuevamente lleno.
3. El tanque séptico "más grande" NO es el mejor.
 - El tanque séptico debe dimensionarse según la cantidad de personas que hagan uso del sistema. El tamaño debe estar acorde con el tipo y tamaño de la edificación donde se coloque. Porque las cosas que le echen al agua, el tipo de materia y cantidad de agua usada dependen de las costumbres que tengan las personas.
 - Un tanque muy grande es un problema porque la materia que llegó primero se puede solidificar (hacer como piedra) en el fondo.
 - El tiempo recomendado, máximo entre limpiezas, es de cinco (5) años.
4. Cuando el suelo es deficiente para absorber por infiltración toda el agua que llega y sale de un tanque séptico, se introduce entonces el concepto de **tanque séptico mejorado**. Esto es la colocación de otras unidades para el tratamiento de las aguas residuales, después del tanque séptico para mejorar la calidad, reduciendo el contenido de contaminantes, antes de regresar esas aguas a la naturaleza.

4. Guía sobre el uso de Biojardineras

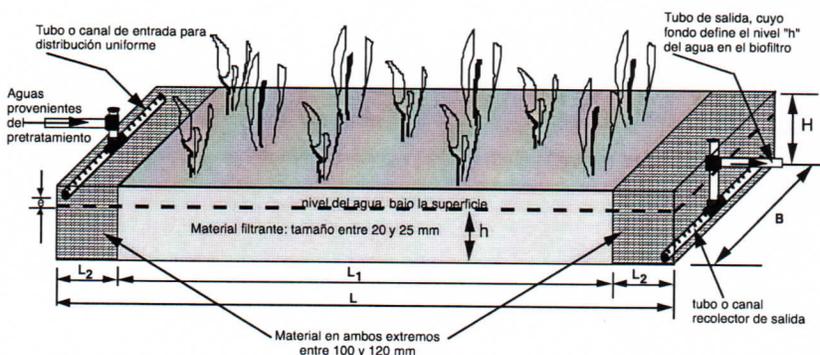
GUÍA SOBRE EL USO DE BIOJARDINERAS INDICACIONES PARA SU MEJOR FUNCIONAMIENTO



HUMEDALES CONSTRUIDOS = BIOJARDINERAS

Los humedales construidos o biojardineras son unidades para el tratamiento de aguas residuales, principalmente las que provienen de una vivienda. Se utilizan como un paso adicional de tratamiento, esto es después de haberle quitado a las aguas residuales los elementos pesados y grasosos. Son “maceteras con piedras”, ya que las plantas ubicadas en ellas se siembran sobre piedras.

Estas unidades para el tratamiento de aguas son muy sencillas y funcionan como filtros, dado el flujo horizontal del agua a través de material filtrante granular y como unidades biológicas, dada la participación de las plantas al extraer materia orgánica y nutrientes, como también por la inoculación de oxígeno al agua que pueden hacer esas plantas por sus raíces. Adicionalmente, es interesante tener en cuenta que es posible la remoción de agua por efecto de evapotranspiración a lograr con las plantas y las condiciones del sitio.



El agua ya tratada que se obtiene al final de este proceso no está 100% purificada, pero ya tendrá una muy buena calidad como para ser utilizada en otras actividades. Así como, si esa agua tratada se infiltra por medio de drenajes en el suelo o se deja correr por caños o ríos ya causará menos daños al ambiente, gracias a su mucho mejor calidad.

Labores para la operación y mantenimiento de las biojardineras

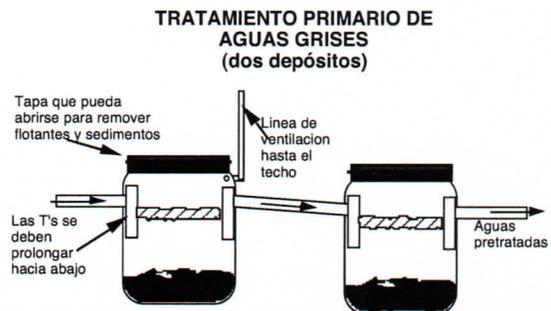
- Es necesario revisar periódicamente el canal de distribución o tubería de entrada y hacer la remoción de los flóculos sedimentados en ese canal. Esto se hace al menos una vez por mes.

GUÍA SOBRE EL USO DE BIOJARDINERAS INDICACIONES PARA SU MEJOR FUNCIONAMIENTO

- Las plantas que se siembren deben “cortarse” o “deshijarse”, la primera vez, un año después de su siembra, y luego, al menos, cada seis meses.
- Es muy importante llevar a cabo una limpieza periódica de la superficie de los lechos filtrantes, en forma especial después del corte o recorte de plantas, para evitar que la descomposición de esa materia orgánica, en el sitio, sature el lecho.
- En caso que se noten “charcos” o estancamientos de agua en la superficie, principalmente a la entrada a la Biojardineras, se recomienda remover el material grueso y una sección (no menor a 50 cm) del material de menor tamaño del lecho filtrante, a todo el ancho. Es posible sacar el material y limpiarlo (lavarlo) o sustituirlo con material nuevo de las mismas características, para mantener durante varios años la alta eficiencia de remoción que posee la biojardineras.
- Es muy importante mantener un buen control del espejo o nivel sumergido del agua. Ese nivel se debe mantener siempre a una profundidad entre los 5 cm y los 10 cm por debajo de la superficie superior del material filtrante o superficie visible de la biojardineras.

TRATAMIENTO PRIMARIO O PRETRATAMIENTO

Las unidades en el pre-tratamiento se colocan en serie, recogiendo las aguas grises que saldrán de la edificación. **De esta manera, se disminuyen velocidades y se homogeniza el flujo.**



Labores para la operación y mantenimiento de las unidades para el tratamiento primario

- a. Para el pretratamiento, se requiere al menos dos unidades que permitan almacenar el volumen indicado. El uso de dos unidades permitirá resultados más eficientes, regulando velocidad del flujo y mayor retención de partículas impidiendo que entren a la biojardineras.
- b. Las T's a colocar para la entrada y salida en estas unidades de pretratamiento se deben prolongar bajo el nivel del agua. Al menos un 40% de la profundidad de los líquidos a acumular.
- c. **Es necesario que esta unidad se revise una vez a la semana.**
- d. Es necesario quitar la grasa y todos los otros flotantes.
- e. Es necesario remover todos los materiales que pudieron haberse sedimentado.
- f. El tratamiento que requieren los materiales flotantes y sedimentados recogidos, es el mismo que requieren los otros desechos sólidos domésticos.
- g. Una posibilidad, es juntarlos con los otros desechos sólidos de la edificación y que reciban el mismo tratamiento que para esos se tiene.
- h. Otra posibilidad, es contar con una excavación cercana e ir colocándolos ahí. Cada vez que se coloquen los desechos en ese hueco deben taparse con tierra.

OTRAS OBSERVACIONES

1. Es muy importante anotar que cada una de las unidades utilizadas para el pretratamiento, producirán gases y sólidos. Estos sólidos requieren de tratamiento posterior, previo a su disposición.
2. Los gases a producirse en cada una de esas unidades provocarán olores ofensivos. Por lo que deben conducirse a puntos alejados de la nariz de las personas. Esto es posible por medio de tuberías hasta puntos altos. Debe cuidarse su colocación para que no sean “quebradas” o removidas.

