



manual de agua y saneamiento

tecnologías
apropiadas
para
comunidades
rurales e
indígenas
dispersas de
Boquerón y
Caazapa.





tecnologías apropiadas para AGUA y SANEAMIENTO

Tecnologías apropiadas para comunidades rurales e indígenas
dispersas de Boquerón y Caazapa



Documento técnico del
PROGRAMA CONJUNTO “FORTALECIENDO CAPACIDADES PARA LA DEFINICIÓN
Y APLICACIÓN DE POLÍTICAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Unicef

Representante: Rosa Elcarte.

Representante adjunto: Paulo Sassarao.

Oficial: Elsie Butterworth Kennedy

Asesoramiento técnico: Ing. Juan Amarilla e Ing. Cristian Escobar

Equipo de investigación

Investigador principal y Coordinador: Dr. Arq. Silvio Ríos Cabrera, Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte FADA|UNA de la Universidad Nacional de Asunción

Con el apoyo técnico del Centro de Desarrollo, Hábitat y Medio Ambiente CEDES/hábitat y la FADA|UNA

Investigadora asociada y gabinete técnico: Arq. Emma Gill

Consultor asociado y puesta en terreno: Ing. Carlos A. Ramírez Onieva

Consultores invitados: Lic. Víctor González - Dr. Félix Villar

Promoción Social: Lic. Elena Alarcón - Arq. Claudia Netto

Ilustración y diseño gráfico: Arq. Emma Gill - Arq. Claudia Netto

Diseño técnico digital: Francisco Desvars

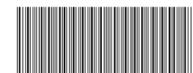
Mapas digitales: Ing. Néstor Cabral Antúñez

Planta de experimentación tecnológica de los componentes, puesta en terreno de prototipos experimentales y montaje de la exposición demostrativa de tecnologías experimentadas con el apoyo de ALTEC S.A. San Lorenzo.

Año 2012

Asunción - Paraguay

Desarrollo tecnológico de
Facultad de Arquitectura,
Diseño y Arte - FADA|UNA
Centro de Desarrollo,
Hábitat y Medio Ambiente,
CEDES/hábitat



ISBN 978-99953-66-22-3

Tecnologías apropiadas para agua y saneamiento



AGUA y SANEAMIENTO en Caazapa y Boquerón

Tecnologías apropiadas para comunidades rurales e indígenas dispersas

Diseño y aplicación de sistemas de captación de agua y de saneamiento para comunidades rurales e indígenas dispersas de los departamentos de Caazapa y Boquerón

Objetivo del proyecto

Identificación, definición, diseño de tecnologías apropiadas y construcción de modelos demostrativos para la provisión de agua y saneamiento mejorado, social y culturalmente aceptadas, para comunidades rurales y población indígena en los Departamentos de Caazapa y Boquerón del Paraguay.

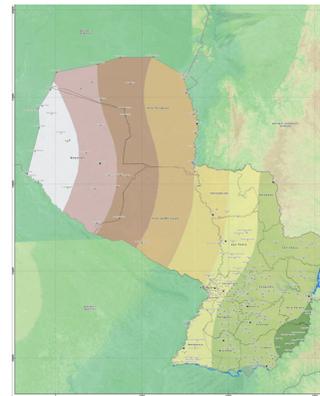
Introducción

1. Esta investigación inicia con la revisión del informe de la evaluación del estado del arte en agua y saneamiento realizado por UNICEF para el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, que fuera presentado en el “Taller Nacional Acceso al Agua y Saneamiento en el Paraguay - Tecnologías Utilizadas” del año 2010, donde se encuentra información sobre la “Sistematización y análisis de modelos construidos y tecnologías utilizadas a nivel nacional en Agua y Saneamiento”.
2. Se suma a este estudio, la investigación realizada en el marco del Programa NNUU / SENASA para el Proyecto Unidades Sanitarias Básicas -USB- donde se propone una solución compuesta por un sistema de agua, cocina con fogón, ducha y sanitario. Este trabajo incorpora para saneamiento en comunidades rurales dispersas, sistemas de arrastre de agua y de saneamiento seco solar.
3. El PIAR¹ es una metodología utilizada para relevar necesidades de comunidades rurales dispersas y comunidades de pueblos originarios y fue aplicada para la selección de las comunidades en las que se realizaron las intervenciones.
4. Lo que se desarrolla a continuación analiza las posibilidades de aplicar tecnologías “apropiadas” para comunidades rurales e indígenas dispersas y que están construidas por menos de 100 familias, donde en algunos casos existe el servicio de agua corriente o se recurre a sistemas domiciliarios en base a otras tecnologías, para sitios donde el agua corriente no esta disponible o bien el agua es escasa, buscando además respuestas para el saneamiento.

1 Planificación Integral del Acceso Rural /diagnóstico de la situación de acceso a Agua y Saneamiento - PIAR. OIT/ febrero 2011.



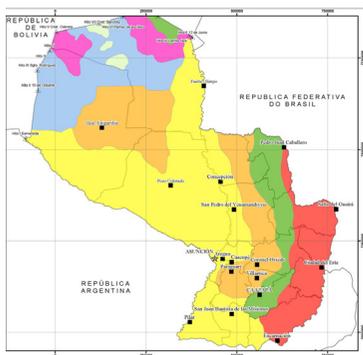
Los **mapas hidrológicos** muestran la marcada diferencia en cuanto a presencia de agua superficial entre la región Oriental, hoy rica en el recurso frente al Chaco donde es un producto difícil de obtener y que va por lo general acompañada de sal.



El **mapa de precipitaciones** que indica la cantidad de agua que cae anualmente por región.

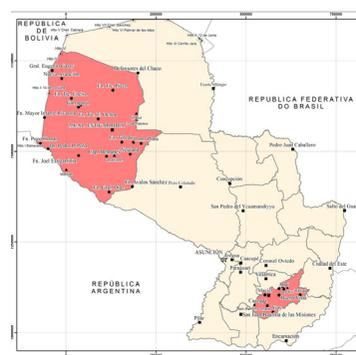
Se observa la marcada diferencia entre el perfil húmedo a subhúmedo que caracteriza a la región Oriental y que va variando hacia el Oeste del país, mostrando un perfil semiárido en la región cercana a la frontera con la Argentina y Bolivia.

1.2 Mapeo de las zonas de estudio: Paraguay - Boquerón - Caazapa

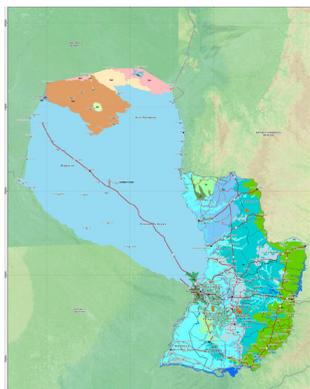


Los **mapas de suelos** buscan referir el tipo de suelo existente por zonas, lo que tiene importancia para el saneamiento, de acuerdo a la permeabilidad de los mismos.

Los tajamares requieren asimismo de suelo arcilloso para evitar pérdidas de agua desde los reservorios.



Los **mapas de ubicación de comunidades** de Boquerón y Caazapa dan idea de las zonas en que se desarrollaron acciones de estudio y algunas intervenciones demostrativas



Los **mapas hidrogeológicos** ofrecen información sobre acuíferos existentes y que son por lo general explotados para agua de pozos profundos.

1.3 Tecnologías apropiadas aplicadas en el ámbito de la vivienda con una perspectiva sustentable

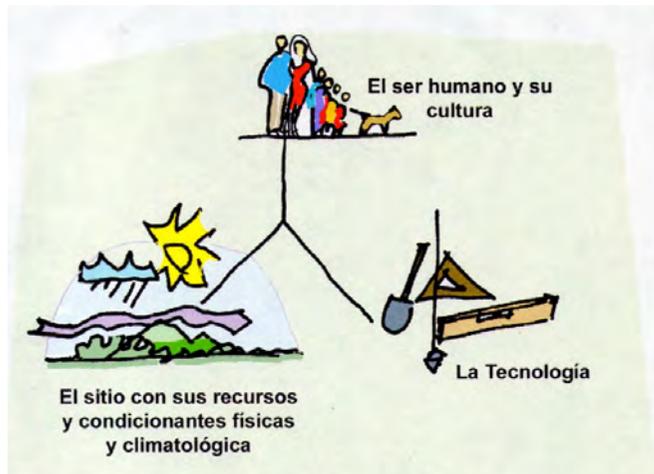
Los casos del agua y el saneamiento

El Paraguay se caracteriza por tener hasta hoy una tradición y cultura de trabajar y producir resultados en base a lo que se dispone en el sitio como recursos¹. A esto, el Arq. Bayardo denominaba las “coordenadas locales” y establecía la relación “hombre / sitio / tecnología”², es decir una persona trabaja con lo que el sitio le ofrece como materiales y recursos y también considerando las condiciones climáticas del mismo, para producir, por ejemplo una vivienda, recurriendo para ello a la tecnología que conoce.

Recordamos también a Dirk Althaus, quien en los años 80 desarrollo en nuestro país, un seminario sobre “Construir Ecológicamente”³ y a quien siendo uno de los editores del libro del mismo nombre, tomamos como referencia al hablar de sostenibilidad. A partir de un gráfico allí propuesto, donde se plantea que la construcción convencional de una vivienda hoy se basa aún en el concepto de una casa “máquina”, que consume, produce resultados en cuanto a confort de los usuarios de la misma y al mismo tiempo produce también una gran cantidad de basura e impactos negativos de todo tipo al medio ambiente, definidos estos en una variedad de residuos.

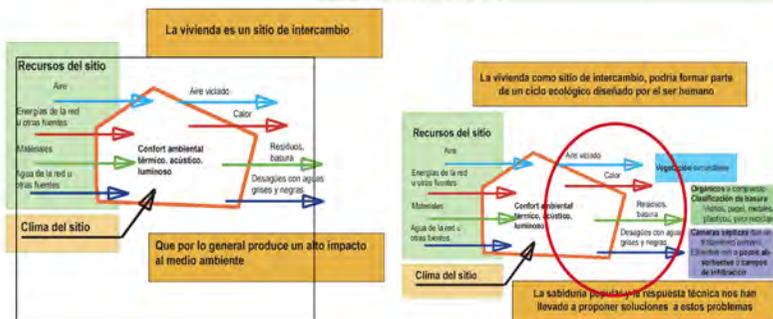
Para Althaus “la vivienda es un sitio de intercambio, que por lo general produce un alto impacto en el medio ambiente”. Se introduce aire y el aire es devuelto viciado y con mayor temperatura (en países como el nuestro por ejemplo), se consume energía eléctrica y poca energía solar o eólica, se consume agua y la misma es devuelta en forma de aguas negras o grises y se consumen materiales para la construcción de la vivienda o para insumos, los que se devuelven en forma de escombros o también basura orgánica e inorgánica.

Si analizamos fantasías como las “20.000 leguas submarinas” de Julio Verne, un submarino como cápsula, puede solucionar muchos de los problemas de supervivencia y de subsistencia, generar energía, proveerse de oxígeno en la superficie, aprovechar recursos del fondo del mar y lo mismo se diría de otras acciones como llegar a la luna en una bala también tipo cápsula -otra de las visiones de J. Verne- en plena edad de la “máquina”.



Hombre / Sitio / Tecnología

Recordamos a Dirk Althaus y el libro:
“Construir Ecológicamente”
Per u. Maria Krusche
Dirk Althaus
Ingo Gabriel
Editado por el Organismo Federal del Medio Ambiente
Bauverlag, Wiesbaden u. Berlin, 1982



1 Extractado en parte de “La casa alemana - Una Excusa para Evaluar el Estado del Arte en Nuestro País, Dr. Arquitecto L. Silvio Ríos - Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte, Cátedra de Auto Climatización, San Lorenzo, 2010.
2 Las 6 coordenadas de la arquitectura, Arq. Nelson Bayardo, CEA/UNA, Asunción, 1970
3 Construir Ecológicamente, Krusche P. y M., Althaus D., Gabriel I., Bauverlag, Berlin, 1982

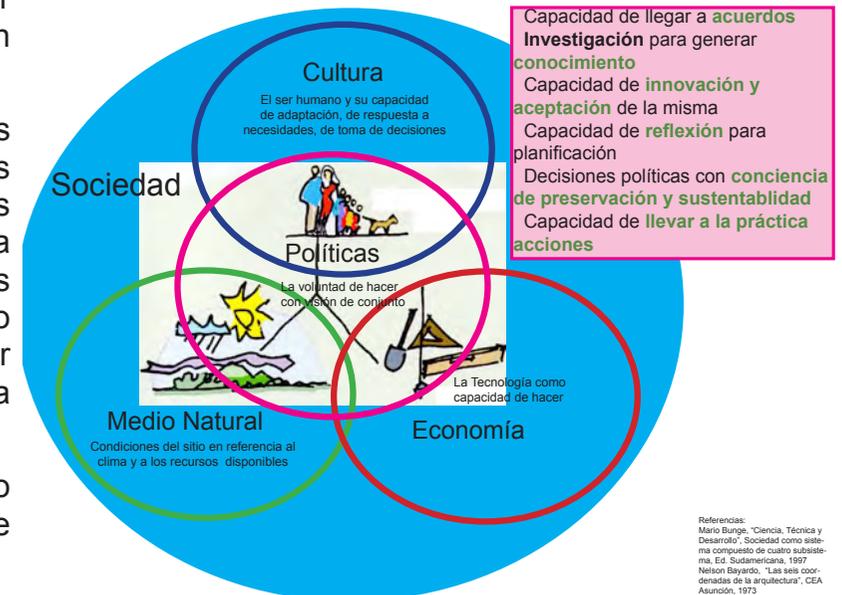
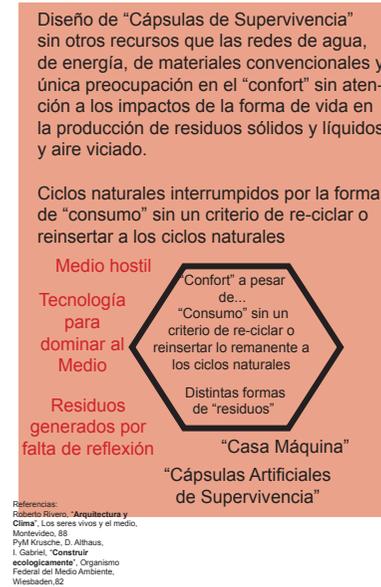
La idea de la vivienda máquina era una respuesta “funcionalista” a la necesidad de habitar, en donde el medio era tratado como un elemento hostil, y la visión era que la tecnología ayudaba a “dominar” el medio natural. Minimizar los impactos era no percibir olores, disponer sitios alejados para ubicar los desechos, pero se daba menos importancia a la reducción de la producción de residuos de todo tipo.

En el libro “Construir Ecológicamente” se establecen ciclos en los que se desarrolla la actividad del ser humano construyendo su medio ambiente y que se halla inscrita en dichos cuatro ciclos: el del aire, de la energía, del agua y de los materiales. Podríamos entonces asumir que un edificio toma parte, con sus limitaciones, en un sistema vivo (natural) y contribuye a degradar dicho medio ambiente o no, conforme el diseño de su envolvente y la forma de trabajar y producir o no residuos desde cada uno de estos cuatro ámbitos, con cada uno de estos ciclos.

Mario Bunge en su libro “Ciencia, Técnica y Desarrollo”⁴ plantea un modelo que intenta establecer las formas en que interactúan cuatro esferas de “poder” que debieran “balancearse” y que son el Medio Natural que representa las condiciones del clima y los recursos del medio, las que son afectadas por la Cultura del ser humano. El medio cultural que tiene entre identidad, hábitos y costumbres, una tecnología que utiliza para trabajar con elementos que toma de ese medio ambiente. Finalmente es la economía la que dirige sus recursos a obtener resultados que no siempre consideran la variable sostenibilidad. Las políticas finalmente son las que establecen el peso de cada una de estas áreas en relación a una sociedad determinada. Es allí donde pretendemos incidir ofreciendo información sobre como relacionar de forma positiva al medio natural con el medio económico, con el apoyo “cultural” del ser humano, poblador de un sitio.

En realidad, a través de los avances tecnológicos, se han ido encontrando formas de reducir muchos de estos impactos negativos, utilizando los factores y elementos del clima para tratar de mejorar el confort por medios naturales, asimismo nuestros padres y abuelos han sabido utilizar recursos del sitio, para captar agua tanto de lluvia como del subsuelo, han sabido preparar abonos y han visto las ventajas de que las lombrices enriquezcan en suelo, oxigenándolo y tal vez donde menos se ha aportado a un concepto de reciclaje sea con el tratamiento de aguas servidas, para intentar recuperarlas antes de que las mismas lleguen a cursos de agua o a las napas de agua freáticas y las contaminen en vez de aportar a su caudal.

Si consideramos los distintos ciclos a los que podríamos intentar apoyar con nuestro diseño adecuado, hablaríamos de esquematizarlo como el ciclo del agua, del aire, de

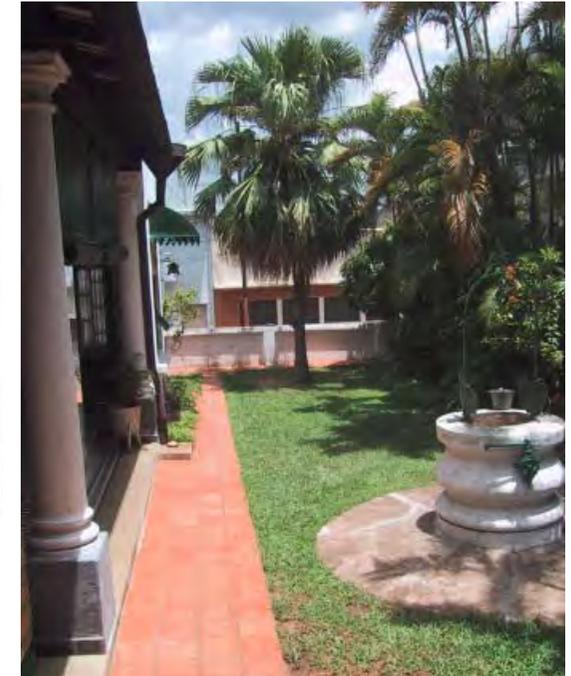
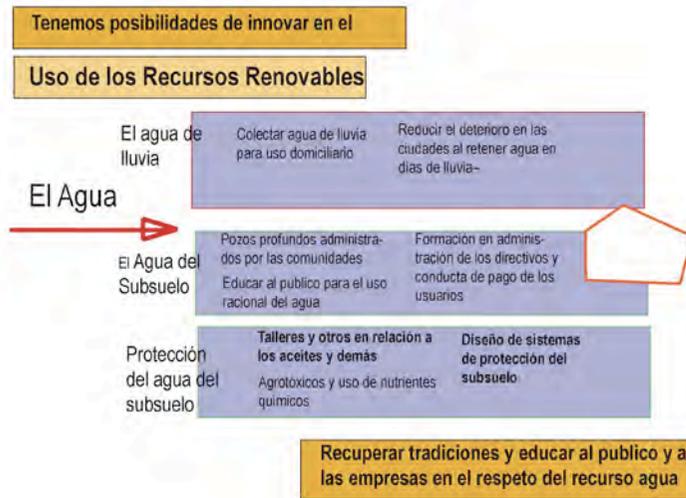


4 Ciencia, Técnica y Desarrollo, Mario Bunge, Ed. Sudamericana, Bs. As., 1997

El aljibe tradicional de la vivienda asuncena era como este, de la calle Yegros casi M. Domínguez, donde el Arq. Ramón González Coronel nos permitió documentar el que existe en su vivienda a la vez que nos relató su experiencia de niño cuando su padre le enseñaba la forma de utilizar el aljibe.