Anexos

Anexo 1

La Biojardinera: Una alternativa natural
para limpiar las aguas grises de
nuestra casa

La Biojardinera: Una alternativa natural para limpiar las aguas grises de nuestra casa

La biojardinera es un jardín que le da belleza a nuestra vivienda y da salud a nuestra vida.



¿Qué es una Biojardinera?

Las biojardineras o humedales construidos son unidades para el tratamiento de aguas residuales, principalmente las que provienen de una vivienda, aunque también se usan en proyectos de dimensiones mayores como comunidades, residenciales, industrias u hoteles.

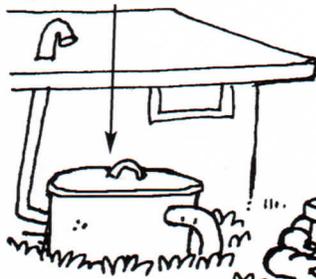
Una biojardinera es un recipiente o excavación impermeable. No se le debe escapar el agua. Puede construirse con diferentes materiales como concreto, ferrocemento, bloques o ladrillos, plástico reforzado con fibra de vidrio o simplemente logrando impermeabilizar el suelo con telas de plástico o con el mismo suelo, si es arcilloso.

¿Qué son las aguas grises?

Son las aguas provenientes de los lavamanos, de las regaderas o duchas en los baños, del lavadero en la cocina y del lavado de ropa. Las aguas grises son las aguas residuales que desechamos diariamente en mayor cantidad.



TRATAMIENTO PRIMARIO O TRAMPA DE GRASAS



BIOFILTRO



TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARA RIEGO



Las biojardineras se utilizan como un segundo paso de tratamiento, después de haberle quitado a las aguas los elementos pesados y grasosos. Son "maceteras con piedras", ya que las plantas ubicadas en ellas se siembran sobre piedras y ambos elementos son los responsables de "limpiar" el agua.

El agua ya tratada que se obtiene al final de este proceso no es completamente pura, pero tendrá una muy buena calidad para ser utilizada en otras actividades como el riego de jardines y áreas verdes, principalmente durante la época seca. Si esa agua tratada se deja correr por caños o ríos, por su calidad ya causará menos daños al ambiente.

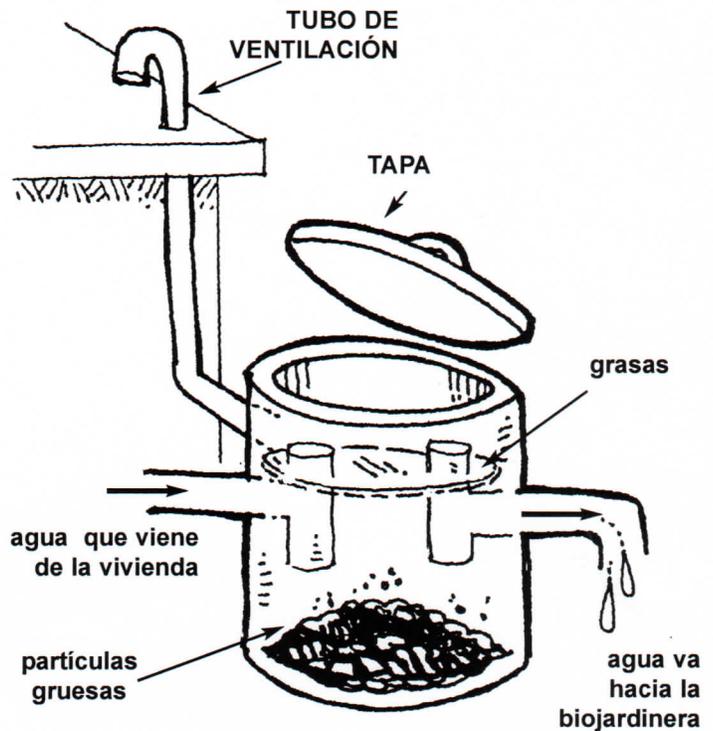
¿Cómo se limpian las aguas grises en una Biojardinera?

1. Tratamiento primario

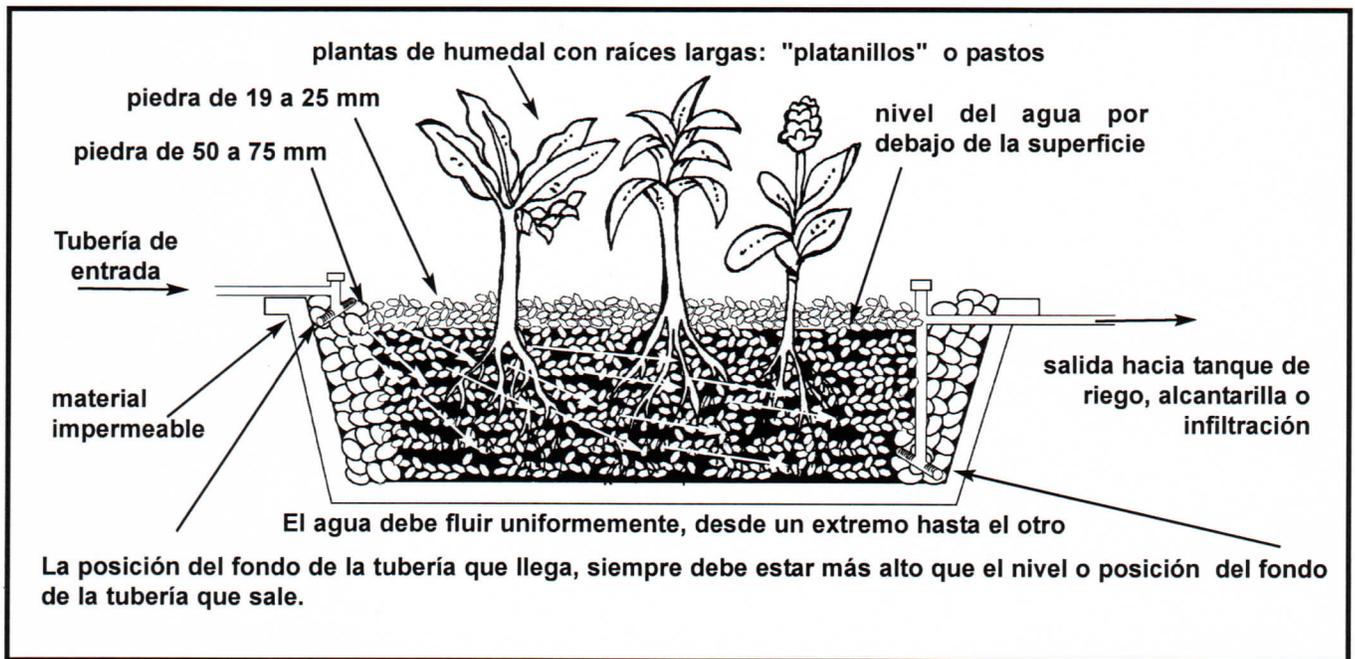
Todas las aguas grises de la casa se recogen y se conducen por una misma tubería hasta el punto donde se coloca la unidad primaria de tratamiento. En algunos casos podría utilizarse sólo un recipiente y en otros se pueden requerir dos o más unidades. En este primer paso de tratamiento se quitan las partículas gruesas y grasosas que puedan estar viajando con el agua, por ejemplo: restos de comida, cáscaras de frutas y verduras, materiales plásticos y vidrios, entre otros. Esta unidad se debe diseñar para que la mayor cantidad de partículas se queden en el fondo de ella o floten.

La materia en el fondo se descompone y se pueden generar malos olores, por lo que conviene colocar tuberías de ventilación. También es conveniente mantener esta primera unidad de tratamiento alternativo con tapa.

Luego de la primera unidad de tratamiento las aguas se conducen a la biojardinera.



TRATAMIENTO PRIMARIO



2. Tratamiento en la biojardinera

El agua que se lleva al biofiltro se descarga por una tubería colocada en forma horizontal con ranuras que permita su distribución a todo lo ancho de la sección y que fluya de manera uniforme. Esa agua hace su recorrido pasando a través de las piedras de un extremo al otro. Existe otro tubo de salida colocado en el fondo que permite conducir el agua también por medio de otro ducto hacia arriba, hasta la altura de salida, la cual, estará siempre 10 centímetros bajo la superficie.

En ese recorrido, tanto las piedras como las plantas actúan limpiando el agua:

- **las piedras** trabajan como filtros que van reteniendo las partículas disueltas que aún le quedan al agua después del tratamiento primario.
- **las plantas** se alimentan de la materia orgánica y los nutrientes que hay en las aguas bajo tratamiento, evaporan y transpiran agua al realizar sus funciones, así como por sus raíces inyectan oxígeno al agua.

Por eso, es muy importante sembrar en la biojardinera plantas que les guste vivir en agua más que en tierra, para que realicen mejor su función limpiadora. El nivel del agua se mantiene por debajo de la superficie de la biojardinera al definir el nivel del tubo de salida, 10 centímetros más abajo, así se evita la cría de mosquitos y los malos olores.



tubería con ranuras para distribuir a la entrada y recoger a la salida uniformemente las aguas

Las plantas que se colocan deben cosecharse, recoger las flores o "ralear" los hijos.



.....
NO SE PREOCUPE...

La lluvia no altera el nivel de agua, ni el funcionamiento de la biojardinera.



Ventajas y detalles de los biojardineras



- Es un sistema muy simple, donde el agua fluye por gravedad y puede funcionar sin necesidad de equipos de bombeo.
- Al funcionar como una jardinería, es una solución agradable, de belleza natural, que a la vez mejora la calidad del agua antes de regresarla a la naturaleza.
- Al pasar el agua por estos sistemas de tratamiento, es posible ubicar otros usos para la misma.
- Se puede utilizar para el tratamiento de todas las aguas residuales saliendo de una vivienda.
- Al utilizarse la biojardinería para el tratamiento de aguas grises, sin haberlas mezclado con las aguas provenientes del inodoro, el grado de contaminación es menor, por lo que las aguas que salen son de mejor calidad.
- La unidad de tratamiento primario requiere de constante vigilancia: deben removerse materiales y darles tratamiento posterior, previos a la disposición final de esa materia.
- Los materiales que se usan para construir la biojardinería deben asegurar que éste sea un recipiente impermeable.
- Los materiales filtrantes (piedras) deben estar distribuidos de manera uniforme según su tamaño.
- La jardinería puede tener obstrucciones que nos lleven a la tarea de sacar y lavar las piedras.
- La eficiencia completa para el tratamiento del agua en la biojardinería se logra varios meses después de haber empezado su funcionamiento.

Mantenimiento de la Biojardinería

a. El mantenimiento constante:

- Las unidades para el tratamiento primario requieren de mantenimiento frecuente que dependerá de la cantidad de personas que habiten en la casa.
- Los trabajos de mantenimiento deben considerar la inspección de estas cámaras, por lo menos una vez a la semana.
- Se deben remover las grasas flotando y los sólidos depositados en el fondo.
- Esos materiales que se recojan se depositarán en recipientes para su posterior tratamiento. Son desechos sólidos, que se podrán enterrar o colocar algunos de ellos en otros procesos, como los de compostaje. Es importante agregarles cal con el fin de evitar olores y además para que los sólidos se deshidraten.
- Es conveniente verificar con cierta frecuencia el estado de la línea de ventilación, la cual siempre debe tener su salida en partes altas, superior al nivel de la nariz de las personas.



b. A largo plazo:

- La biojardinería requiere de mantenimiento en períodos **más largos**. La duración de esos períodos depende en gran medida del buen trabajo de mantenimiento que se le da a la unidad para el tratamiento primario.
- Cuando hay problemas para que el agua fluya, se empezarán a ver "charcos" o acumulaciones de agua. Esto significa que se tienen zonas atascadas, llenas de sólidos. Será entonces necesario proceder a remover las piedras, lavarlas y volver a colocarlas en su sitio.



CRÉDITOS

Para consultas acerca de la biojardinería:

Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente (ACEPESA) Tel y Fax (506) 280-6327

Centro de investigaciones en Vivienda y Construcción (CIVCO), Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Tel. (506) 550-2309; Fax (506) 551-6663.

Texto: Elías Rosales
Diseño gráfico: Olman Bolaños
Revisión: Maritza Marín, Victoria Rudín,
Ileana Ramírez y Susy Lobo.

octubre del 2005

Auspiciado por la Agencia para la Cooperación Internacional de los Países Bajos (DGIS) del Ministerio de Asuntos Exteriores

Anexo 2

¿Cómo hacer pruebas de infiltración?

¿CÓMO HACER PRUEBAS DE INFILTRACIÓN?

Ing. Elías Rosales Escalante

Ante la aplicación de sistemas individuales para el tratamiento de las aguas saliendo de una vivienda, a veces no se presta la correcta atención, porque al ser unidades relativamente "pequeñas", se asume que son simples y que "siempre" deben funcionar. Sin embargo, como cualquier otro sistema para el tratamiento de aguas residuales, deben dimensionarse para las condiciones bajo las que estarán trabajando. Y para que funcionen bien, esos sistemas individuales o semi-colectivos, es necesario respetar varios principios técnicos, muy sencillos, pero que se han venido dejando de lado.

Es importante entender que al querer aplicar una técnica para el tratamiento de aguas residuales, lo que se propone es "quitarle" cosas al agua y no "reducir" el volumen de agua usada saliendo del proyecto que nos interesa.

Ahora, en relación con lo que se pretende con este artículo, es importante resaltar que al aplicar la técnica del Tanque Séptico se demandan 4 aspectos fundamentales:

1) Contar con capacidad en el terreno, para recibir "toda" el agua que la vivienda o edificación producirá. Así como, el nivel subterráneo de agua, propio del sitio, se encuentre por lo menos 2 metros más profundo que el fondo propuesto para el campo de infiltración a utilizar.