Para usar el aljibe, se eliminaban las primeras aguas de lluvia, dado que las mismas lavaban el techo y por lo tanto contenían polvo y hojas o similares. Por lo que eran simplemente vertidas al patio por medio de un elemento de tipo “cucharón”. Lo usual conforme el relato del mismo, era esperar que la lluvia se desarrolle algunos minutos y luego con un vaso de vidrio transparente e incoloro, observar la turbidez del agua para decidir si ya era el momento de hacerla llegar al aljibe. Para ello se retiraba el cucharón y el agua pasaba a almacenarse en la cisterna del mismo.

La utilización de pozos “someros” para obtener agua para consumo en la vivienda también fué tradición de las viviendas de la región Oriental del país, rica en agua en general, a lo que se sumaban los innumerables ríos y arroyos para abreviar animales y obtener aguas para uso agrícola e industrial.



Vivienda tradicional asuncena con aljibe en el jardín. Se observa el diámetro de la cisterna y también dos cucharones ubicados en las bajadas del agua de lluvia.



Esta tradición se pierde cuando en los años 50 del siglo pasado, la Corporación de Obras Sanitarias de la Nación -CORPOSANA-introduce el agua corriente en Asunción y luego la va extendiendo a otras ciudades principales del país, con la exigencia de cierre de aljibes y de pozos en forma previa a la conexión domiciliaria.

Esta decisión política, dirigida a que no se beban ya aguas contaminadas hizo que por un lado se dismantelen las instalaciones de agua a nivel domiciliario y posteriormente se pierda esta tradición de ver al agua de lluvia como recurso de muchas posibles aplicaciones, vertiéndose las aguas de lluvia a la calle, con el incremento de los raudales y sus consecuencias.

La tradición ganadera hizo que desde hace mucho tiempo, el ejemplo de lagunas de agua de lluvia que acumulan el agua de pequeñas cuencas, den lugar a la aparición de los denominados “tajamares”, como forma de acumulación de aguas de lluvia, por lo general para uso de ganado y que debían preservarse por medio de alambradas, para evitar que los mismos lleguen hasta el agua en forma directa y enturbie la misma. Por ello fué usual recurrir a alambrar los mismos y dotarlos de molinos de viento para acumular agua a ser distribuida desde tanques elevados para el uso doméstico y desde los denominados tanques “australianos” para el uso pecuario.



Dos aljibes externos en quintas de Misiones



Construcción de un aljibe con bloques de suelo-cemento en Asunción

El agua de lluvia fué así una de las fuentes posibles de agua en la región Occidental, rica en este recurso, pero hoy al respecto es necesario analizar las experiencias que se han dado en el Chaco, donde llueve algunos meses al año, período en que hay que acumular el agua, que luego se irá usando para los meses “secos”.

En esta región, para los pobladores indígenas era usual localizar sitios con agua dulce permanente o que se mantenían un periodo largo de tiempo al año, pudiendo ellos conforme era usual en su cultura, migrar en busca de agua en épocas de sequía extrema. Se recuerda como anécdota, citada por el Coronel Fernandez⁵ que fueron indígenas de la etnia Chamacoco los que a fines de la década del 1920 indicaron al ejército paraguayo la existencia de la laguna “Pitintouta” luego conocida como Pitiantuta -“el oso hormiguero perezoso” en idioma Chamacoco- y los condujeron hasta la misma.

Desde principios del siglo XX (en principio desde 1927) viven en el Chaco comunidades Mennonitas, las que para enfrentar las duras condiciones que el medio exige, han desarrollado tecnologías para acumular y para el consumo del agua. Los pobladores de esta región se manejan con precipitaciones anuales menores a la evapotranspiración potencial, lo que quiere decir que deben equilibrar con distintas formas de reserva de agua, el líquido necesario para las prolongadas temporadas en que el agua disponible de manera normal, es escasa.

Es así que en esta región desde que se ha ido poblando, tanto en las ciudades como en el área rural, es usual contar con reservorios de agua de tipo aljibe, o de tajamares, los que eran un complemento necesario al pozo somero excavado a mano allí donde el agua no era salada.

En una vivienda de nivel medio de Asunción y otras ciudades del interior de la región Oriental, con energía eléctrica, se disponía por lo general de agua de dos calidades: una para beber -por lo general del aljibe- y otra para uso general de la vivienda, incluso para la ducha, que provenía de pozos someros, excavados a mano con profundidades de 10 a 35 m por lo general. El mayor volumen de agua se obtenía de los pozos someros, siendo el aljibe un reservorio de agua visto como complementario. En el



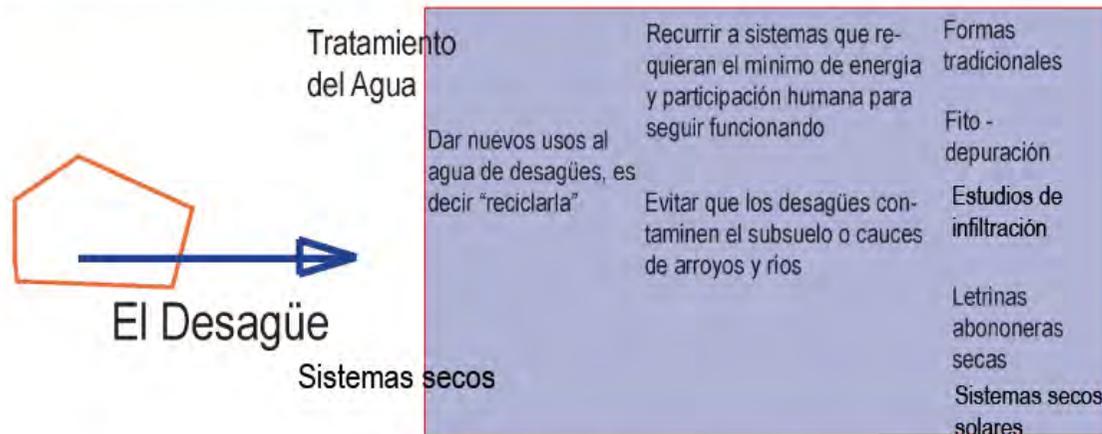
Artefactos ahorradores de agua para ducha y para el lavado de manos en las colonias Mennonitas del Chaco.

caso chaqueño el agua de aljibe es para beber y la de los tajamares, conforme la accesibilidad del sitio y grado de protección de la fuente de agua, también es utilizada para ese fin, además de otros usos (pecuario e industrial).

⁵ “La guerra del Chaco-Tomo I- La batalla de Boquerón”, Cnel. Carlos Fernandez, Bs As, 1948

Tenemos posibilidades de innovar en el

Uso del Desagüe Domiciliario



Los desagües bien trabajados pueden ser fuentes de recursos energéticos (biogas) y de reciclaje tipo abonos y otros

tiene un sobrecosto mínimo y permite reducir las aguas negras a aquellas vinculadas en forma directa a inodoros o tazas turcas, mientras que dependiendo de la situación, las aguas grises son por lo general adecuadas para riego hortícola.

En nuestro país se sabe que las cámaras sépticas deben ser mantenidas y de que en caso de que esto no se realice el barro que se vaya acumulando puede terminar cerrando el paso o reduciendo el tiempo de permanencia y por consiguiente de tratamiento en la cámara séptica, pero esa cultura está aun por formarse y habrá que ir formando a formadores para el campo del mantenimiento.

Otra técnica que esta en una fase inicial de uso y experimentación en nuestro país, consiste en la creación de **humedales artificiales** o también conocida como la **fitodepuración**, la cual aprovecha un medio relacionado a raíces de plantas flotantes, donde el agua servida tiene un recorrido que cumplir a lo largo de un tiempo determinado. Durante el mismo bacterias que se alojan a nivel de las raíces de las plantas desarrollan la labor de digestión y las plantas aprovechan el medio rico en abonos para crecer. Por ello las mismas deben ser cosechadas y

el sistema, aunque sencillo, como otros requiere de la participación de personal capacitado y responsable del mantenimiento, que incluye dar un uso positivo a la biomasa que se genera con el apoyo de la energía solar y las condiciones del medio en el que flotan. En esta temática la Arq. Natalia Candia presentó su Tabajo Final de Grado⁸.

Evitando el uso del agua y reciclando

Sistemas Secos como aporte a la generación de recursos no contaminantes

Los sistemas secos son una opción estudiada desde hace años, principalmente en Centroamérica y tienen como antecedente estudios realizados principalmente en Suecia que llevaron al desarrollo de sistemas como el "Clivus" donde es posible compatibilizar el uso de un sistema de depósito de heces y restos orgánicos con el interior de una vivienda, sin que por ello se generen olores o exista algún riesgo de salud.

⁸ Paisajismo y Fitodepuración / Aplicación de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales en áreas urbanas, Natalia Candia Battilana, FADA UNA, San Lorenzo, 2012



En el caso del Paraguay desde hace tiempo se conocen los sistemas secos e incluso los de **tipo compostero** han sido llevados a la práctica con éxito, aún cuando la “política” de hacer compatibles mínimos costos por habitante, afecta la calidad de los sanitarios ofrecidos, lo que finalmente conspira contra el propio sistema. Es necesario aportar a crear una atmósfera propicia para el uso higiénico de un sanitario, para que el poblador recompense con el cuidado y mantenimiento del sistema.

Los sanitarios secos composteros recurren al agregado de aserrín y arena, además de agregar opcionalmente cenizas o cal, con la intención de reducir olores, lo cual aporta al incremento del volumen contenido en los depósitos. La aparición de los sanitarios secos solares ofrecen una alternativa muy interesante dado que los mismos, por medio del incremento de la temperatura en el interior de una cámara que se denomina “de deshidratación” destruye patógenos y vuelve inocuas e inodoras a las heces, las que una vez secas son retiradas y enterradas como abono.

Un **sistema de saneamiento seco** presenta ventajas para el área rural porque puede ser aplicado en sitios con la:

- (1) **napa freática alta**, donde los sistemas que requieren de infiltración en el suelo no son aptos, asimismo es una respuesta con
- (2) **suelos impermeables** y no hay adecuada absorción y finalmente
- (3) **preserva el agua**, en un mundo que busca todas las formas posibles protegerla como recurso, no utiliza agua en el proceso de evacuación ni como parte del tratamiento.

Varios sistemas secos se basan en mantener las heces en un depósito hasta tanto los procesos de descomposición de las mismas tengan lugar y la materia pueda ser considerada inocua. La energía solar aporta temperatura como uno de los componentes que destruye patógenos y en el prototipo diseñado, agrega la acción de la radiación directa por los rayos ultravioletas que aceleran el proceso.

La investigación fué dirigida a lograr el aumento de la temperatura en la cámara de deshidratación, inicialmente con una tapa radiadora de chapa pintada de negro, la que en los prototipos desarrollados conforme estándares estudiados por la OPS alcanzaba entre 4 a 5 °C de aumento de temperatura en relación a la exterior. Al pasar luego al desarrollo de una tapa transparente, que permite el paso de la radiación solar a la misma y alcanza temperaturas que rondan los 9 a 10 °C sobre la temperatura ambiente.

1.4 Estado del Arte de propuestas apropiadas para los departamentos de Caazapa y Boquerón

Diagnóstico de Agua y Saneamiento para el país conforme el Censo de 1992

El Paraguay se distingue entre la realidad del área urbana y la rural, eso en terminos generales significa un avance en un país que hace medio siglo prácticamente había dado un preferencia a Asunción en su desarrollo y el área urbana restante estaba muy mal servida en general y con relación

Agua a nivel del país - Fuentes de agua

al agua corriente en particular y de hecho y con mayor grado de atraso lo que se refiere a saneamiento.

Conforme el Censo de 1992 en relación a las fuentes de agua y observando el servicio de agua corriente, el 52,7% de la población del país cuenta con agua corriente, lo que por lo general significa agua tratada, a lo que sumamos el 14,7% con un pozo con bomba, dado que en este caso el agua no será para beber, pero la casa probablemente disponga de agua corriente.

De acuerdo a la forma de abastecimiento reciben agua a partir de una red en el patio el 22% de las familias y la tienen dentro de la vivienda el 40,6% de la población, con lo que sumando vemos que el servicio alcanza a un 62,6% de los casos.

Agua a nivel del país - Fuentes de agua											
Total país	Total	%	Agua corriente	%	Pozo con bomba	%	Pozo sin bomba	%	Otra fuente	%	
Total país	1.098.005	100	578.639	52,7	161.714	14,7	286.212	26,1	71.440	6,5	100
Urbana	643.920	58,6	476.500	43,4	82.925	7,6	67.210	6,1	17.285	1,6	59
Rural	454.085	41,4	102.139	9,3	78.789	7,2	219.002	19,9	54.155	4,9	41

Agua a nivel del país - Forma de abastecimiento

Total país	Total	%	Cañería fuera de la vivienda pero dentro del terreno	%	Cañería dentro de la vivienda	%	Vecino	%	Otros medios	%	No informado	%	
Total país	1.098.005	100	251.368	22,9	446.059	40,6	57.693	5,3	320.805	29,2	22.080	2,0	100
Urbana	643.920	59	178.894	16	356.987	33	21.988	2	83.167	8	2.884	0	59
Rural	454.085	41	72.474	7	89.072	8	35.705	3	237.638	22	19.196	2	41

Servicio sanitario a nivel del país

Total país	Total	%	Red pública	%	Pozo ciego	%	Hoyo o pozo	%	En la superficie de la tierra, arroyo, rio, etc	%	No informado	%	No tiene baño	%	
Total país	1.098.005	100	103.565	9,4	588.003	53,6	383.454	34,9	9.905	0,9	73	0,0	13.005	1,2	100
Urbana	643.920	58,6	103.565	9,4	450.981	41,1	77.156	7,0	6.397	0,6	73	0,0	5.748	0,5	59
Rural	454.085	41,4	0	0,0	137.022	12,5	306.298	27,9	3.508	0,3	0	0,0	7.257	0,7	41

Fuente elaboración propia con datos de la publicación: "Paraguay - Resultados finales Censo Nacional de Población y Viviendas. Año 2002 Distrital"

Fuentes de agua

Total país	total	%	Agua corriente	%	52,7
Asunción	114.954	10,5	110.772	96,4	96,4
Central	293.880	26,8	227.537	77,4	77,4
Cordillera	50.554	4,6	31.120	61,6	61,6
Misiones	23.074	2,1	12.843	55,7	55,7
Ñeembucu	19.355	1,8	8.458	43,7	43,7
Amambay	24.088	2,2	10.268	42,6	42,6
Concepción	34.418	3,1	14.234	41,4	41,4
Paraguari	48.686	4,4	19.917	40,9	40,9
Presidente Hayes	17.139	1,6	6.695	39,1	39,1
San Pedro	62.843	5,7	23.316	37,1	37,1
Itapúa	96.218	8,8	33.586	34,9	34,9
Caaguazú	86.296	7,9	26.478	30,7	30,7
Guaira	38.222	3,5	11.536	30,2	30,2
Canindeyu	29.396	2,7	7.260	24,7	24,7
Alto Parana	119.227	10,9	28.168	23,6	23,6
Alto Paraguay	2.478	0,2	445	18,0	18,0
Caazapa	28.290	2,6	5.481	19,4	19,4
Boquerón	8.887	0,8	525	5,9	5,9

En cuanto a las fuentes de agua, tanto Caazapa como Boquerón son los departamentos que necesitan de más acciones para superar sus déficit conforme los datos del año 2002.

	1.098.005	100	578.639	52,7	52,7
--	------------------	------------	----------------	-------------	-------------

Fuente elaboración propia con datos de la publicación: "Paraguay - Resultados finales Censo Nacional de Población y Viviendas. Año 2002 Distrital"

Forma de Abastecimiento

En cuanto a la forma de abastecimiento estos dos departamentos ocupan también los dos últimos lugares por similares razones se encuentran también ubicados en los dos últimos lugares. Vale la pena destacar que Caazapa es eminentemente rural, con 5716 familias viviendo en área urbana y 22.574 viviendo en el área rural. De hecho este es un departamento con poco peso de población viviendo en él.

Las cifras para Boquerón parecen haberse determinado aleatoriamente entre área urbana y rural, pues son idénticas, de todas maneras este departamento es uno de los que tiene menor peso poblacional en el país y es uno de los que tiene al agua como prioridad número uno en cuanto a necesidad de servicios.

En cuanto al abastecimiento de agua, tanto Caazapa como Boquerón son los departamentos que necesitan de más acciones para superar sus déficit conforme los datos del año 2002.