2) Dimensionar el tanque de acuerdo a la producción de agua contaminada, tomando en cuenta su función de sedimentador, de unidad para la biodigestión y para el almacenamiento de "lodos". Los tanques deben ser impermeables, herméticos y tener colocadas también en forma correcta las figuras de entrada y salida. Si los tanques están contruidos de concreto, es importante proteger el cemento del deterioro que le pueden provocar las aguas en tratamiento.

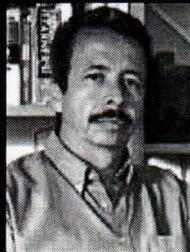
3) Establecer la necesidad de dar mantenimiento al sistema. Así, contar con el procedimiento correcto para remover y luego dar tratamiento a los lodos que periódicamente se producen (de acuerdo a las dimensiones y cantidad de contribuyentes), y no simplemente sacarlos para botarlos. No realizar en forma correcta la operación y el mantenimiento, hará que se pierdan los cuidados enfatizados para los aspectos anotados en los puntos 1 y 2 anteriores.

4) Tomar en cuenta aspectos culturales. Por razones de la modernidad, ahora se acostumbra utilizar "mayores" volúmenes de agua, solo en el fin de semana (concentración en el lavado de ropa, lavado de los baños, uso de la tina en el baño, etc.). Y esa situación, de mucha agua en un tiempo muy corto, hace que el proceso de tratamiento se distorsione, porque se provocan "lavados" o expulsión de los microorganismos del tanque. Si esto ocurre en el proyecto que se atiende, se deben tener sistemas adicionales y separados para el tratamiento de solo las aguas grises.

Con este artículo, la atención se concentra en lo referido a definir esa capacidad del terreno para recibir "toda" el agua a producir, al hacer llegar a los lectores, un procedimiento simple, fácil de ejecutar, para la realización de la prueba de infiltración o de percolación, como también se le conoce.

Procedimiento

En adelante se presenta, de acuerdo a varias referencias y a lo planteado en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones del CFIA, un procedimiento para la realización de las pruebas de filtración:



El Ingeniero Civil Elías Rosales es Especialista en Ingeniería Sanitaria del Instituto de Hidráulica y Ambiental de Delft, Holanda.

Actualmente es catedrático del Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción (CIVCO - ITCR).



a. Número y localización de las pruebas. Existen diferentes criterios sobre este aspecto, sin embargo, dependiendo del proyecto y la importancia que el mismo signifique, deben realizarse como mínimo cuatro o más pruebas en sitios uniformemente espaciados sobre el campo de absorción propuesto. En situaciones de exploración, para un proyecto de viviendas, cuando se trabaja con los terrenos en verde, los sitios de prueba deben estar separados 30 metros pero nunca más de 50 metros. Para el caso de viviendas unifamiliares, es conveniente la realización de dos pruebas.

b. Tipo de agujero. Esta etapa se divide en dos, primero se hace una "trinchera" y luego se hace el agujero para la prueba. La trinchera se excava de 80 centímetros a 1 metro de lado. Esta "gaveta" como comúnmente se le conoce, debe permitir que una persona pueda inclinarse y hacer las correspondientes lecturas de profundidad de agua; esta excavación se puede hacer de una profundidad entre 30 y 60 centímetros.

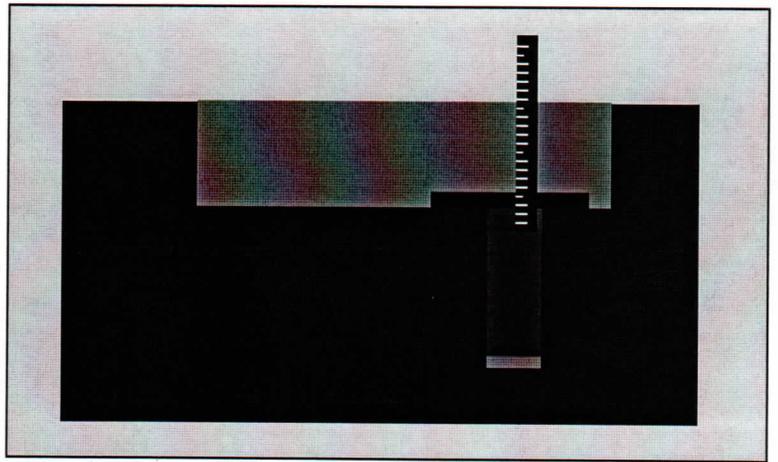
En un extremo de la gaveta, no en el centro, se perfora el agujero de prueba de 10 a 30 centímetros de diámetro, con una profundidad adicional mínima de 30 centímetros, de forma tal que el fondo de este segundo agujero coincida con la profundidad de la zanja de absorción propuesta (normalmente entre 60 centímetros y 1,10 metros). Esa perforación se puede hacer con un "auger" manual o mecánico, así como con la ayuda de una "macana".

Cuando se vayan a utilizar pozos de infiltración y no zanjas de infiltración, el fondo de los agujeros de prueba se hace a diferentes profundidades. Por ejemplo, si se estima que el pozo tendrá 3 m de profundidad es necesario ejecutar al menos tres pruebas de infiltración; esto será a 1 metro, a 2 metros y a 3 metros. Porque se debe conocer la capacidad de infiltración en cada uno de los diferentes estratos.

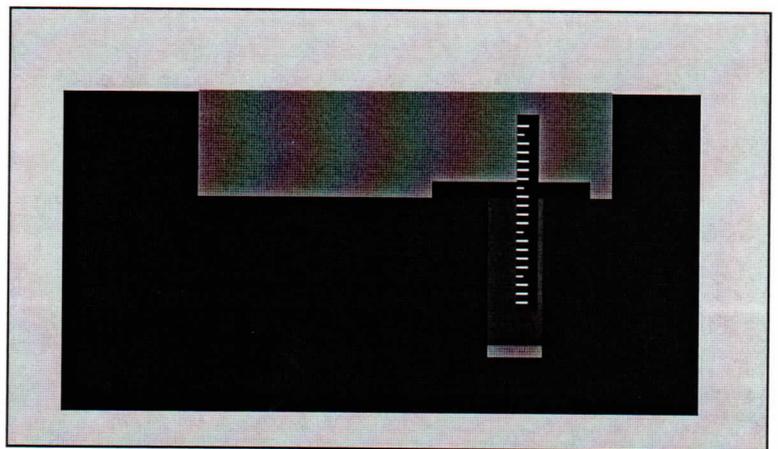
c. Preparación del agujero de prueba. Se raspa cuidadosamente el fondo y las paredes del agujero perforado con el filo de un cuchillo o un instrumento punzocortante, para remover cualquier superficie de suelo remoldeado y proporcionar una interfase natural del suelo en el cual pueda filtrarse el agua. Se retira todo material suelto del agujero; se agregan 5 centímetros de arena gruesa, grava fina o piedra quintilla para proteger el fondo contra socavaciones y sedimentos.

Es muy importante registrar el tipo de suelo que se extrae de ese agujero. Con ello, se aproxima otra apreciación de las posibles condiciones filtrantes del sitio.