Total país	Total	%	Cañería fuera de la vivienda pero dentro del terreno	%	Cañería dentro de la vivienda	%	63,5
Asunción	114.954	10	29.004	25,2	80.398	69,9	95,2
Central	293.880	27	91.849	31,3	154.108	52,4	83,7
Alto Parana	119.227	11	21.654	18,2	54.497	45,7	63,9
Cordillera	50.554	5	14.299	28,3	17.175	34,0	62,3
Misiones	23.074	2	5.849	25,3	8.474	36,7	62,1
Amambay	24.088	2	5.436	22,6	9.264	38,5	61,0
Alto Paraguay	2.478	0	940	37,9	372	15,0	52,9
Itapua	96.218	9	15.407	16,0	32.221	33,5	49,5
Ñeembucu	19.355	2	3.085	15,9	6.324	32,7	48,6
Concepción	34.418	3	8.433	24,5	7.988	23,2	47,7
Canindeyu	29.396	3	5.205	17,7	8.416	28,6	46,3
Paraguari	48.686	4	8.825	18,1	12.733	26,2	44,3
San Pedro	62.843	6	15.305	24,4	12.187	19,4	43,7
Caaguazú	86.296	8	15.365	17,8	21.456	24,9	42,7
Guaira	38.222	3	4.729	12,4	10.653	27,9	40,2
Presidente Hayes	17.139	2	3.032	17,7	3.648	21,3	39,0
Caazapa	28.290	3	2.552	9,0	5.170	18,3	27,3
Boquerón	8.887	1	399	4,5	975	11,0	15,5
	1.098.005	100	251.368	22,9	446.059	40,6	63,5

Fuente elaboración propia con datos de la publicación: "Paraguay - Resultados finales Censo Nacional de Población y Viviendas. Año 2002 Distrital"

Servicio sanitario							
Total país	Total	%	Red pública	%	Pozo ciego	%	
Asunción	114.954	100	76.493	66,5	32.632	28,4	94,9
11 Central	293.880	100	9.282	3,2	261.889	89,1	92,3
12 Ñeembucu	19.355	100	984	5,1	11.818	61,1	66,1
10 Alto Parana	119.227	100	3.598	3,0	72.172	60,5	63,6
8 Misiones	23.074	100	1.290	5,6	13.222	57,3	62,9
3 Cordillera	50.554	100	124	0,2	29.494	58,3	58,6
9 Paraguari	48.686	100	179	0,4	27.157	55,8	56,1
13 Amambay	24.088	100	1.898	7,9	11.395	47,3	55,2
15 Presidente Hayes	17.139	100	0	0,0	8.021	46,8	46,8
7 Itapua	96.218	100	5.399	5,6	35.874	37,3	42,9
16 Boquerón	8.887	100	0	0,0	3.741	42,1	42,1
4 Guaira	38.222	100	871	2,3	14.741	38,6	40,8
1 Concepción	34.418	100	2.157	6,3	9.265	26,9	33,2
5 Caaguazú	86.296	100	1.290	1,5	26.821	31,1	32,6
14 Canindeyu	29.396	100	0	0,0	8.823	30,0	30,0
17 Alto Paraguay	2.478	100	0	0,0	631	25,5	25,5
2 San Pedro	62.843	100	0	0,0	14.772	23,5	23,5
6 Caazapa	28.290	100	0	0,0	5.705	20,2	20,2
	1.098.005	100	103.565	9,4	588.173	53,6	

En el área rural de Caazapa el 88% de la población recurre a un hoyo o pozo para depositar sus heces. Parece urgente la necesidad de dar una mejor respuesta a esta problemática.

Diagnóstico de Tecnologías utilizadas para Agua y Saneamiento en el país

Se inicia el estudio revisando los resultados de la consultoría realizada con la intención de observar cuáles son los sistemas de agua y de saneamiento implementados para comunidades rurales e indígenas, de forma a disponer de una visión inicial del estado del arte, conforme el estudio que citamos.

A continuación presentamos los cuadros que sintetizan la información sobre el acceso al agua tanto por comunidades rurales como en el caso de las comunidades indígenas.

Sobre el tema del saneamiento acompañamos algunas imágenes de los sistemas citados como usuales.

Estado del Arte: DIAGNÓSTICO PREVIO SOBRE AGUA Y SANEAMIENTO EN EL PAÍS ALTERNATIVAS DE AGUA POTABLE en área rural

Programa Conjunto
"Fortaleciendo capacidades para la definición y aplicación de políticas de agua potable y saneamiento" Sistematización y análisis de modelos construidos y tecnologías utilizadas a nivel nacional en Agua y Saneamiento. 2010
Modelos convencionales y tecnologías utilizadas a nivel nacional en agua
Provisión de Agua Potable - Año 2010

FUENTE	SISTEMAS
1. Agua subterránea	1.1 Sistema centralizado (Pozo tubular profundo, tanque, red) 1.2 Sistema individual (pozos someros o profundos con extracción manual)
2. Agua de lluvia	2.1 Sistema centralizado (tajamar) 2.2 Sistema individual (aljibes)
3. Agua Superficial	3. Sistema centralizado

Modelos convencionales y tecnologías utilizadas a nivel nacional en saneamiento

Año 2010

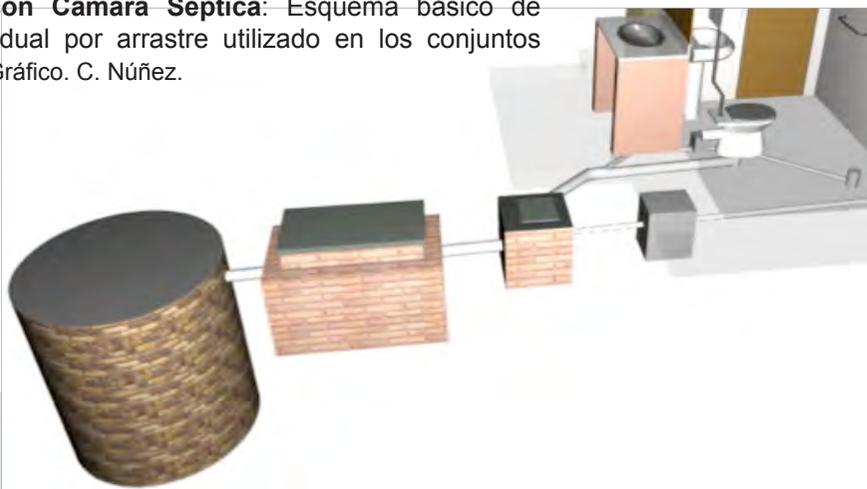


Letrina Abonera

Fuente: CONTROL, Consultoría y Servicios de Ingeniería. 2010

Letrina ventilada sobre placa sanitaria o piso y protegido por una caseta con un sencillo sistema de lavamanos en la Comunidad rural del departamento de Caaguazu, 2010. Foto E. GILL.

Sistema de Arrastre con Cámara Séptica: Esquema básico de la solución predial individual por arrastre utilizado en los conjuntos habitacionales urbanos. Gráfico. C. Núñez.



1.5 Estudios comparativos de diseño y costos en agua y saneamiento

CUADRO

Comparativo de soluciones de saneamiento con costo referencial en el área rural

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sistema	DEPÓSITO ELEMENTAL	DEPÓSITO MEJORADO	DEPÓSITO MEJORADO	DEPÓSITO MEJORADO	DEPÓSITO MEJORADO USO SECO	TRATAMIENTO SECO – BIOLÓGICO	POR ARRASTRE HIDRÁULICO	POR ARRASTRE HIDRÁULICO Y TRATAMIENTO	TRATAMIENTO SECO – FÍSICO
SECO / agua	USO SECO	USO SECO	USO SECO	USO SECO	USO SECO	USO SECO	USA AGUA	USa agua	USO SECO
Costos estimativos referenciales revista Mandua marzo Asunción, Py. 2012									
gs	1.462.611	1.561.061	1.662.139	2.230.533	2.584.674			5.835.045	4.278.078
U\$D	332,41	354,79	377,76	506,94	587,43			1.326,15	972,29
LCn/LC1	1,00	1,07	1,14	1,53	1,77			3,99	2,92

Sistema de Saneamiento

Funcionamiento de la Solución Tecnológica

Contexto Técnico:

Geográfico ambiental:

Socio-cultural y económico:

Concepto aplicado/ Colecta / Tratamiento / Utilización

Diseño-construcción y la eficiencia del sistema bajo las variables: cantidad / calidad, normas ERSSAN / continuidad.

Factores climáticos / vulnerabilidad de contaminación /características del suelo.

la participación de la comunidad / gestión y administración / capacidad de operadores y administradores / asistencia externa. Validación Social

COMPONENTE SISTEMA DE PROVISION DE AGUA

ALJIBE DE FIBRA DE VIDRIO, SEMIENTERRADO. 7.500 litros.

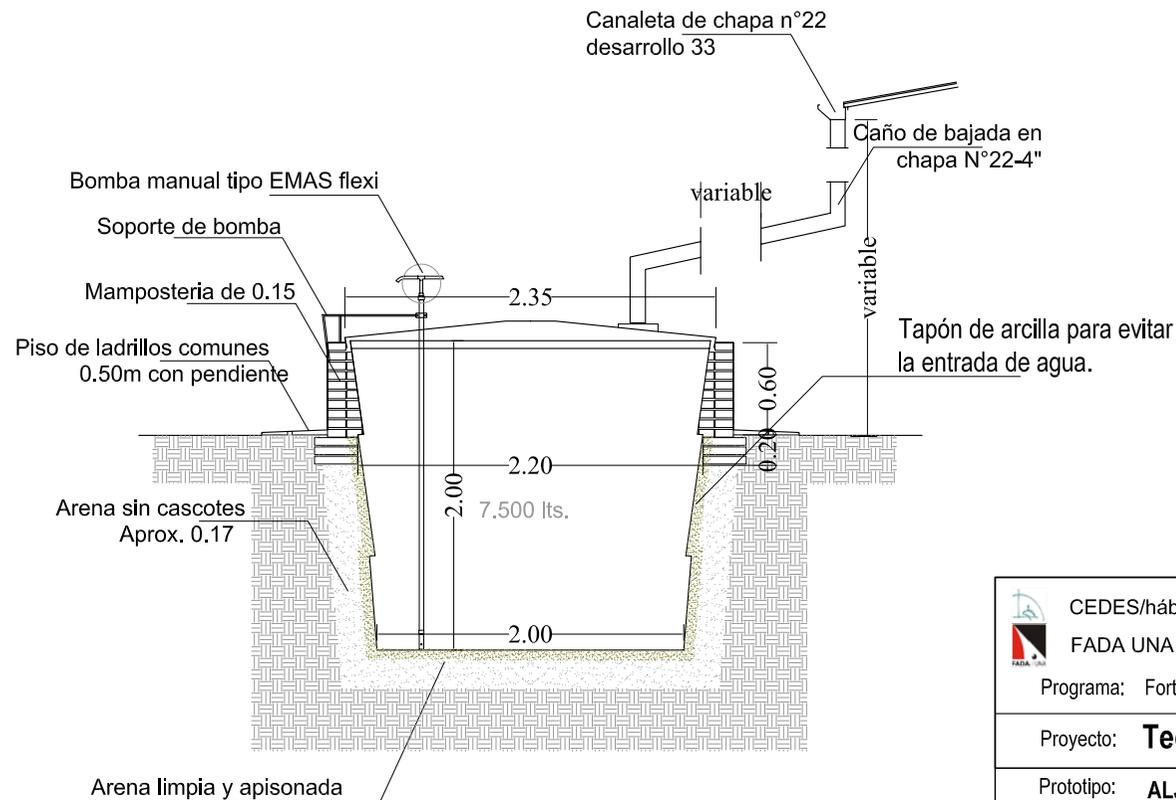
N°	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	PR. UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Excavación para aljibe	m3	8,80	32.000	281.600
2	Provisión y montaje de tanque de fibra de vidrio	ud	1,00	6.000.000	6.000.000
3	Pared perimetral de ladrillos de 0,30m	m2	1,40	111.366	155.912
4	Pared perimetral de ladrillos de 0,15m	m2	4,15	60.565	251.345
5	Piso de ladrillos perimetral (ancho=0,50m)	m2	4,50	45.000	202.500
6	Provisión y montaje de bomba manual Tipo EMAS (Incluye cañerías y accesorios)	ud	1,00	1.500.000	1.500.000

TOTAL

G\$. 8.391.357

1.907,13 US\$.

OBS.: Precios unitarios. Fuente: Revista Mandu'a. Marzo 2012.
1 US\$. = 4.400 G\$.



DETALLE DE ALJIBE 7.500 Lts.



Programa: Fortaleciendo capacidades para la definición y aplicación de políticas de agua y saneamiento.

Proyecto: **Tecnologías apropiadas para agua y saneamiento.**

Prototipo: **ALJIBE 7.500Lts.** Sistema colector de aguas pluviales.

Lámina

Corte esquemático y planilla.

3

COMPONENTE SISTEMA DE PROVISION DE AGUA

ALJIBE DE MAMPOSTERIA, ENTERRADO. 10.00 litros.

N°	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	PR. UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Excavación para aljibe	m3	19,15	32.000	612.800
2	Arena lavada apisonada para base (opcional)	m3	2,06	60.000	123.600
3	Base de piso de ladrillos 1:3 (h=variable)	m2	11,10	45.000	499.500
4	Base revestido impermeable	m2	6,90	25.316	174.680
5	Pared, cúpula y terminacion de ladrillos de 0,15m	m2	37,60	60.565	2.277.244
6	Revoque interior impermeable	m2	35,00	25.316	886.060
7	Piso de ladrillos perimetral (ancho=0,50m)	m2	1,05	45.000	47.250
8	Registro 0,50 x 0,50 x 0,60	ud	2,00	261.107	522.214
9	Provisión y montaje de bomba manual Tipo EMAS (Incluye cañerías y accesorios)	ud	1,00	1.500.000	1.500.000

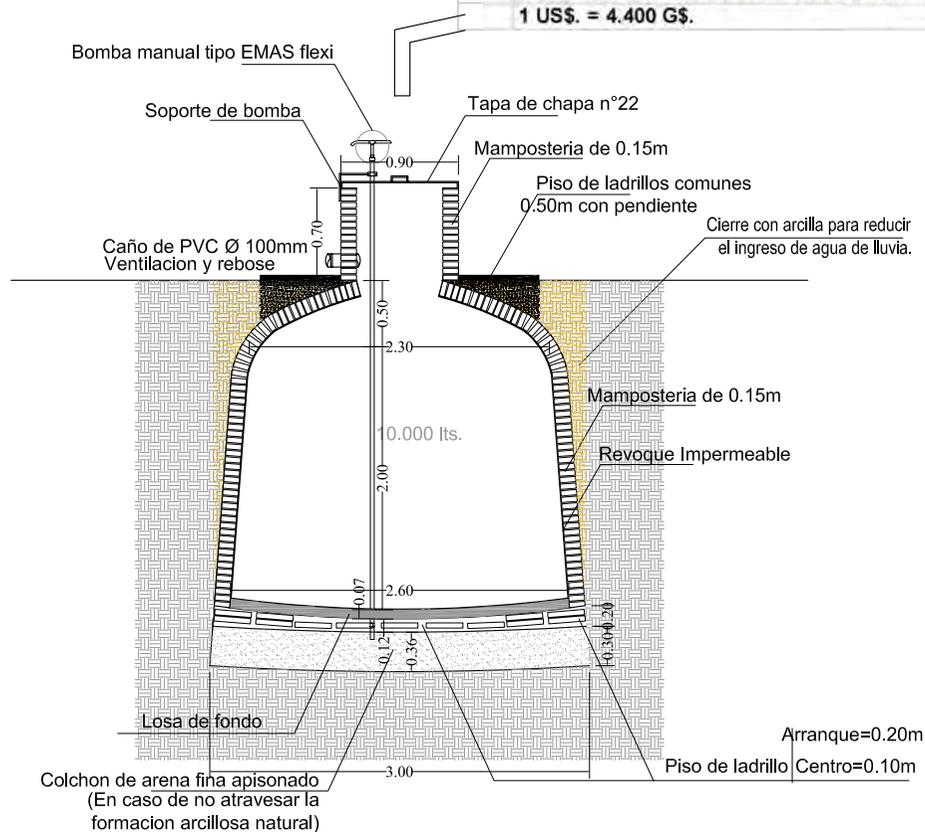
TOTAL

G\$. 6.643.348

1509,85 US\$.

OBS.: Precios unitarios. Fuente: Revista Mandu'a. Marzo 2012.

1 US\$. = 4.400 G\$.



DETALLE DE ALJIBE 10.000 Lts.



CEDES/habitat
FADA UNA



Programa: Fortaleciendo capacidades para la definición y aplicación de políticas de agua y saneamiento.

Proyecto: **Tecnologías apropiadas para agua y saneamiento.**

Prototipo: **ALJIBE 10.000Lts.** Sistema colector de aguas pluviales.

Corte esquemático y planilla.

Lámina

1

COMPONENTE SISTEMA DE PROVISION DE AGUA

ALJIBE DE MAMPOSTERIA, ENTERRADO, 20.000 litros.

Nº	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	PR. UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Excavación para aljibe	m3	34,40	32.000	1.100.800
2	Arena lavada apisonada para base (opcional)	m3	3,33	60.000	199.800
3	Base de piso de ladrillos 1:3 (h=variable)	m2	11,10	45.000	499.500
4	Base revestido impermeable	m2	9,08	25.316	229.869
5	Pared, cúpula y terminacion de ladrillos de 0,15m	m2	51,85	60.565	3.140.295
6	Revoque interior impermeable	m2	49,32	25.316	1.248.585
7	Piso de ladrillos perimetral (ancho=0,50m)	m2	1,05	45.000	47.250
8	Registro 0,50 x 0,50 x 0,60	ud	2,00	261.107	522.214
9	Provisión y montaje de bomba manual Tipo EMAS (Incluye cañerías y accesorios)	ud	1,00	1.500.000	1.500.000

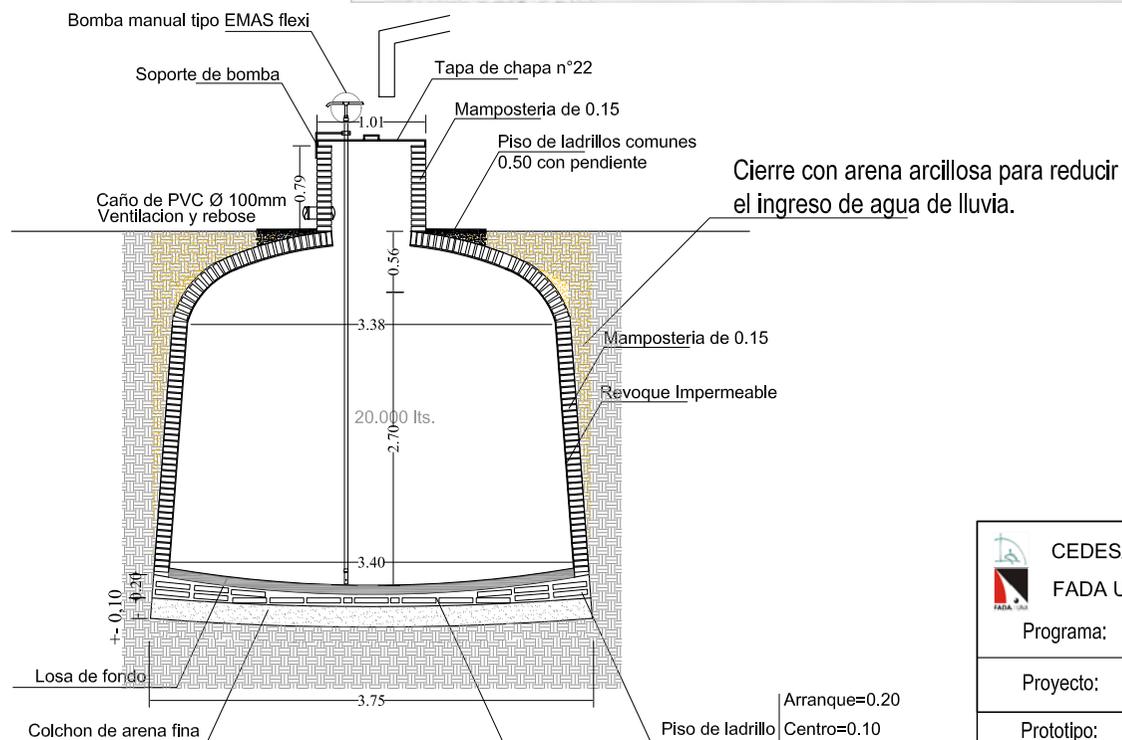
TOTAL

G\$. 8.488.314

1.929,16 US\$.

OBS.: Precios unitarios. Fuente: Revista Mandu'a. Marzo 2012.

1 US\$. = 4.400 G\$.



DETALLE DE ALJIBE 20.000 Lts.



CEDES/habitat
FADA UNA



Programa: Fortaleciendo capacidades para la definición y aplicación de políticas de agua y saneamiento.

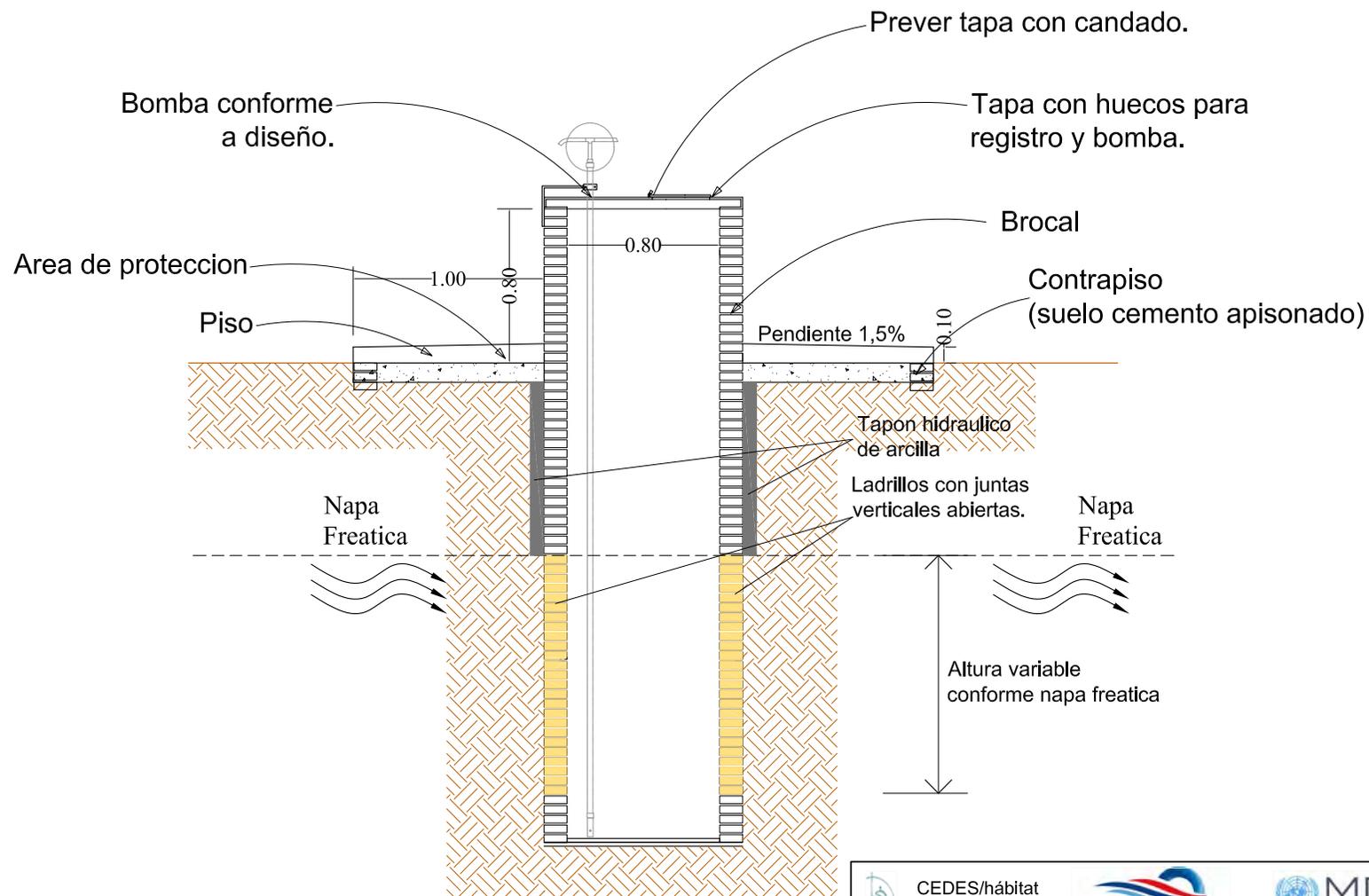
Proyecto: **Tecnologías apropiadas para agua y saneamiento.**

Prototipo: **ALJIBE 20.000Lts.** Sistema colector de aguas pluviales.

Corte esquemático y planilla.

Lámina

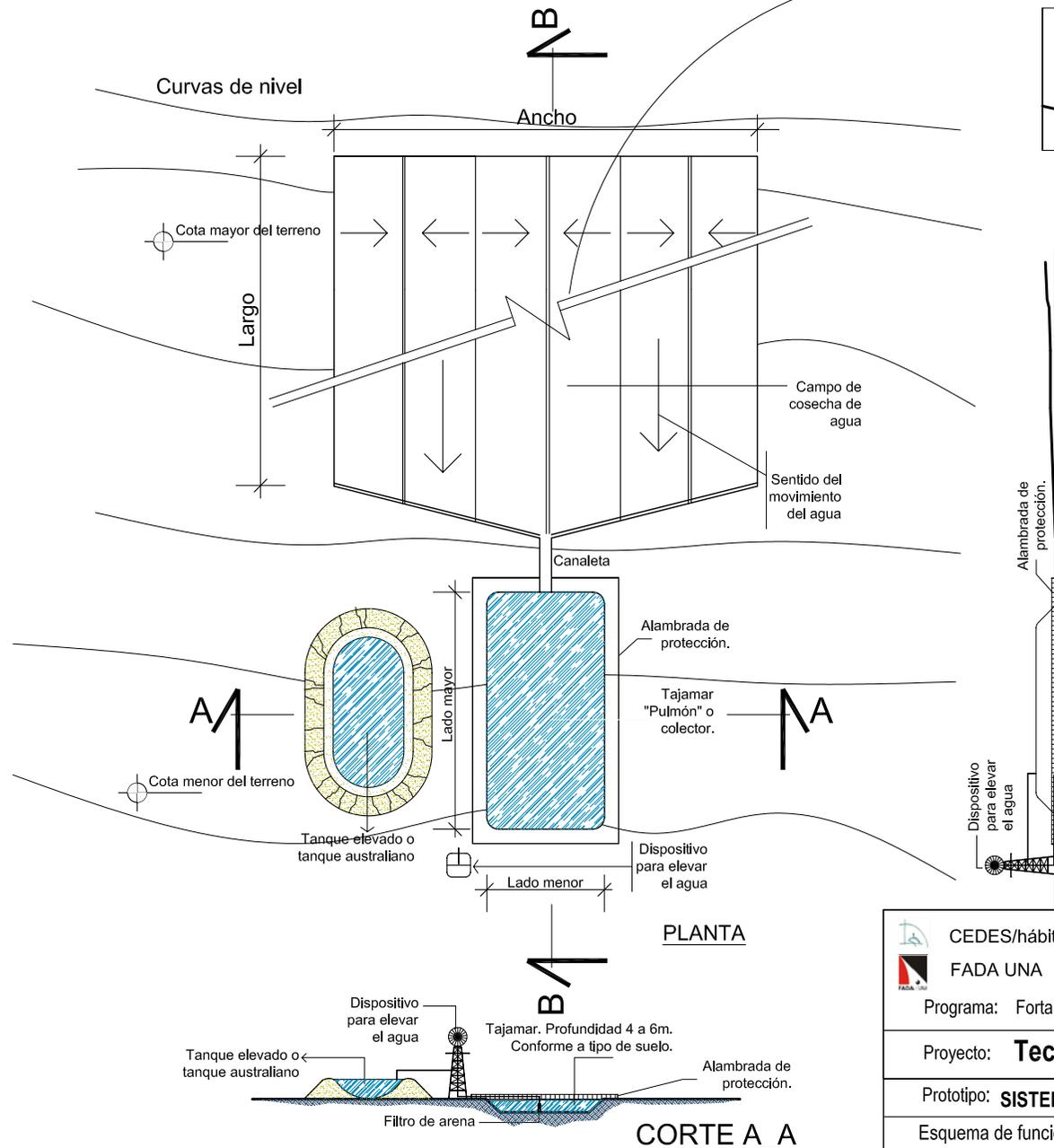
2



 CEDES/habitat FADA UNA	 Gobernabilidad en Agua y Saneamiento	 MDGIF FONDO PARA EL LOGRO DE LOS ODM	 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL PARAGUAY
Programa: Fortaleciendo capacidades para la definición y aplicación de políticas de agua y saneamiento.			
Proyecto: Tecnologías apropiadas para agua y saneamiento.			
Prototipo: Pozo somero			Lámina
Corte esquemático.			4

SISTEMA DE "COSECHA" DE AGUA

Esquema de funcionamiento y componentes.



OBSERVACIÓN:

En algunos casos se dispone de partes del esquema propuesto como conjunto y pueden ser "desarrollados" por etapas.

ETAPAS:

Admite además algunas variantes conforme el tipo de suelo que se dispone:

Variante 1

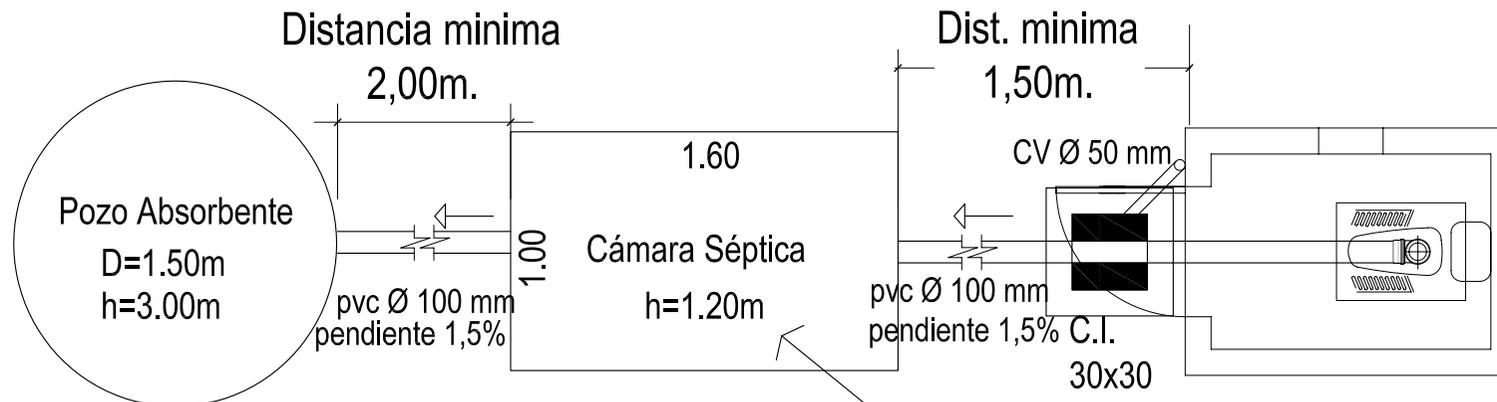
Mejorando el suelo:

- 1- Selección de suelos.
- 2- Compactación.

Variante 2

Membrana

Programa: Fortaleciendo capacidades para la definición y aplicación de políticas de agua y saneamiento.				
Proyecto: Tecnologías apropiadas para agua y saneamiento.				
Prototipo: SISTEMA DE COSECHA DE AGUA.				Lámina 5
Esquema de funcionamiento y componentes.				
Planta y cortes esquemáticos.				
				ESCALA: Gráfica



Planta de Desague Cloacal
Esc.: 1/25

SANITARIO CON ARRASTRE DE AGUA. Mampostería.

Nº	DENOMINACION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNITARIO	PR. TOTAL
1	Replanteo y marcacion	m2.	1,52	35.000	53.200
2	Excavación para cimientos	m3.	1,24	32.000	39.680
3	Relleno compactado	m3.	0,18	89.500	16.110
4	Cimiento de piedra bruta colocada	m3.	0,68	267.915	182.182
5	Mampostería de nivelacion comun de 0.30.	m2.	1,25	111.366	139.208
6	Aislacion horizontal de muros	ml.	4,40	11.726	51.594
7	Refuerzo envarillado muro	ml.	10,00	15.559	155.590
8	Mampostería de elevación comun de 0.15	m2.	12,50	60.565	757.063
9	Taza turca. Artefacto loza sanitaria	un.	1,00	248.500	248.500
10	Ravoque sanitario interior de cabina	m2.	6,60	15.904	104.966
11	Contrapiso hormigon de cascotes	m2.	1,17	25.931	30.339
12	Piso alisado de cemento	m2.	1,17	32.206	37.681
13	Techo. Chapa ondulada con estructura H"A"	m2.	2,40	92.650	222.360
14	Abertura, ventilacion convoco	un.	1,00	25.000	25.000
15	Abertura Puerta metálica	m2.	1,08	299.318	323.263
16	Alimentación agua corriente. PVC Ø 1/2"	ml.	10,00	9.540	95.400
17	Instalacion agua corriente interna PVC Ø 1/2"	ml.	2,50	9.540	23.850
18	Llave de paso Ø 1/2"	un.	1,00	35.640	35.640
19	Cisterna plastica. Conexión, bajada, enchufe	un.	1,00	60.000	60.000
20	Tubo de ventilacion PVC Ø 50mm.	ml.	2,50	18.344	45.860
21	Desague cloacal. PVC Ø 100 mm.	ml.	4,50	29.615	133.268
22	Registro cloacal 30 X 30 cm.	ml.	1,00	146.018	146.018
23	Cámara séptica (1,00 X 1,60 X 1,20m.)	un.	1,00	1.084.252	1.084.252
24	Pozo absonente(Ø 1,50 X 3,00 m.)	un.	1,00	1.624.874	1.624.874
25	Tratamiento mampostería exterior. Silicona	m2.	12,50	12.032	150.400
26	Pintura de aberturas metalicas	m2.	2,16	22.568	48.747

TOTAL: GS. 5.835.045

OBS.: Precios unitarios. Fuente: Revista Mandu'a. Marzo 2012.
1 US\$. = 4.400 GS.

1199
1226,12

OBSERVACION:

Los sanitarios de arrastre de agua son muy valorados por los usuarios, pues el "problema desaparece" contra el uso de una cierta cantidad de agua. La cámara séptica es una forma de tratamiento primario que debiera ser mantenida, es decir los "barros" debieran ser extraidos a los dos años de uso, operación que por lo general no se realiza, por lo que el tratamiento con el tiempo, en un alto porcentaje, deja de realizarse.

Para reducir el consumo de agua:

Existen versiones de cisternas que consumen menos agua o bien puede reducirse el volumen de la cisterna con objetos.

CEDES/hábitat
FADA UNA
Programa: Fortaleciendo capacidades para la definición y aplicación de políticas de agua y saneamiento.

Gobernabilidad en Agua y Saneamiento
FONDO PARA EL LOGRO DE LOS ODM

MDG: F
PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL PARAGUAY

Proyecto: **Tecnologías apropiadas para agua y saneamiento.**

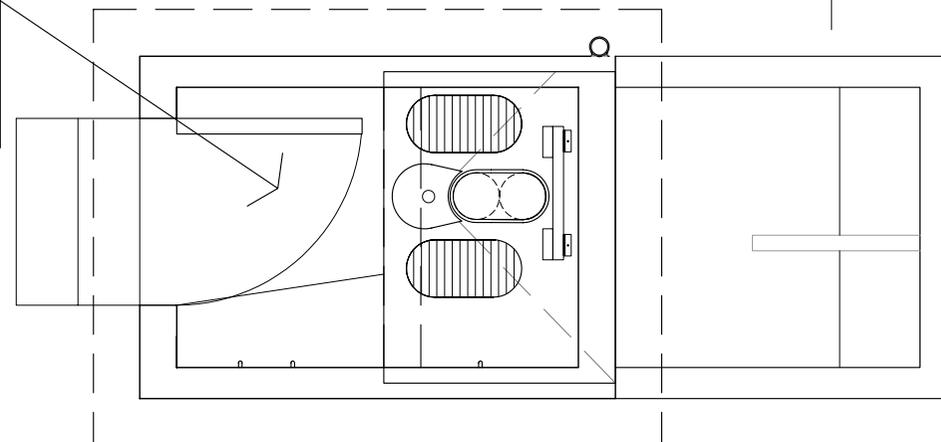
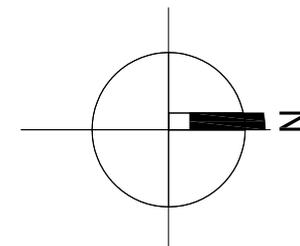
Prototipo: **SANITARIO**

Arrastre de agua

Planila. Planta de desague cloacal

AA-1
ESCALA: 1/25

El sanitario seco solar es un sistema que permite transformar las heces en materia tratada con eliminación de patógenos, gracias a las temperaturas que se alcanza en la cámara de deshidratación. El sistema va provisto de una tapa para olores en la cabina, la que se coloca cuando no se usa, lo que evita olores permanentes. El usuario percibe los olores de la cámara de deshidratación, al levantar la tapa de la cabina. En el sistema seco compostero se agrega viruta o bien arena con ceniza, pero en el caso del sistema solar, si la tapa de la placa sanitaria esta colocada, no se perciben olores por lo general.