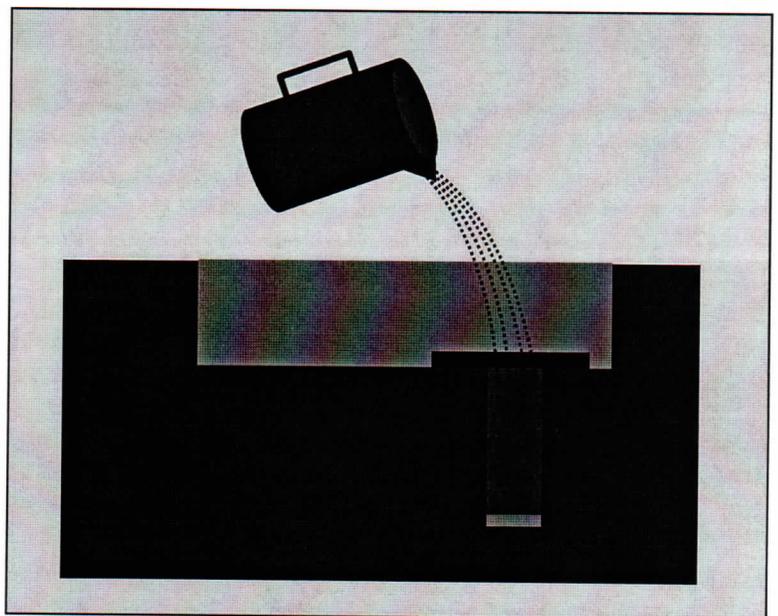
d. Saturación y expansión del suelo. Para asegurar una completa saturación y expansión del suelo, se mantiene el agujero menor (el cilíndrico) lleno de agua durante un período conveniente de 24 horas consecutivas, previo a la prueba o



Ajustar el nivel de agua en el agujero. Con una regla establecer un nivel de referencia, la cual se mantendrá durante todas las lecturas a partir del mismo punto.



Tomar la primera lectura del nivel del agua en el agujero de prueba; pasados 30 minutos se hace una segunda lectura.



Si es necesario, se ajusta o reestablece el nivel del agua en el agujero y se hace una nueva lectura del nivel. El arenón o quintilla, debe estar cubierto con por lo menos 15 centímetros de agua al inicio de cada lectura.

toma de lecturas. La saturación del suelo es muy importante porque los sistemas de infiltración deben funcionar correctamente en las épocas de lluvia. Con esta etapa se pretende simular ese hecho. Y si no se realiza en forma correcta, los sistemas que se dimensionen con datos errados, no funcionarán cuando las personas requieran utilizar los sistemas de saneamiento en los períodos de alta precipitación y saturación natural de los terrenos.

Velocidad de infiltración

(Tabla AyA, en Normas de presentación, diseño y construcción para urbanizaciones y fraccionamientos)

T (min/cm)	Vp (m/seg)
2	$1,00 \times 10^{-6}$
3	$8,20 \times 10^{-7}$
4	$7,10 \times 10^{-7}$
5	$6,35 \times 10^{-7}$
6	$5,80 \times 10^{-7}$
7	$5,37 \times 10^{-7}$
8	$5,02 \times 10^{-7}$
9	$4,73 \times 10^{-7}$
10	$4,49 \times 10^{-7}$
11	$4,28 \times 10^{-7}$
12*	$4,10 \times 10^{-7}$
14	$3,80 \times 10^{-7}$
16	$3,55 \times 10^{-7}$
18	$3,35 \times 10^{-7}$
20	$3,18 \times 10^{-7}$
22	$3,03 \times 10^{-7}$
24**	$2,90 \times 10^{-7}$
25	$2,84 \times 10^{-7}$

* Resultado mayor, inadecuado para pozos de absorción

** Resultado mayor, inadecuado para sistemas de absorción

e. Medición de la tasa de filtración. Pasado el período de saturación, indicado en el punto anterior, se ajusta la profundidad del agua a por lo menos 15 centímetros sobre la grava o arena gruesa colocada en el fondo. Desde un punto de referencia fijo, se mide el nivel de agua a intervalos de 30 minutos durante un período entre 2 y 4 horas, añadiendo agua sobre la grava cuando sea necesario (se agrega agua cuantas veces se requiera dentro del período establecido para la toma de datos). El descenso que ocurra en los últimos 30 minutos se usa para calcular la tasa de infiltración, usualmente expresada en minutos/cm.

f. Datos. La diferencia de lecturas, al inicio y al final del último período de 30 minutos, es la que se utiliza para definir la tasa de infiltración (T), la cual se expresa generalmente en minutos/centímetro.

Siempre es conveniente obtener el promedio de todas las lecturas realizadas y compararlo con el dato encontrado durante el último período. Si se dieran diferencias significativas, se tendrá evidencia de errores cometidos durante las lecturas o el efecto de una deficiente saturación previa.

Ejemplo

En los siguientes párrafos se presenta un ejemplo de cómo manejar los datos obtenidos con una prueba de infiltración. Se muestran algunos datos tal y como deben ser obtenidos en una prueba de campo y se inicia el proceso de cálculo requerido por el procedimiento, con el que se determina la forma (las dimensiones) de las zanjas y la longitud requerida.

Datos de Campo

	Hora "inicial"	Hora "final"	Lectura "i" (cm)	Lectura "f" (cm)	Diferencia (cm)
1	6:00	6:30	20	35	15
2	6:30	7:00	15	29	14
3	7:00	7:30	18	31	13
4	7:30	8:00	22	35	13
5	8:00	8:30	20	32	12
6	8:30	9:00	19	30	11
7	9:00	9:30	10	21	11
8	9:30	10:00	21	32	11

Características del sitio de prueba

a. Profundidad de gaveta = 51 cm; profundidad del agujero cilíndrico de 10 cm de diámetro = 50 cm.

b. Tipo de suelo: suelo amarillento fino, con arenas, posible limo arenoso.

c. Ubicación del Sitio: 250 m del punto 1 del plano catastrado por el lindero SE y 50 m perpendicular a ese eje.

Cálculos

Tasa de infiltración (T)

$$T = 30/11$$

(30 minutos entre lecturas y 11 cm, como última diferencia)

$$= 2.73 \text{ min/cm}$$

-Velocidad de infiltración (Vp)

Este valor, con base en el anterior, se obtiene de tablas o fórmulas; para este caso se puede aproximar al valor de $V_p = 8,20 \times 10^{-7} \text{ m/seg}$ (de la tabla del AyA) o se interpola para una magnitud más exacta.

- Caudal o gasto (Q) de agua por día que recibirá el suelo.

Para este ejemplo, se estima que una persona representa una descarga de 162 litros/día. (Es muy importante definir este dato teniendo en cuenta, por ejemplo "usos" de agua que a veces se tienen tan altos como 400 litros por persona por día, o en forma contraria es posible contar con la utilización, en el proyecto, de artefactos de bajo consumo y reglas claras para un uso racional del agua).