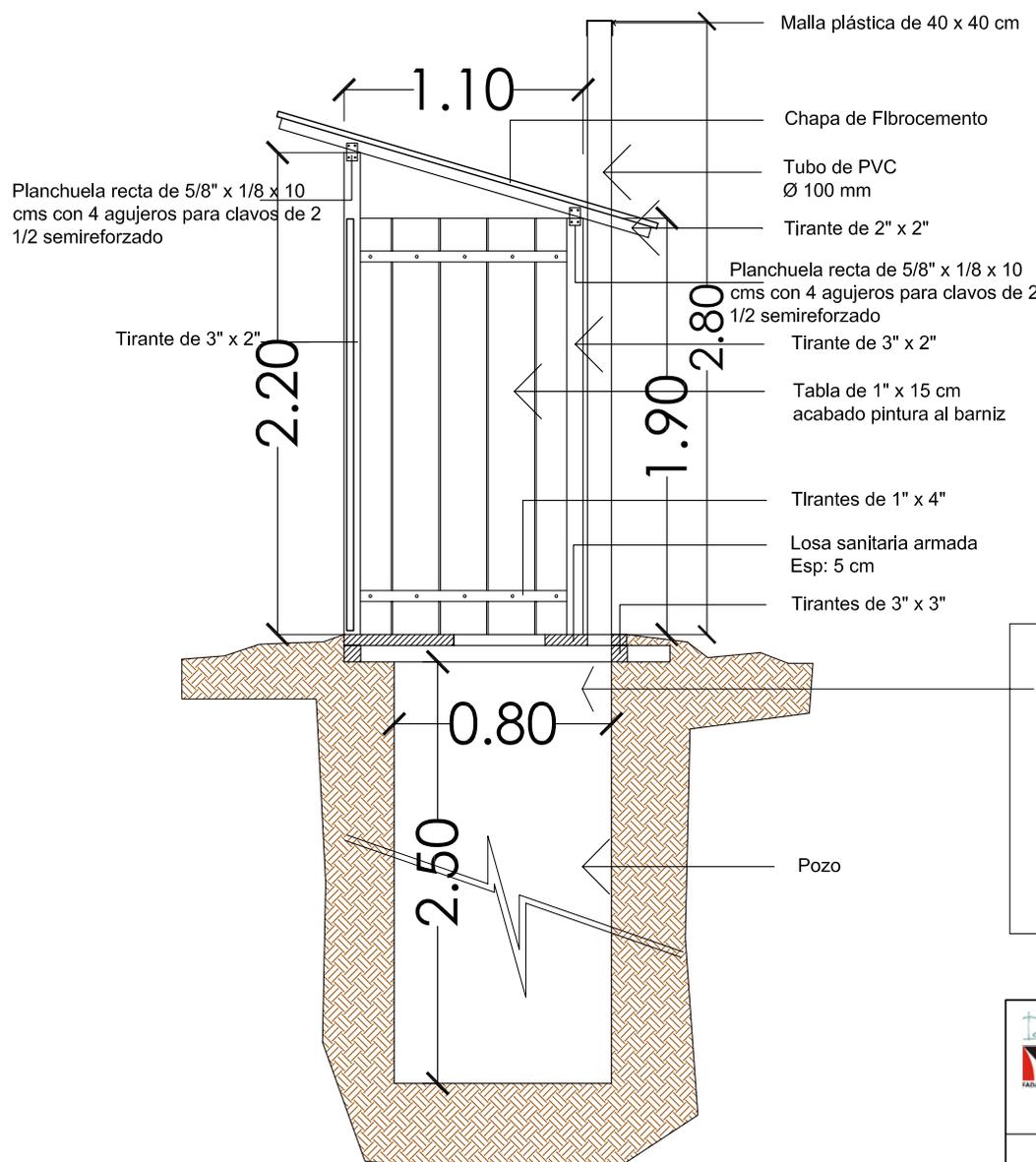
PLANTA
Esc.: 1/25

SANTUARIO SECO, Mampostería					
N°	DENOMINACION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNITARIO	PR. TOTAL
1	Replanteo y marcacion	m2.	3,36	35.000	117.600
2	Excavación para cimientos	m3.	1,40	32.000	44.800
3	Relleno compactado	m3.	0,65	89.500	58.175
4	Cimiento de piedra bruta colocada	m3.	1,20	267.915	321.498
5	Mampostería de nivelacion comun de 0.30.	m2.	2,54	111.366	282.870
6	Aislacion horizontal de muros	ml.	8,45	11.726	99.085
7	Refuerzo envarillado muro	ml.	2,40	15.559	37.342
8	Mampostería de elevación comun de 0.15	m2.	16,50	60.665	999.323
9	Placa sanitaria de H"A" c/ separador de orina	un.	1,00	250.000	250.000
10	Escalones	ml.	2,40	60.000	144.000
11	Revoque sanitario interior de cabina	m2.	3,16	15.904	50.257
12	Revoque impermeable interior camara. 2 capas.	m2.	4,10	25.316	103.796
13	Contrapiso hormigon de cascotes	m2.	2,66	25.931	68.976
14	Piso alisado de cemento	m2.	0,54	32.206	17.391
15	Tabique separador camara sashidratacion	un.	1,00	55.000	55.000
16	Techo. Chapa ondulada con estructura H"A"	m2.	2,60	92.650	240.890
17	Abertura, ventilacion conuvo	un.	2,00	25.000	50.000
18	Abertura Puerta metálica	m2.	1,08	299.318	323.263
19	Abertura. Tapa metálica camara	m2.	1,25	299.318	374.148
20	Tubo de ventilacion PVC Ø 50mm.	ml.	3,00	18.344	55.032
21	Desague de orina. PVC Ø 50 mm.	ml.	6,00	18.344	110.064
22	Desague de orina. Zanja de drenaje	ml.	5,00	15.000	75.000
23	Ganchos metalicos	un.	3,00	8.500	25.500
24	Asiento tapa PVC con estructura de madera	un.	1,00	80.000	80.000
25	Tratamiento mamposteria exterior. Silicona	m2.	15,70	12.032	188.902
26	Pintura de aberturas metalicas	m2.	4,66	22.568	105.167
TOTAL				G\$. 4.278.078	

OBS.: Precios unitarios. Fuente: Revista Mandu'a. Marzo 2012.

1 US\$. = 4.400 G\$.	US\$ 972,29
----------------------	-----------------------

	CEDES/hábitat		FADA UNA		Gobernabilidad en Agua y Saneamiento		FONDO PARA EL LOGRO DE LOS ODM		PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE PARAGUAY
Programa: Fortaleciendo capacidades para la definición y aplicación de políticas de agua y saneamiento.									
Proyecto: Tecnologías apropiadas para agua y saneamiento.									
Prototipo: SANTUARIO SECO SOLAR. Variante OPS									
Normativa de El Salvador									
Planta, Planilla									
									M -1
									ESCALA: 1/25



CORTE A - A 1/25

LETRINA CONVENCIONAL

N°	DENOMINACION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNITARIO	PR. TOTAL
1	Replanteo y marcacion	m2.	1,20	35.000	42.000
2	Excavación	m3.	1,30	32.000	41.600
3	Maderamen para asiento placa sanitaria	pg.	54,00	2.350	126.900
4	Placa sanitaria de H°A°	m3.	0,06	1.348.711	80.923
5	Maderamen estructura de cabina	pg.	63,60	2.350	149.460
6	Paneles de madera cerramiento cabina	m2.	5,90	55.000	324.500
7	Puerta de cabina	un.	1,00	248.340	248.340
8	Techo de fibrocemento	m2.	2,40	89.100	213.840
9	Tubo de ventilacion. PVC Ø 100 mm.	ml.	2,50	29.615	74.038
10	Barnizado de maderamen	m2.	11,80	13.645	161.011

TOTAL G\$. 1.462.611

OBS.: Precios unitarios. Fuente: Revista Mandu'a. Marzo 2012.

1 US\$. = 4.400 G\$.

US\$ 332,41

Este sistema adolece de los siguientes problemas de diseño: Ingreso de agua de lluvia, lo que además ocasiona riesgo de derrumbe, dimensiones de cabina no adecuadas uso, la no separación de orina incrementa olores. Las heces además contaminan el suelo y el agua a nivel freático.

Programa: Fortaleciendo capacidades para la definición y aplicación de políticas de agua y saneamiento.

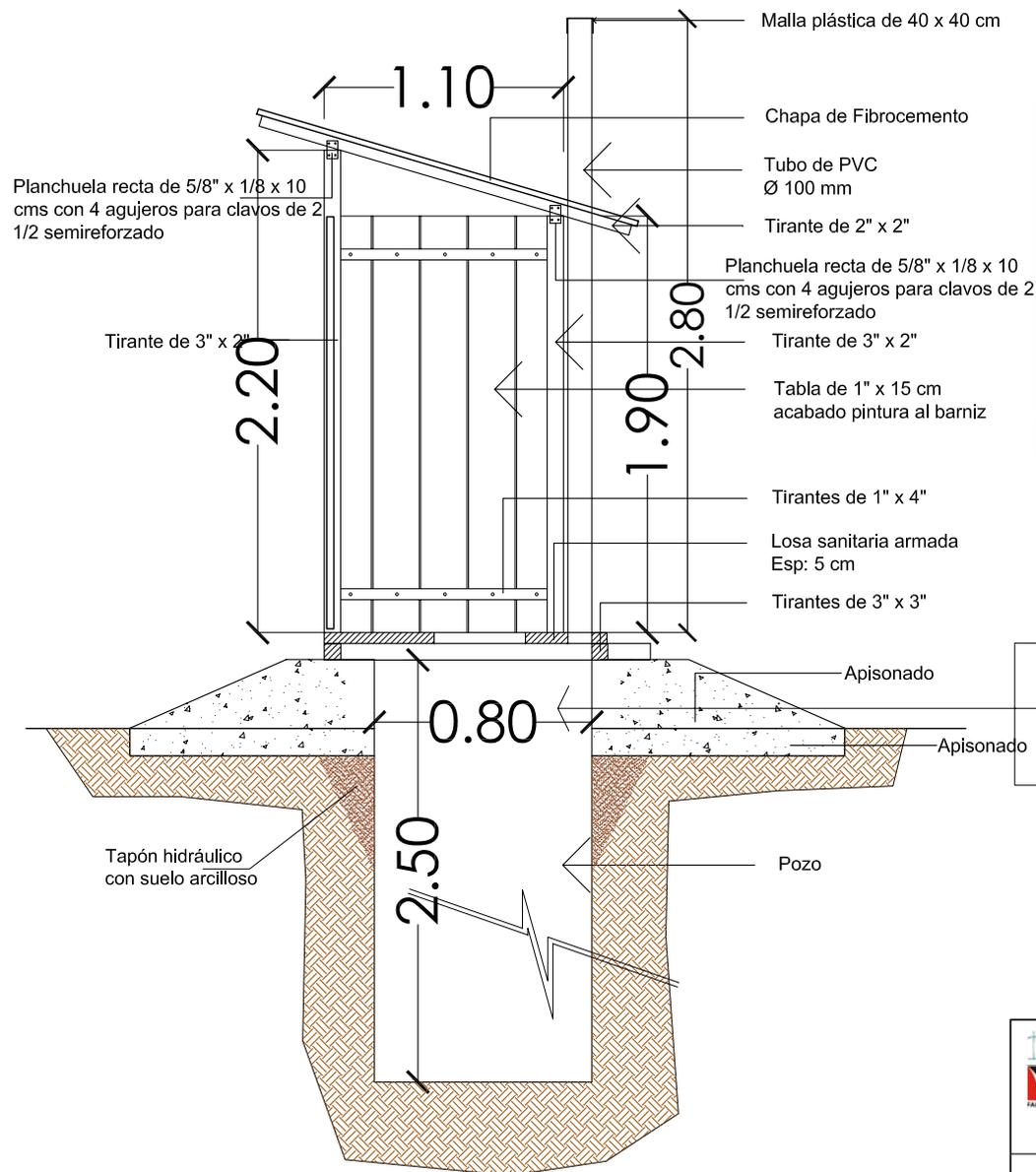
Proyecto: **Tecnologías apropiadas para agua y saneamiento.**

Prototipo: **LETRINA COMUN** Tecnología convencional

Corte y planilla.

LC 1

ESCALA: 1/25



CORTE A - A 1 /25

LETRINA. Evolucion 1

N°	DENOMINACION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNITARIO	PR. TOTAL
1	Replanteo y marcacion	m2.	1,20	35.000	42.000
2	Excavación	m3.	1,30	32.000	41.600
3	Maderamen para asiento placa sanitaria	pg.	54,00	2.350	126.900
4	Placa sanitaria de H°A°	m3.	0,06	1.348.711	80.923
5	Maderamen estructura de cabina	pg.	63,60	2.350	149.460
6	Paneles de madera cerramiento cabina	m2.	5,90	55.000	324.500
7	Puerta de cabina	un.	1,00	248.340	248.340
8	Techo de fibrocemento	m2.	2,40	89.100	213.840
9	Tubo de ventilacion. FVC Ø 100 mm.	ml.	2,50	29.615	74.038
10	Barnizado de maderamen	m2.	11,80	13.645	161.011
11	Relleno compactado	m3.	1,10	89.500	98.450

TOTAL G\$. 1.561.061

OBS.: Precios unitarios. Fuente: Revista Mandu'a. Marzo 2012.
1 US\$. = 4.400 G\$.

US\$ 354,79

Este sistema ha sido mejorado en lo relativo a la entrada de agua de lluvia a la fosa y el riesgo de derrumbe disminuye.



CEDES/habitat
FADA UNA



Programa: Fortaleciendo capacidades para la definición y aplicación de políticas de agua y saneamiento.

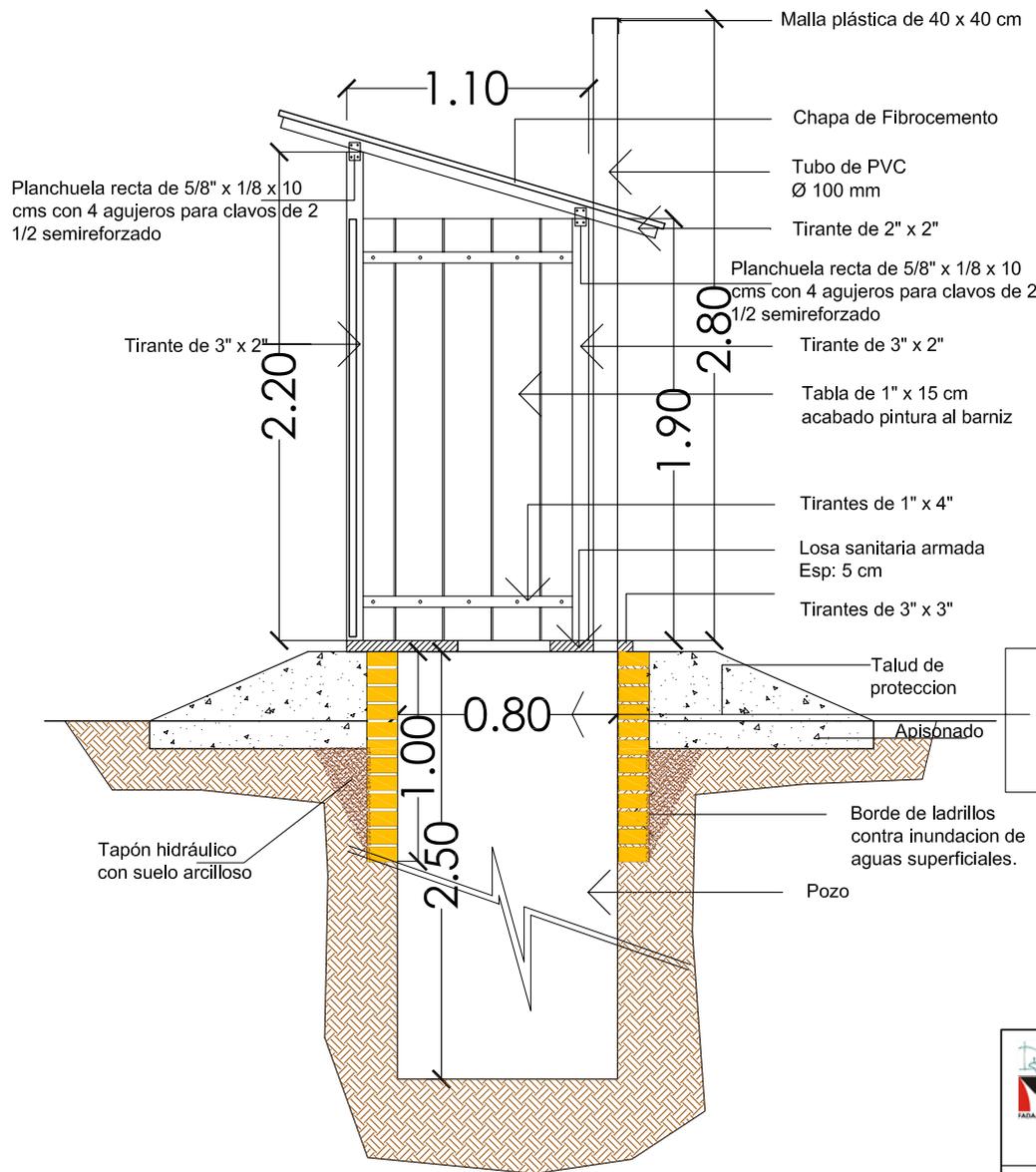
Proyecto: **Tecnologías apropiadas para agua y saneamiento.**

Prototipo: **LETRINA COMUN + TALUD** Tecnología convencional

Corte y planilla.