==> Una casa con 6 personas producirá $(162 \times 6) = 972 \text{ lt/día}$ por lo que haciendo las conversiones ese valor representa:

$$Q = 972 \text{ lt/día} = 0,972 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$= 0,000\ 011\ 25 \text{ m}^3/\text{seg} = 1,112\ 5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$= 0,011\ 25 \text{ litros / segundo}$$

- Cálculo del Área de infiltración que se requiere en zanjas o pozos

$A_i = Q/V_p$; obteniéndose el dato en metros cuadrados

$$A_i = 1,125 \times 10^{-5} / 8,20 \times 10^{-7} = 13,72 \text{ m}^2$$

Este valor debe ser afectado por otros factores, siendo los más importantes:

- Precipitación (Fp) (Se recomienda un valor no menor a 2,5, sin embargo, debe definirse con claridad para qué zona del país es ese valor. Ya que si el patrón fuese San José, ese dato deberá ajustarse de acuerdo a las diferencias de precipitación media que se registran para otros lugares más lluviosos).

- El revestimiento superior (rc)

("0" con nada cubriendo la superficie del terreno y casi 1, al cubrirse) No puede ser 1, ya que la ecuación se indetermina).

Entonces,

Superficie del terreno o área verde requerida: $A'c = A_i (F_p)$

$$A'c = 13,72 (2,5) = 34,3 \text{ m}^2$$

Superficie total requerida para el campo de infiltración:

$$A_c = A'c / (1 - rc)$$

$A_c = 34,3 / (1 - 0) = 34,3 \text{ m}^2$ (mismo valor para este caso del ejemplo, donde no se colocará NADA encima. Nótese con la ecuación

que si se va "tapando" ya sea colocando losetas u otros revestimientos superiores, la superficie de terreno requerida para ubicar el campo de infiltración será mayor).

Este cálculo es muy importante, porque de esta forma se determina la parte del lote que se debe destinar al campo de infiltración. El detalle a resaltar es que siempre se ha asumido darle importancia solo al cálculo de la "longitud de drenaje" y, el proceso correcto no es solo eso. Es necesario también tener claro que para un buen proyecto se debe saber qué tan grande debe ser la superficie requerida para colocar ahí toda esa longitud de drenaje que se calculó.

Longitud del drenaje

Características de la sección transversal (estas las define la persona que realiza los cálculos):

1 - Se fija un valor para el ancho (W) de la zanja

2 - Se fija una distancia (D) de grava bajo el tubo

3 - Se calcula el perímetro efectivo: $(P_e) = 0,77 (W+56+2D) / (W+116)$. Con W y D en centímetros (ó se toma de tablas existentes)

Para este ejemplo, fijando $W = 60 \text{ cm}$ y $D = 60 \text{ cm}$

$$P_e = 0,77 (60+56+120) / (60+116) = 0,77 (236) / (176) = 1,03$$

- Cálculo entonces de la longitud total de las zanjas

$$L_z = A_i / P_e = \Rightarrow L_z = 13,72 / 1,03 = 13,32 \text{ m}$$

-Separación entre zanjas, ancho de la superficie de infiltración

$$L_s = A_c / L_z = 34,3 / 13,32 = 2,56 \text{ m}$$

(esta dimensión pudo ser mayor si se hubiese colocado "cubierta" sobre el campo de infiltración. Longitud a centros, debe ser mayor o igual a 2,0 m)

La superficie requerida de ese terreno para colocar el campo de infiltración debe ser al menos de $2,56 \times 13,32 \text{ m} = 34,3 \text{ m}^2$. Así en este caso, para un lote de 120 m^2 , casi 35 m^2 de él serán para el vertido de efluentes tratados. Debe tomarse en cuenta que en ese dato no está el área requerida por el tanque séptico y ni por las separaciones recomendadas a linderos o estructuras. §

Colaboró: Lic. Jeffrey Zúñiga

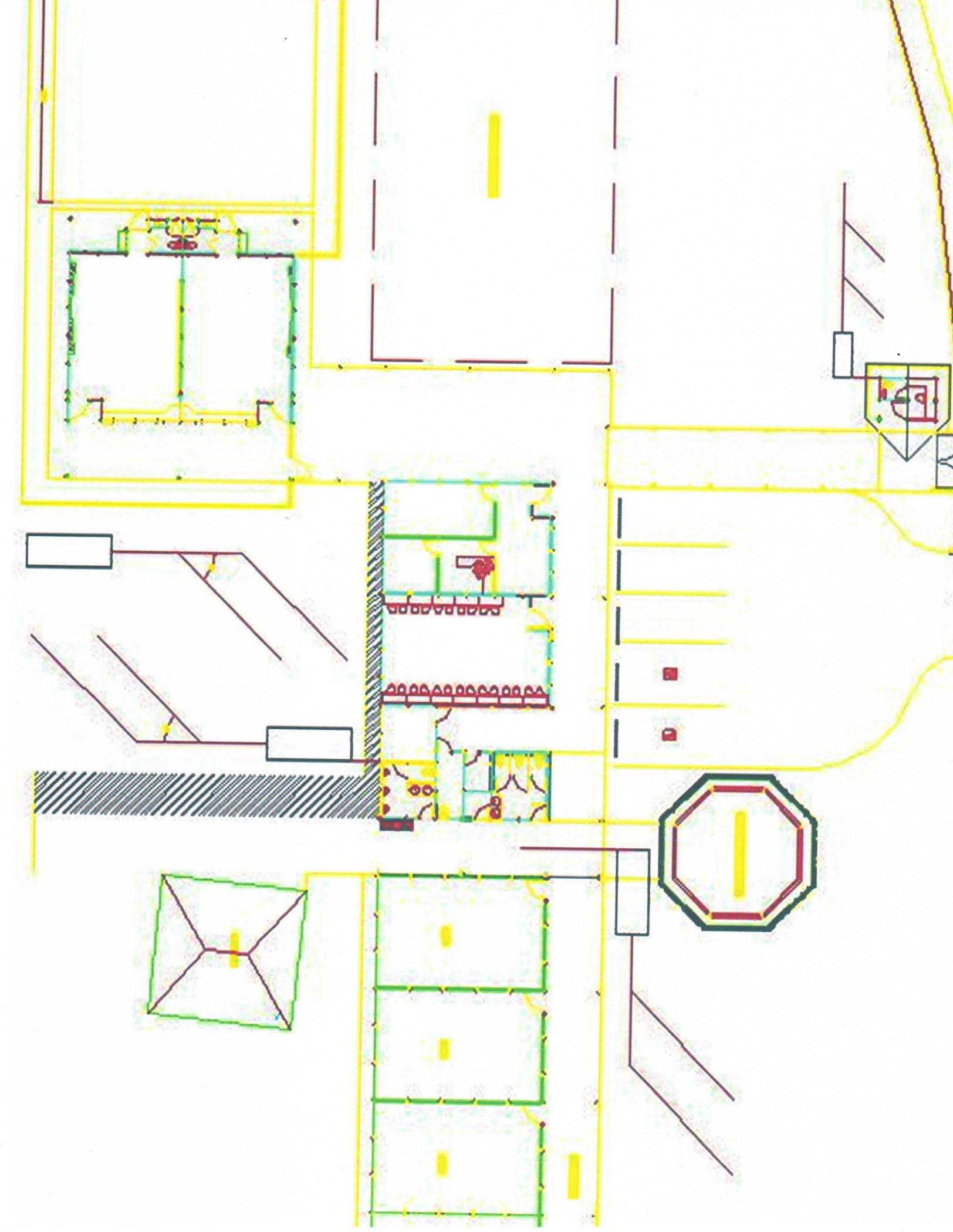
Referencias bibliográficas

-Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (1996). Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones. San José, Costa Rica: CFIA.

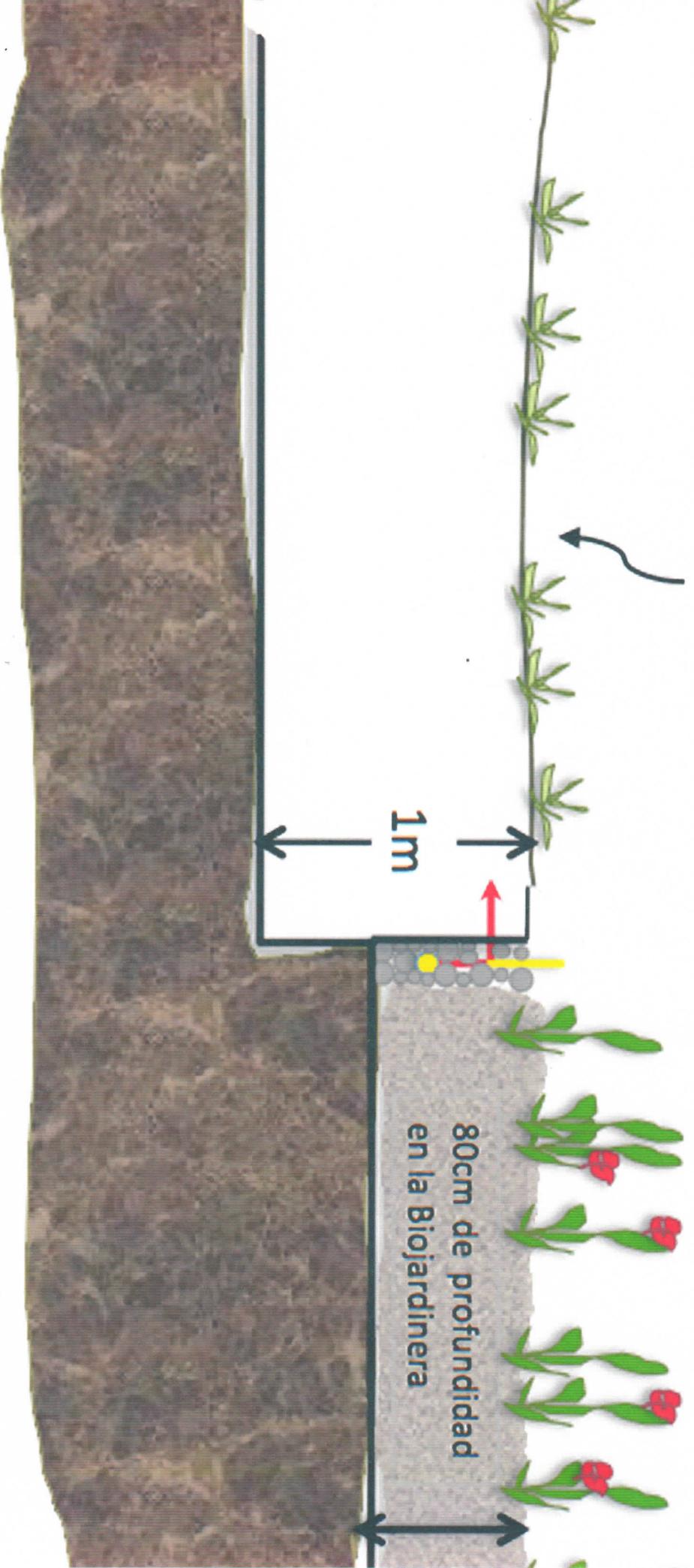
-Rosales Escalante, Elías (2003). Tanques Sépticos: conceptos teóricos base y aplicaciones. Cartago, Costa Rica: ITCR.