ESCALA: 1/25

LC 2



CORTE A - A 1/25

LETRINA. Evolucion 2

N°	DENOMINACION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNITARIO	PR. TOTAL
1	Replanteo y marcacion	m2.	1,20	35.000	42.000
2	Excavación	m3.	1,80	32.000	57.600
3	Maderamen para asiento placa sanitaria	pg.	0,00	2.350	-
4	Placa sanitaria de H ² A ²	m3.	0,06	1.348.711	80.923
5	Maderamen estructura de cabina	pg.	63,60	2.350	149.460
6	Paneles de madera cerramiento cabina	m2.	5,90	55.000	324.500
7	Puerta de cabina	un.	1,00	248.340	248.340
8	Techo de fibrocemento	m2.	2,40	89.100	213.840
9	Tubo de ventilacion. PVC Ø 100 mm.	ml.	2,50	29.615	74.038
10	Barnizado de maderamen	m2.	11,80	13.645	161.011
11	Relleno compactado	m3.	1,10	89.500	98.450
12	Mamposteria comun de 0.15. Brocal	m2.	3,50	60.565	211.978

TOTAL G\$. 1.662.139

OBS.: Precios unitarios. Fuente: Revista Mandu'a. Marzo 2012.
1 US\$. = 4.400 G\$.

US\$ 377,76

Este sistema por medio del brocal evita derrumbes y por medio del talud evita entrada de agua de lluvia

Programa: Fortaleciendo capacidades para la definición y aplicación de políticas de agua y saneamiento.

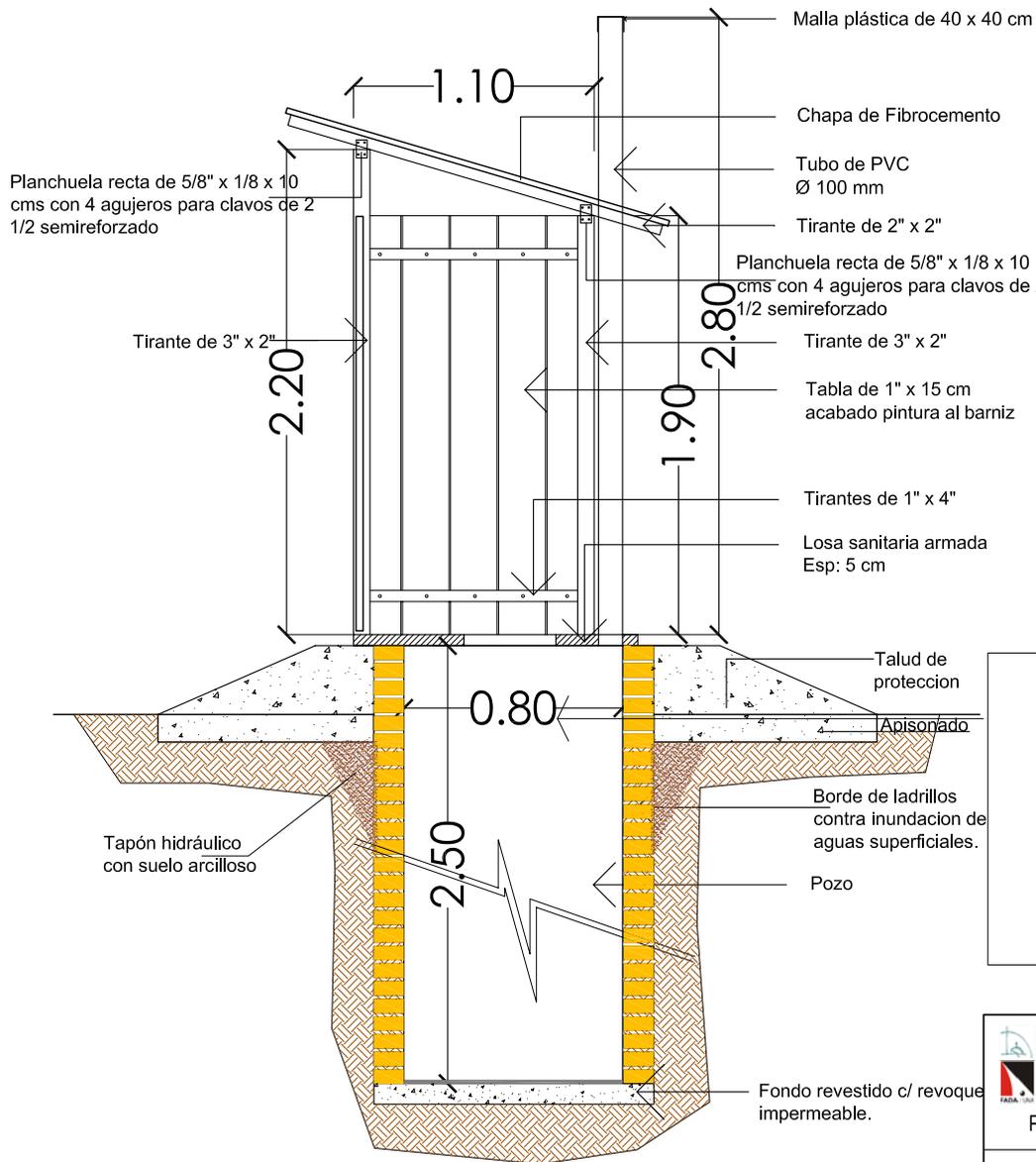
Proyecto: **Tecnologías apropiadas para agua y saneamiento.**

Prototipo: **LETRINA COMUN + TALUD + BROCAL DE LADRILLOS** Tecnología convencional

Corte y planilla.

ESCALA: 1/25

LC 3



CORTE A - A 1 / 25

LETRINA. Evolucion 3

N°	DENOMINACION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNITARIO	PR. TOTAL
1	Replanteo y marcacion	m2.	1,20	35,000	42,000
2	Excavación	m3.	2,50	32,000	80,000
3	Maderamen para asiento placa sanitaria	pg.	0,00	2,350	-
4	Placa sanitaria de H ² A°	m3.	0,06	1.348,711	80,923
5	Maderamen estructura de cabina	pg.	63,60	2,350	149,460
6	Paneles de madera cerramiento cabina	m2.	5,90	55,000	324,500
7	Puerta de cabina	un.	1,00	248,340	248,340
8	Techo de fibrocemento	m2.	2,40	89,100	213,840
9	Tubo de ventilacion. PVC Ø 100 mm.	ml.	2,50	29,615	74,038
10	Barnizado de maderamen	m2.	11,80	13,645	161,011
11	Relleno compactado	m3.	1,10	89,500	98,450
12	Mamposteria comun de 0.15.	m2.	8,70	60,565	526,916
13	Base hormigon. Fondo de fosa	m3.	0,10	926,911	92,691
14	Revoque interior impermeable	m2.	8,70	15,904	138,365

TOTAL

G\$. 2.230.533

OBS.: Precios unitarios. Fuente: Revista Mandu'a. Marzo 2012.
1 US\$. = 4.400 G\$.

US\$
506,94

Este sistema ha sido mejorado por medio del brocal que ahora conjuntamente con el fondo crea una camara aislada para las heces, las que deben ser extraídas con tanques a presión (atmosféricos). El sistema cuenta con un talud perimetral de suelo apisonado que evita el ingreso de aguas de lluvia.



CEDES/habitat
FADA UNA



Programa: Fortaleciendo capacidades para la definición y aplicación de políticas de agua y saneamiento.

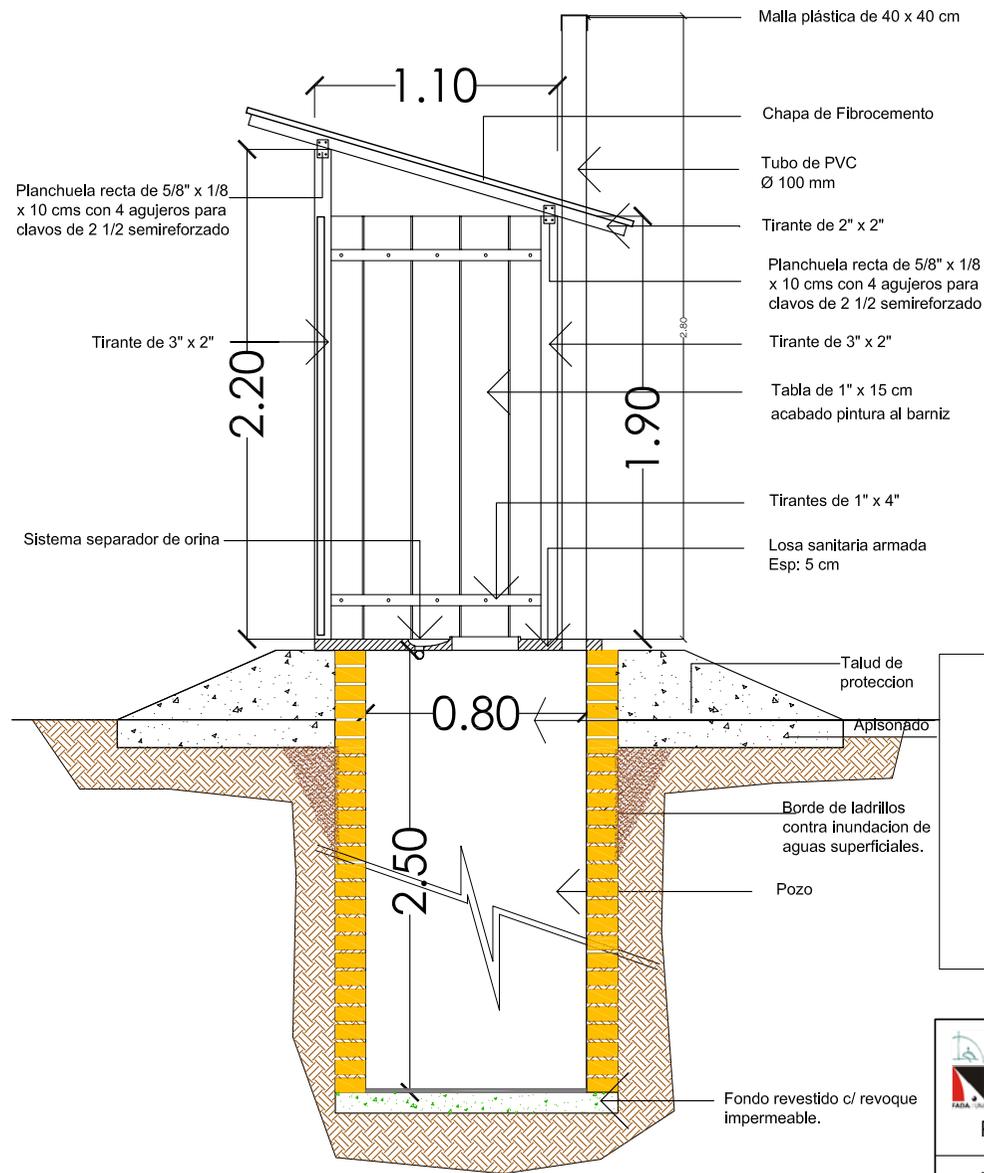
Proyecto: **Tecnologías apropiadas para agua y saneamiento.**

Prototipo: LETRINA COMUN + TALUD + BROCAL DE LADRILLOS + FONDO IMPERMEABILIZADO Tecnología convencional

Corte y planilla.

LC 4

ESCALA: 1/25



CORTE A - A 1/25

LETRINA. Evolucion 4					
N°	DENOMINACION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNITARIO	PR. TOTAL
1	Replanteo y marcacion	m2.	1,20	35.000	42.000
2	Excavación	m3.	2,50	32.000	80.000
3	Maderamen para asiento placa sanitaria	pg.	0,00	2.350	-
4	Placa sanitaria de H ² A° c/ separador de orina	un.	1,00	250.000	250.000
5	Maderamen estructura de cabina	pg.	63,60	2.350	149.480
6	Paneles de madera cerramiento cabina	m2.	5,90	55.000	324.500
7	Puerta de cabina	un.	1,00	248.340	248.340
8	Techo de fibrocemento	m2.	2,40	89.100	213.840
9	Tubo de ventilacion. PVC Ø 100 mm.	ml.	2,50	29.615	74.038
10	Barnizado de maderamen	m2.	11,80	13.645	161.011
11	Relleno compactado	m3.	1,10	89.500	98.450
12	Mamosteria comun de 0.15.	m2.	8,70	60.565	526.916
13	Base hormigon. Fondo de fosa	m3.	0,10	926.911	92.691
14	Revoque interior impermeable	m2.	8,70	15.904	138.365
15	Desague de orina. PVC Ø 50 mm.	ml.	6,00	18.344	110.064
16	Desague de orina. Zanja de drenaje	ml.	5,00	15.000	75.000
TOTAL				G\$. 2.584.674	

OBS.: Precios unitarios. Fuente: Revista Mandu'a. Marzo 2012.

1 US\$. = 4.400 G\$.

US\$ 587,43

El mayor nivel de mejoramiento equivale a recurrir a una losa sanitaria que permita la separación de orina, con miras a reducir olores. Como en los demás casos el sistema cuenta con cámara aislada, brocal y talud de protección contra la entrada del agua de lluvia.

Programa: Fortaleciendo capacidades para la definición y aplicación de políticas de agua y saneamiento.

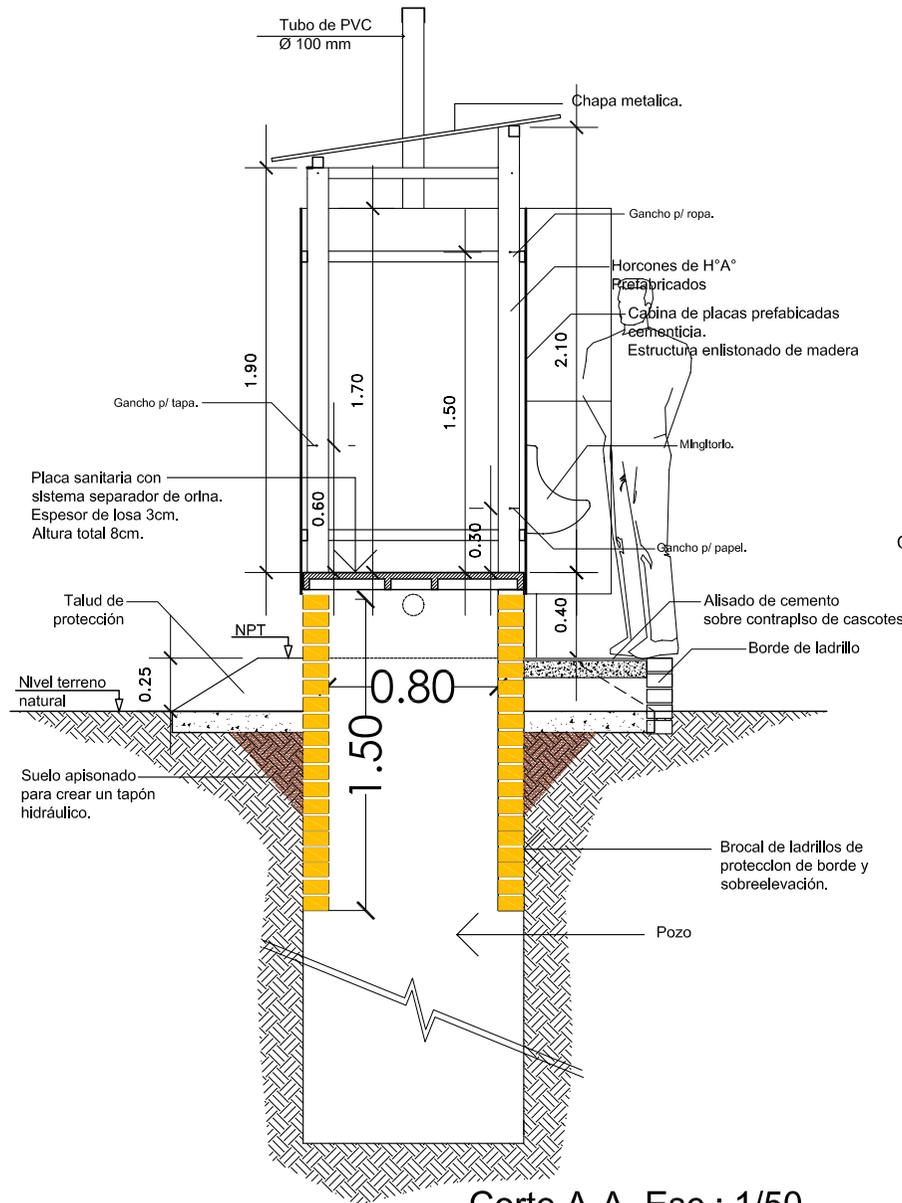
Proyecto: **Tecnologías apropiadas para agua y saneamiento.**

Prototipo: LETRINA COMUN + TALUD + BROCAL DE LADRILLOS + FONDO IMPERMEABILIZADO + ASIENTO CON SEPARADOR DE ORINA Tecnología convencional

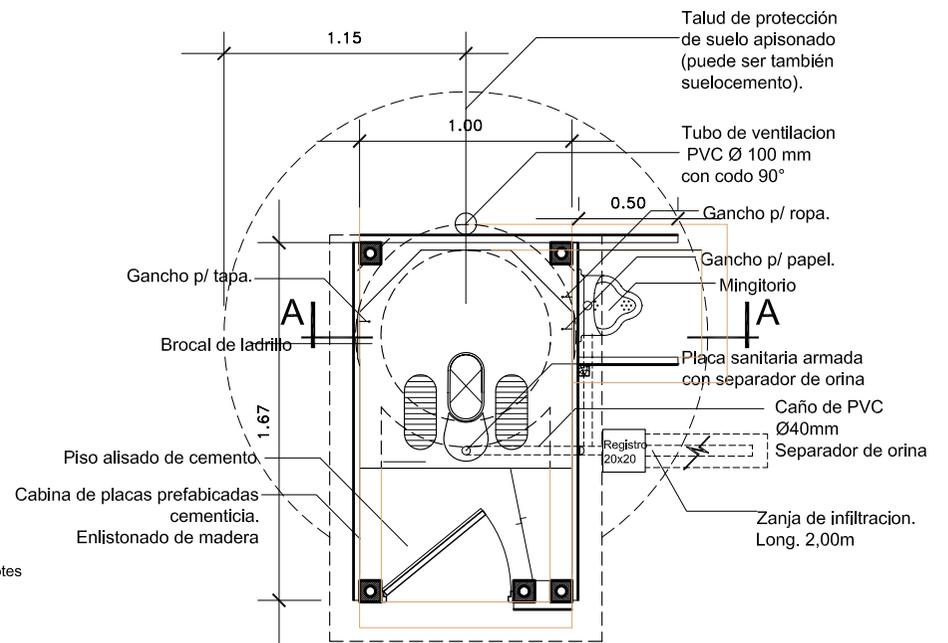
Corte y planilla.