Anexo 3

Aspectos Constructivos



Nivel del terreno

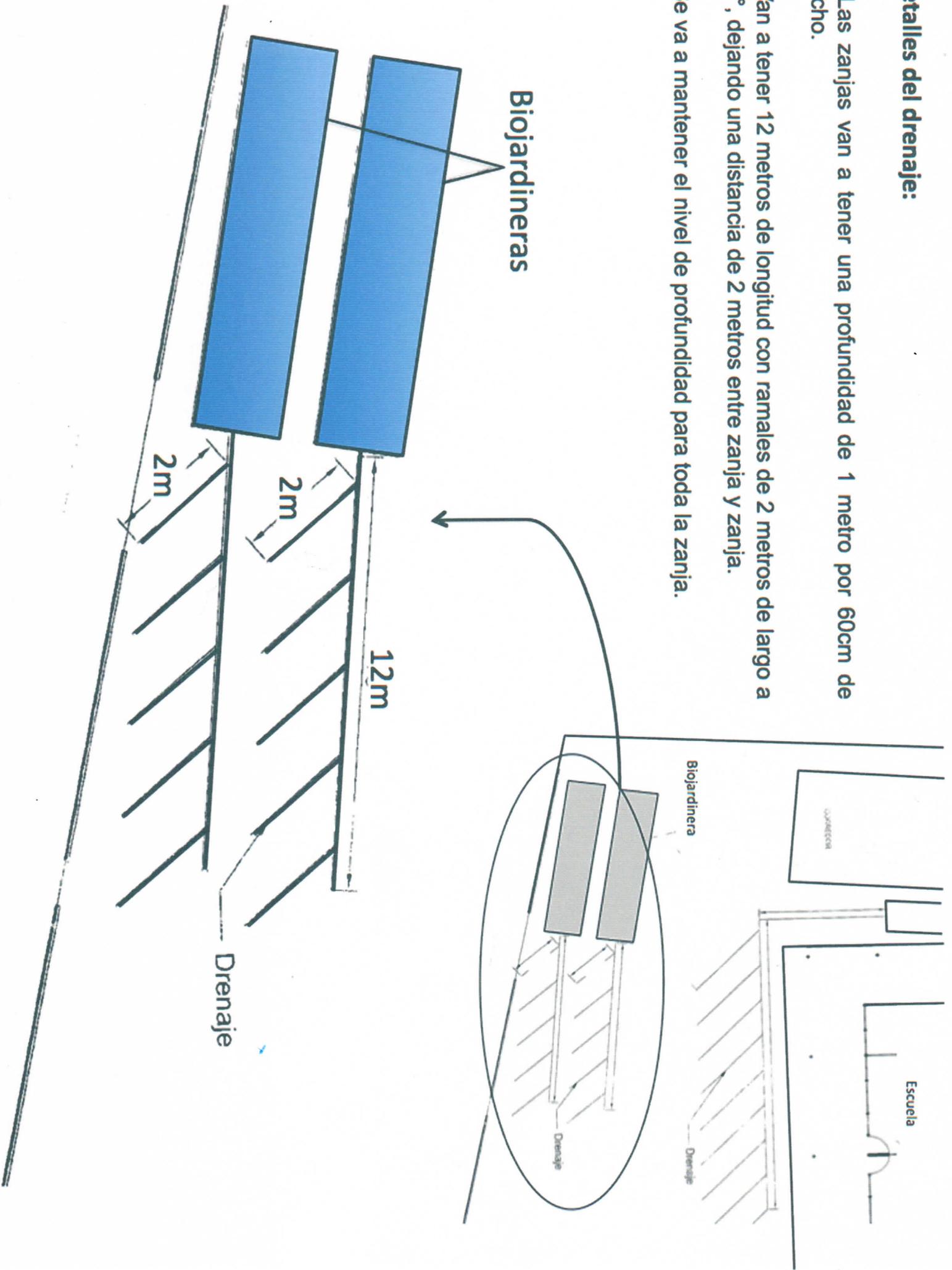


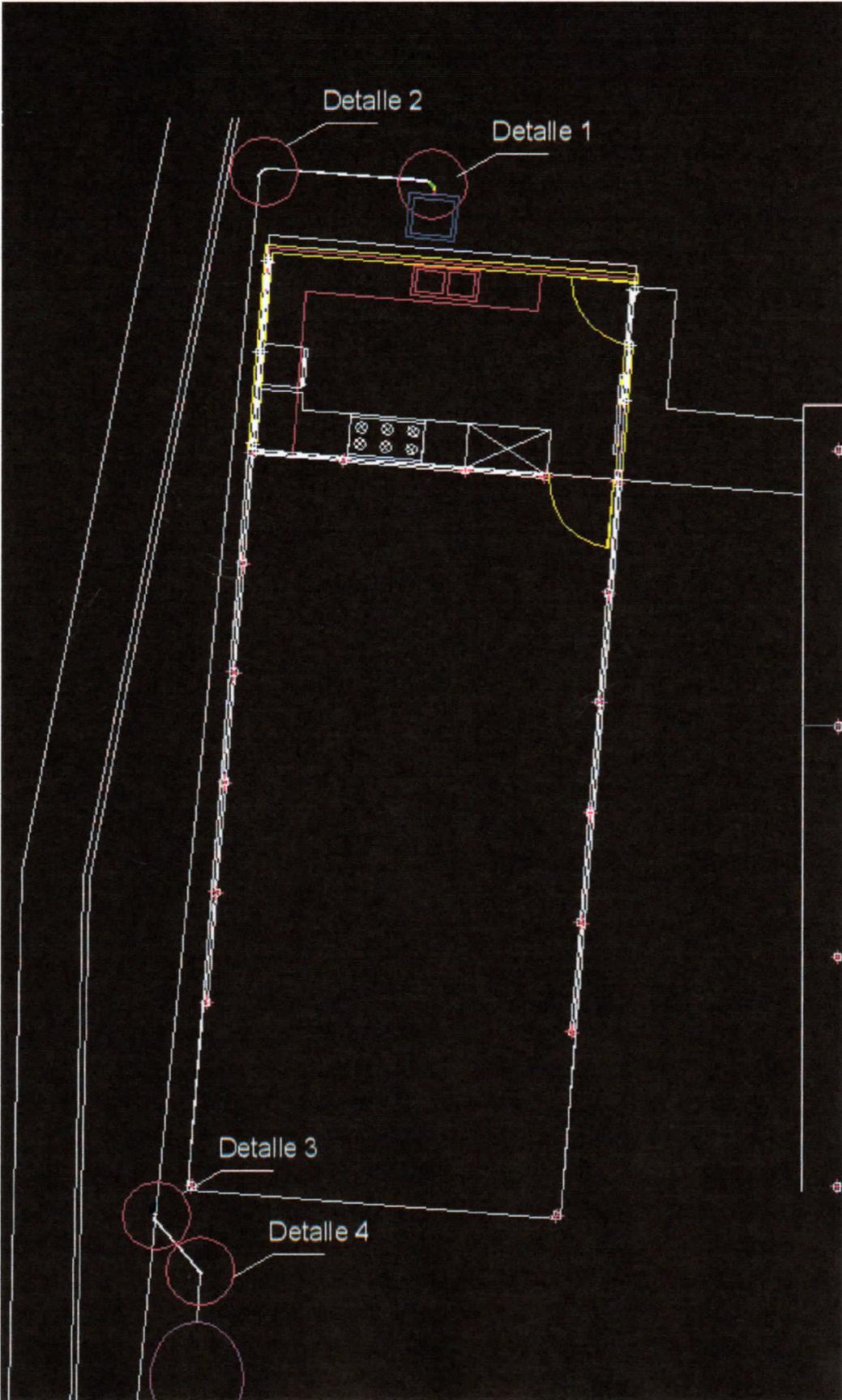
Detalles del drenaje:

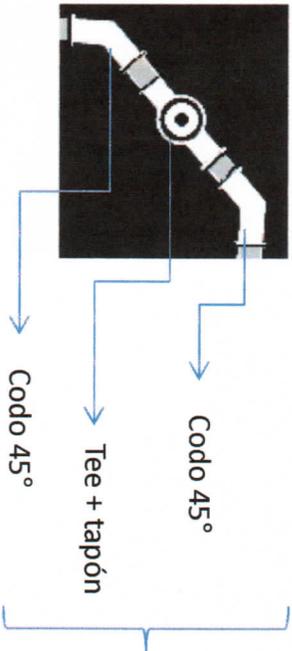
Las zanjas van a tener una profundidad de 1 metro por 60cm de ancho.

Van a tener 12 metros de longitud con ramales de 2 metros de largo a 5° , dejando una distancia de 2 metros entre zanja y zanja.

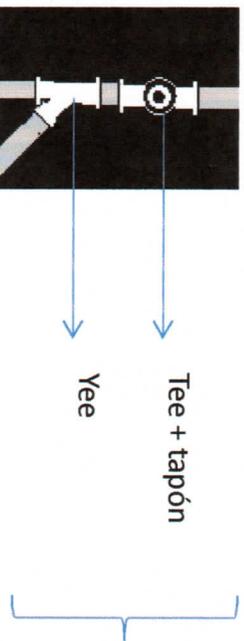
Se va a mantener el nivel de profundidad para toda la zanja.



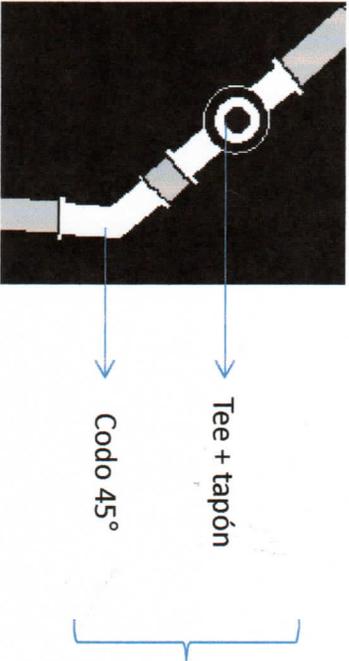




Se colocará éstas figuras a la salida de la cocina y en la esquina dando la vuelta hacia los tanques.
 Detalles 1 y 2



Ésta se colocará en la división para los tanques
 Detalle 3



Entrada al tanque que hace falta conectar
 Detalle 4