ESCALA: 1/25

LC 5



Corte A-A_Esc.: 1/50



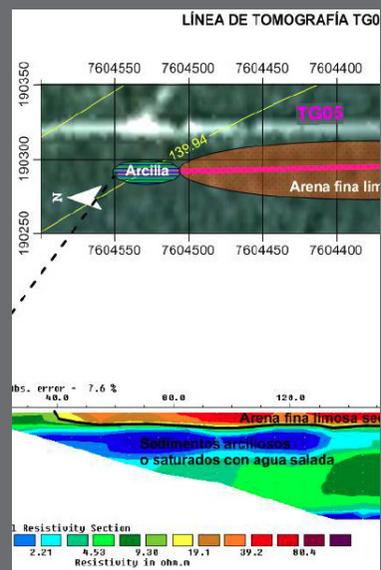
Planta_Esc.: 1/50

Observación: la letrina mejorada que será construida para ser trasladada en aquellos casos donde se requiera reducir costos, tendrá brocal de 1 a 1,5 m de profundidad. Cuando se desee extraer barros con sistema atmosférico, se puede pensar en un pozo totalmente recubierto tanto lateralmente como en el fondo.

LETRINA MEJORADA.

	<p>CEDES/hábitat FADA UNA</p> <p>Gobernabilidad en Agua y Saneamiento</p> <p>Programa: Fortaleciendo capacidades para la definición y aplicación de políticas de agua y saneamiento.</p>	<p>MDGIF FONDO PARA EL LOGRO DE LOS ODM</p> <p>PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DEL PARAGUAY</p>
<p>Proyecto: Tecnologías apropiadas para agua y saneamiento.</p>		
<p>Prototipo: LETRINA MEJORADA Para ser vaciada con tanque atmosférico</p>		<p>Lámina</p> <p>1</p>
<p>Placa sanitaria y cabina prefabricada.</p>		
<p>Planta y corte.</p>		<p>ESCALA: 1/25</p>

Agua con tecnologías apropiadas



AGUA con tecnologías apropiadas

Propuestas para Agua en Caazapa y en el Chaco

Se han realizado en los meses de noviembre y diciembre visitas técnicas a las comunidades seleccionadas del departamento de Boquerón (noviembre 2011) y otras del departamento de Caazapa (diciembre 2012). Por medio de estas se han evaluado en el terreno las instalaciones de agua existentes y se han considerado las posibilidades de proponer sistemas que complementen lo existente o que aporten nuevas posibilidades de colecta de agua en sitios donde el abastecimiento actual debe ser ampliado o mejorado.

En principio pueden definirse las siguientes formas de mejorar las condiciones de captación de agua para comunidades aisladas, lo que es aplicable conforme cada caso al Caazapa o Boquerón:

1. **Captar agua de lluvia y almacenarla** adecuadamente protegida para su uso
2. Cuando existan surgentes, realizar los **mejoramientos de manantiales** posibles conforme el sitio, para la extracción del agua sin contaminar la fuente.
3. Cuando el agua superficial sea de buena calidad para uso humano, captar el agua por medio de **pozos someros**, excavados en el sitio y adecuadamente protegidos, para que no sean afectados por algún sistema de saneamiento que poluya las napas freáticas.
4. Para la utilización del agua desde los sitios de acumulación, se considera recurrir a **sistemas de bombeo**, que eviten la introducción de baldes o recipientes similares en el agua acumulada, por el riesgo de que la contaminen, proponiendo criterios de protección de las fuentes de agua.
5. Para el caso de pozos perforados, recurrir a **informes hidrogeológicos** para asegurar calidad y cantidad de agua disponible en el sitio.

2.1 Aproximación al tema del agua en Boquerón y Caazapa

Mapa conceptual para el agua

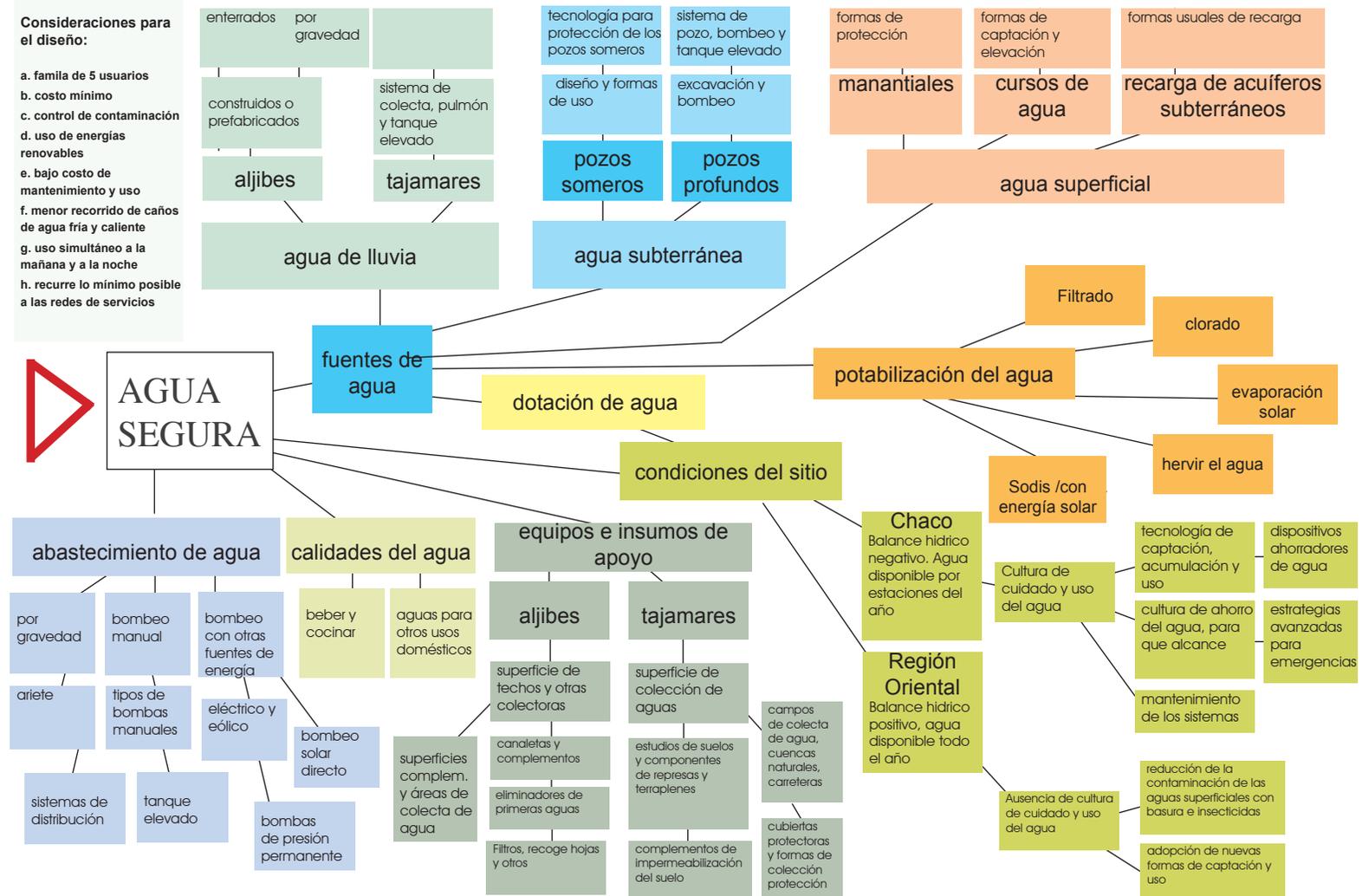
El siguiente cuadro presenta algunos de los aspectos principales vinculados al tema del agua considerando la provisión domiciliar, estableciendo los criterios de diseño seleccionados.

Dado el alcance establecido para la consultoría, muchos temas no serán abordados de forma directa, pero se ha seleccionado información desde internet principalmente, para ponerla a disposición del lector interesado en ella.

Los temas encarados son:

De acuerdo a las **fuentes** son estudiadas aquellas que se relacionan a las **aguas de lluvia** y **subterráneas**, considerando en el caso del agua superficial el **mejoramiento de manantiales**.

En relación a las aguas subterráneas y dada la experiencia con que cuenta SENASA en este campo, se han aportado estudios hidrogeológicos sobre los sitios seleccionados para posibles intervenciones, las que muestran los avances en la tecnología de estimación de presencia de agua y la presencia de sal en la misma. Una opción de estudio en este campo es la recarga de acuíferos subterráneos, con la perspectiva de reducción de raudales.



La **potabilización de agua** es otro tema de estudio considerado solo el caso del filtrado a partir de tomas de agua en tajamares, agregándose información bibliográfica sobre otros métodos como SODIS, el hervido de agua y el de la vaporización, sobre los cuales se han realizado otros proyectos específicos, paralelos a esta consultoría. La vaporización es una forma de obtener agua para consumo humano, que puede ser un apoyo para emergencias y podría ser otro tema de estudio para el caso de comunidades muy alejadas.

En relación a la **dotación de agua** se analiza el tema de la cultura del agua de forma comparada entre el Chaco y la Región Oriental, que como se observa en la tabla de precipitación las condiciones de los sitios obligan en un caso a los pobladores a ser muy estrictos en el manejo del líquido y en el otro, el recurso es tan abundante que se lo poluye y deja escurrir libremente sin intentar aprovecharlo, buscándose respuestas de mayor costo para solucionar el problema del agua para consumo humano.

En relación a los equipos e insumos de apoyo para captar agua, se mencionan los **campos de cosecha de agua**, desarrollados en el Chaco como forma especializada de aumentar la colecta de agua en tajamares y que es un ámbito donde se han desarrollado investigaciones y acciones innovadoras.

Sobre las calidades de agua, tradicionalmente se consideraba al agua de lluvia apta para beber y a la de pozo somero, apta para usos varios en el hogar, siempre que no sea beberla.

Entre los estudios disponibles a partir de información bibliográfica, que se anexa como biblioteca electrónica, se encuentran los sistemas de bombeo, que han sido tradicionalmente fuente de estudio para reducir las necesidades de mantenimiento,

PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL (milímetros) SEGÚN ESTACIÓN METEOROLÓGICA.									
PERIODO 2000 - 2007									
Estación Meteorológica	Año								Promedio anual
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Chaco									
Adrián Jara	1.078,1	917,0 ^{2/}	804,1	1.064,9	746,1 ^{1/}	s/d	992,5	828,1 ^{2/}	918,7
Bahía Negra	s/d	1.111,2 ^{2/}	643,8 ^{2/}	1.124,1 ^{2/}	s/d	628,7	125,4	608,0 ^{2/}	706,9
La Victoria	1.210,1	1.180,9	1.023,6	1.221,0	1.531,0	721,9 ^{2/}	1.563,3	1.213,2	1.208,1
Mcal. Estigarribia	823,3	806,8	596,0	827,9	512,5	622,6	800,8	553,1	615,1
Pozo Colorado	981,7	666,8	852,2	904,8 ^{2/}	1.324,3	462,1 ^{2/}	1.069,6 ^{2/}	992,9	849,0
Pratts Gill	730,0	437,2 ^{2/}	547,0	770,1 ^{2/}	386,9 ^{2/}	517,7 ^{2/}	747,9 ^{2/}	497,6	514,6
Gral. Bruguez	1.248,3	540,8 ^{2/}	1.206,8	1.356,3 ^{2/}	1.084,6 ^{2/}	s/d	1.066,0 ^{2/}	1.255,8	1.108,4
Region Oriental									
Concepción	1.113,4	1.114,9	1.326,3	1.763,1	1.650,5	1.456,8 ^{2/}	1.111,7	1.403,9	1.367,6
Pedro Juan Caballero	1.808,6	1.748,6	1.203,3	1.695,8	1.643,8	1.421,5	1.493,3	1.255,9	1.533,9
San Pedro	1.383,9	1.285,2	1.152,2	1.715,9	1.525,1	s/d	1.107,2 ^{2/}	898,8 ^{2/}	1.295,5
San Estanislao	s/d	712,5 ^{2/}	807,5 ^{2/}	957,1 ^{2/}	2.025,2	1.271,3 ^{2/}	1.186,5 ^{2/}	1.146,5	1.158,1
Salto del Guairá	1.885,5	1.608,6	1.467,7	1.717,3	1.889,4	1.311,6	638,6 ^{2/}	1.587,2	1.513,2
Cnel. Oviedo	1.485,9	1.605,0	1.514,7	1.653,2	1.399,1	1.337,1 ^{2/}	1.630,5 ^{2/}	1.840,5	1.558,3
Villarica	1.449,4	1.798,2	2.231,7	1.777,7	1.593,9	1.012,6 ^{2/}	1.671,7	1.670,9	1.650,8
Asunción, Aeropuerto	1.469,5	1.341,3	1.428,8	1.301,7	1.271,4 ^{2/}	1.235,4	1.616,5	1.506,8	1.396,4
Cuidad del Este	2.144,9	1.613,1	2.073,3	1.762,5	1.261,8	1.637,4	1.472,8 ^{2/}	548,5 ^{2/}	1.564,3
Aeropuerto Guaraní	2.057,3	1.675,4	1.724,3 ^{2/}	1.830,6	1.421,4	1.660,0	1.538,9	1.671,4	1.697,4
Paraguari ^{1/}	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	1.186,7 ^{2/}	1.603,1	1.394,9
Caazapa	1.796,0 ^{2/}	1.297,2	1.913,6	1.374,6	1.591,5	1.089,8	1.595,3	1.619,6	1.534,7
San J. Bautista Misiones	939,3 ^{2/}	1.520,8 ^{2/}	2.181,1	1.271,3 ^{2/}	483,1 ^{2/}	s/d	1.486,4 ^{2/}	1.701,0 ^{2/}	1.369,0
Cptán. Meza	2.015,1	1.578,8	2.310,4	1.651,2	945,1 ^{2/}	1.249,5 ^{2/}	1.554,8 ^{2/}	2.277,3	1.697,8
Cptán. Miranda	1.993,8	1.506,1 ^{2/}	2.818,3	1.991,8	1.467,8	1.773,0	s/d	1.955,7 ^{2/}	1.929,5
Pilar	1.425,0	1.146,4 ^{2/}	1.621,8 ^{2/}	1.262,6	501,7 ^{2/}	1.053,5	1.741,4	1.044,4	1.224,6
Encarnación	1.782,0	s/d	2.496,4	1.771,5	1.393,7	869,7 ^{2/}	1.536,3	2.112,5	1.708,9
^{1/} Habilitada en el año 2006									
^{2/} Algunos meses con datos faltantes.									
FUENTE: Gerencia de Climatología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil									

dado que no todos los pobladores que utilizan bombas de distintos tipos, están en condiciones de mantenerlas.

Vale la pena citar aquí una iniciativa estudiada para compensar los permanentes problemas de mantenimiento presentes en esta amplia geografía, difícil de servir de forma periódica a no ser que se disponga de una figura como el “taller móvil”, el que ha sido propuesto ya tiempo atrás conforme conversaciones con la Municipalidad de Boquerón, pero que requiere disponer rubros para el vehículo y los combustibles necesarios para poner el proyecto en movimiento y hacerlo de forma sostenible para asegurar que los múltiples molinos de viento sigan bombeando agua de los tajamares a los tanques elevados o a los tanques australianos.

Uno de los aspectos a resaltar en esta introducción al tema del agua es la visión estratégica para enfrentar emergencias de sequías extremas, que se tiene en la Gobernación de Boquerón donde la misma invierte recursos en la provisión de aljibes para pobladores indígenas asentados en su territorio. Lo hace en base a aljibes de 10.000 lt que luego son llenados por los propios pobladores, mejorando sus sistemas de canaletas. Conversando con el Gobernador, este manifestó que durante emergencias de sequía, es necesario que los camiones cisterna recorran muchísimos kilómetros para proveer agua y en muchos casos se encuentran con pobladores que solo disponen de bidones, con lo que las posibilidades de mantenimiento son casi nulas. Ello obliga a la Gobernación a proponer en algunos casos la construcción de aljibes comunitarios. Este tipo de aljibes sin embargo no son cuidados como aquellos individuales a cargo de la familia.

Como se verá al observar el apartado de costos, cada aljibe tiene un costo de 6 a 8 millones de Guaraníes (1.400 a 2.000 USD por unidad) y en sitios como Casuarina por ejemplo hemos tenido la oportunidad de observar consecutivas construcciones de aljibes por parte de la Gobernación, alcanzando actualmente más de 50 unidades sobre 100 familias que habitan el sitio, sólo en dicha comunidad.

Otro aspecto a resaltar tiene que ver con el concepto de tecnologías apropiadas y se refiere al hecho de que por coincidencia, buscando a una persona en particular en el Municipio de Moises Bertoni, esta se encontraba en Villarica buscando un repuesto para una cañería de sección atípica instalada en el tanque elevado de una comunidad cercana, lo que hace pensar en la importancia de que las partes de un sistema de agua sean fácilmente reparables con insumos que en su mayoría deberían estar disponibles en una ferretería de mediano porte

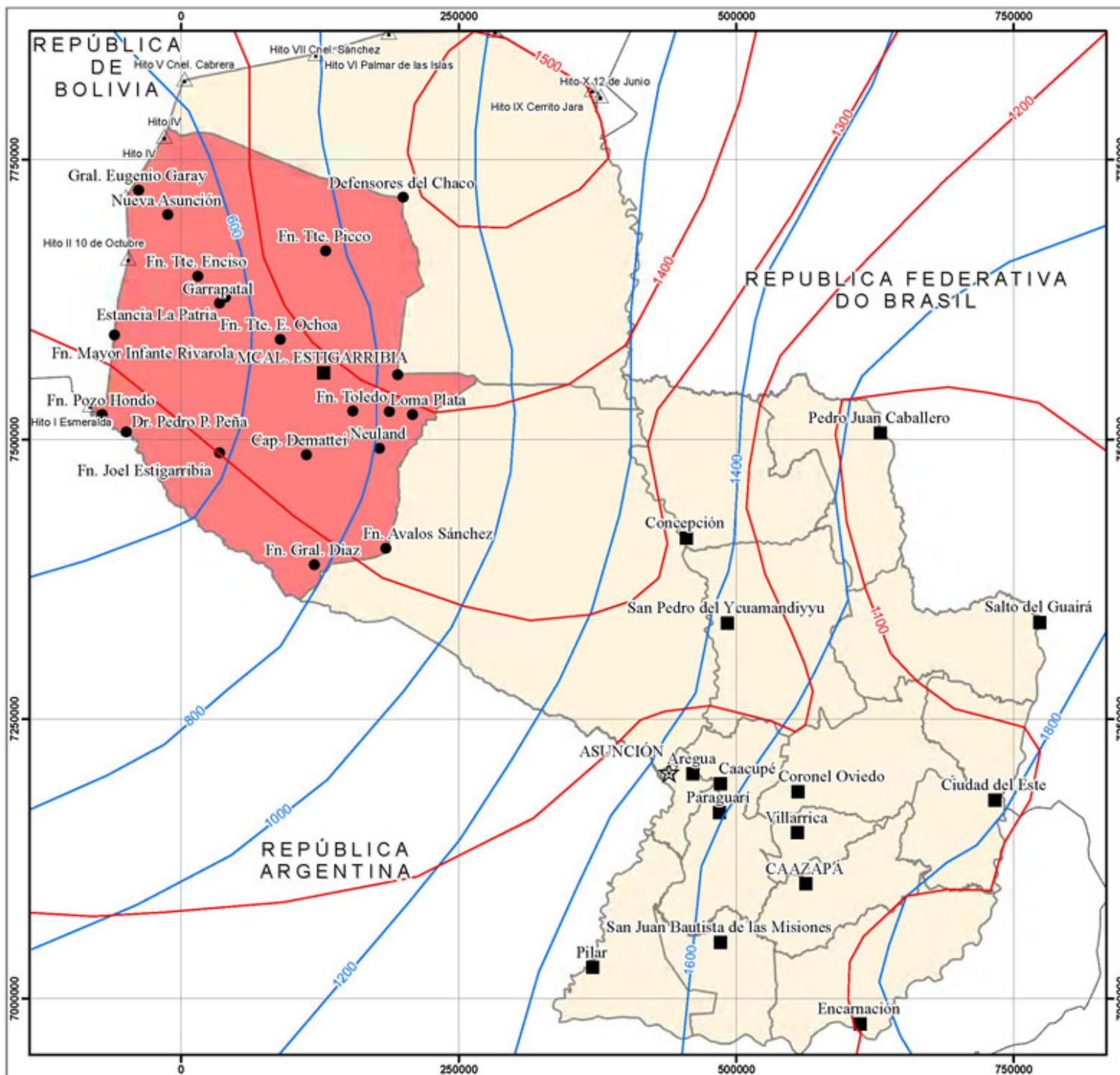


Aljibe individual proveído por la Gobernación

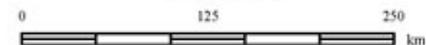


Molino fuera de servicio por razones de mantenimiento

Mapa de Distribución de la Precipitación y Evapotranspiración Potencial Departamento de Boquerón



1:3.500.000



Proyección Universal Transversa de Mercator.
 Cuadrícula: 250.000m; Huso: 21
 Elipsoide de Referencia: WGS 84
 Meridiano Central: 57° W
 Latitud de Origen: Ecuador
 Falso Norte: 10.000.000
 Falso Este: 500.000
 Factor de Escala: 0,999600

Mapa Índice



Legenda

- Hitos
- Capital Nacional
- Capital Departamental
- Evapotranspiración Potencial (mm/año)
- Precipitación media (mm/año)

FUENTE:

- Cartografía Digital. DGECC (2.002).
 - Estudio alternativo de Abastecimiento de Agua y propuestas técnicas
 Asesorado por el Ing. César Estigarribia, Ing. MSc. (2011)

Consumo de agua por zona y medios de distribución

Consumidor	Zona	Medios de distribución	Consumo diario: lts / persona*día
Familia	Rural	agua escasa	10 a 15
		bomba de mano	25
		grifo público	25
		red de agua	100
	Urbana	red de agua	150 a 250

La curva de promedio de precipitación anual de 10 años muestra que el agua puede ser colectada entre los meses de octubre a abril con valores mensuales mayores a 40 mm/mes.

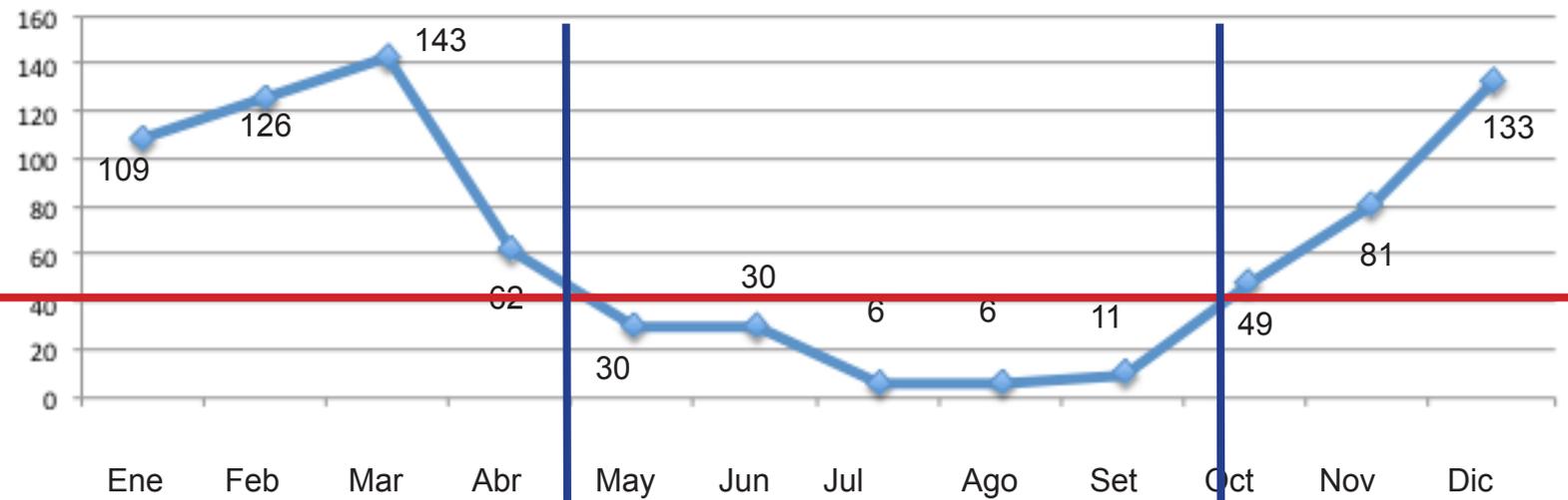
De esta manera llegamos por otra vía a la conclusión de que se podría suponer un valor de 700 mm/año de precipitación para el caso de Mariscal Estigarribia

La construcción tipo de la SENAVITAT, que ha realizado algunos proyectos de construcción de viviendas en el Departamento de Boquerón, dispone por lo general de 36 m² de superficie con lo que se calcula que se acumularía:

Volumen acumulable anual: 36 m² x 0,703 mm/año = 25,31 m³ = 25.308 litros

Precipitación promedio en milímetros / mes

Promedio de precipitación mensual en 10 años



Precipitación promedio por mes en Mca Estigarribia

Meses con precipitación aprovechable

Meses de sequía o bajos niveles de precipitación

Meses con precipitación aprovechable

Para una disponibilidad de techo de 40 m², el volumen de agua aprovechable sería:

Volumen acumulable anual: 40 m² x 0,703 mm/año= 28,12 m³ = 28.120 litros

Para el caso de 50 m² sería:

Volumen acumulable anual: 50 m² x 0,703 m = 35,15 m³ = 35.150 litros

En los siguientes cuadros se analizan la cantidad de agua de lluvia captada y almacenada en los diferentes meses del año de acuerdo al promedio mensual para superficies de techo de 36, 40 y 50 m² para la localidad de Mariscal Estigarribia.

En el caso del techo de 40m² encontramos para un consumo de 15 lts/persona*día cuando se recurre a un aljibe de 10.000 lts. que el mismo no se llena (9969 lts) dado que el techo es pequeño y el consumo relativamente alto.

En el caso de que se recurra a un aljibe de 15.000 lts para esta misma superficie de techo se habrá desperdiciado capacidad de acumulación de agua para un **techo de dimensión insuficiente**, teniendo para ambos casos de aljibes un déficit de un mes con 1500 lts. de necesidad no cubierta, que podría en alguna medida compensarse si los usuarios reducen su consumo en la época de sequía.

Techo de 36 m ² y consumo 15 lt/ persona x día										
Mes	Días	Precipitación	90% Precipitación	Área de Cubierta	Vol de agua captada en	Consumo mensual p/ familia	Volumen almacenado por mes	Volumen acumulado total	Volumen de agua en reserva, por mes y diferentes capacidades (lt)	
		mm/mes	mm/mes	m ²	lt	15 lt/pers*día	lt	lt	10.000	15.000
Oct	31	48	43	36	1.555	2.325	-770	0	0	0
Nov	30	81	73	36	2.624	2.250	374	374	374	374
Dic	31	133	120	36	4.309	2.325	1.984	2.359	2.359	2.359
Ene	31	109	98	36	3.532	2.325	1.207	3.565	3.565	3.565
Feb	28	126	113	36	4.082	2.100	1.982	5.548	5.548	5.548
Mar	31	143	129	36	4.633	2.325	2.308	7.856	7.856	7.856
Abr	30	62	56	36	2.009	2.250	-241	7.615	7.615	7.615
May	31	30	0	36	0	2.325	-2.325	5.290	5.290	5.290
Jun	30	30	0	36	0	2.250	-2.250	3.040	3.040	3.040
Jul	31	6	0	36	0	2.325	-2.325	715	715	715
Ago	31	6	0	36	0	2.325	-2.325	-1.610	-1.610	-1.610
Set	30	11	0	36	0	2.250	-2.250	-3.860	-3.860	-3.860
Total		785	703	36	22.745	27.375			deficit de agua 2 meses	deficit de agua 2 meses

Techo de 36 m ² y consumo 10 lt/ persona x día										
Mes	Días	Precipitación	90% Precipitación	Área de Cubierta	Vol de agua captada en	Consumo mensual p/ familia	Volumen almacenado por mes	Volumen acumulado total	Volumen de agua en reserva, por mes y diferentes capacidades (lt)	
		mm/mes	mm/mes	m ²	lt	10 lt/pers*día	lt	lt	7.500	10.000
Oct	31	48	43	36	1.555	1.550	5	5	5	5
Nov	30	81	73	36	2.624	1.500	1.124	1.130	1.130	1.130
Dic	31	133	120	36	4.309	1.550	2.759	3.889	3.889	3.889
Ene	31	109	98	36	3.532	1.550	1.982	5.870	5.870	5.870
Feb	28	126	113	36	4.082	1.400	2.682	8.553	7.500	8.553
Mar	31	143	129	36	4.633	1.550	3.083	11.636	7.500	10.000
Abr	30	62	56	36	2.009	1.500	509	12.145	7.500	10.000
May	31	30	0	36	0	1.550	-1.550	10.595	5.950	8.450
Jun	30	30	0	36	0	1.500	-1.500	9.095	4.450	6.950
Jul	31	6	0	36	0	1.550	-1.550	7.545	2.900	5.400
Ago	31	6	0	36	0	1.550	-1.550	5.995	1.350	3.850
Set	30	11	0	36	0	1.500	-1.500	4.495	-150	2.350
Total		785	703	36	22.745	18.250			deficit de agua 1 mes	cargado 12 meses

Techo de 40 m2 y consumo 15 lt / persona x dia										
Mes	Días	Precipitación mm/mes	90% Precipitación mm/mes	Área de Cubierta m2	Vol de agua captada en lt	Consumo mensual p/ familia 15 lt/pers*día	Volumen almacenado por mes lt	Volumen acumulado lt	Volumen de agua en reserva, por mes y diferentes capacidades (lt)	
									10.000	15.000
Oct	31	48	43	40	1.728	2.325	-597	0	0	0
Nov	30	81	73	40	2.916	2.250	666	666	666	666
Dic	31	133	120	40	4.788	2.325	2.463	3.129	3.129	3.129
Ene	31	109	98	40	3.924	2.325	1.599	4.728	4.728	4.728
Feb	28	126	113	40	4.536	2.100	2.436	7.164	7.164	7.164
Mar	31	143	129	40	5.148	2.325	2.823	9.987	9.987	9.987
Abr	30	62	56	40	2.232	2.250	-18	9.969	9.969	9.969
May	31	30	0	40	0	2.325	-2.325	7.644	7.644	7.644
Jun	30	30	0	40	0	2.250	-2.250	5.394	5.394	5.394
Jul	31	6	0	40	0	2.325	-2.325	3.069	3.069	3.069
Ago	31	6	0	40	0	2.325	-2.325	744	744	744
Set	30	11	0	40	0	2.250	-2.250	-1.506	-1.506	-1.506
Total		785	703	40	25.272	27.375			deficit de agua 1 mes	cargado 12 meses

Techo de 40 m2 y consumo 10 lt / persona x dia										
Mes	Días	Precipitación mm/mes	90% Precipitación mm/mes	Área de Cubierta m2	Vol de agua captada en lt	Consumo mensual p/ familia 10 lt/pers*día	Volumen almacenado por mes lt	Volumen acumulado lt	Volumen de agua en reserva, por mes y diferentes capacidades (lt)	
									7.500	10.000
Oct	31	48	43	40	1.728	1.550	178	178	178	178
Nov	30	81	73	40	2.916	1.500	1.416	1.594	1.594	1.594
Dic	31	133	120	40	4.788	1.550	3.238	4.832	4.832	4.832
Ene	31	109	98	40	3.924	1.550	2.374	7.206	7.206	7.206
Feb	28	126	113	40	4.536	1.400	3.136	10.342	7.500	10.000
Mar	31	143	129	40	5.148	1.550	3.598	13.940	7.500	10.000
Abr	30	62	56	40	2.232	1.500	732	14.672	7.500	10.000
May	31	30	0	40	0	1.550	-1.550	13.122	5.950	8.450
Jun	30	30	0	40	0	1.500	-1.500	11.622	4.450	6.950
Jul	31	6	0	40	0	1.550	-1.550	10.072	2.900	5.400
Ago	31	6	0	40	0	1.550	-1.550	8.522	1.350	3.850
Set	30	11	0	40	0	1.500	-1.500	7.022	-150	2.350
Total		785	703	40	25.272	18.250			deficit de agua 1 mes	cargado 12 meses

Al aumentar la superficie del techo a 50 m2 se observa que para un consumo de 15 lts/persona*día la superficie colectora es suficiente al punto de tener desperdicios de agua en el caso del aljibe de 10 m3 y de 15 m3. Como ya se indicaba antes esta modalidad permite que en la época de cosecha de agua se disponga de una mayor posibilidad de consumo y que a partir del inicio de la temporada de seca, el consumo se mantenga en el mínimo de 10 lts. por persona por día, con lo que se puede mantener la cantidad de agua a lo largo de la misma. En el caso del aljibe de 7,5 m3 hay bastante desperdicio para el techo de 50 m2, por lo que parece recomendable para aquellos casos en que el techo es de menor superficie y los pobladores están acostumbrados a manejarse con menores cantidades de agua por día.

Techo de 50 m2 y consumo 15 lt/ persona x dia										
Mes	Días	Precipitación mm/mes	90%	Área de Cubierta m2 50	Vol de agua captada en lt	Consumo mensual p/ familia 15 lt/pers*día	Volumen almacenado por mes lt	Volumen acumulado lt	Volumen de agua en reserva, por mes y diferentes capacidades (lt)	
			Precipitación mm/mes						10.000	15.000
Oct	31	48	43	50	2.160	2.325	-165	0	0	0
Nov	30	81	73	50	3.645	2.250	1.395	1.395	1.395	1.395
Dic	31	133	120	50	5.985	2.325	3.660	5.055	5.055	5.055
Ene	31	109	98	50	4.905	2.325	2.580	7.635	7.635	7.635
Feb	28	126	113	50	5.670	2.100	3.570	11.205	10.000	11.205
Mar	31	143	129	50	6.435	2.325	4.110	15.315	10.000	15.000
Abr	30	62	56	50	2.790	2.250	540	15.855	10.000	15.000
May	31	30	0	50	0	2.325	-2.325	13.530	7.675	12.675
Jun	30	30	0	50	0	2.250	-2.250	11.280	5.425	10.425
Jul	31	6	0	50	0	2.325	-2.325	8.955	3.100	8.100
Ago	31	6	0	50	0	2.325	-2.325	6.630	775	5.775
Set	30	11	0	50	0	2.250	-2.250	4.380	-1.475	3.525
Total		785	703	50	31.590	27.375			deficit de agua 1 mes	cargado 12 meses

Techo de 50 m2 y consumo 10 lt/ persona x dia										
Mes	Días	Precipitación mm/mes	90%	Área de Cubierta m2 50	Vol de agua captada en lt	Consumo mensual p/ familia 10 lt/pers*día	Volumen almacenado por mes lt	Volumen acumulado lt	Volumen de agua en reserva, por mes y diferentes capacidades (lt)	
			Precipitación mm/mes						7.500	10.000
Oct	31	48	43	50	2.160	1.550	610	610	610	610
Nov	30	81	73	50	3.645	1.500	2.145	2.755	2.755	2.755
Dic	31	133	120	50	5.985	1.550	4.435	7.190	7.190	7.190
Ene	31	109	98	50	4.905	1.550	3.355	10.545	7.500	10.545
Feb	28	126	113	50	5.670	1.400	4.270	14.815	7.500	14.815
Mar	31	143	129	50	6.435	1.550	4.885	19.700	7.500	15.000
Abr	30	62	56	50	2.790	1.500	1.290	20.990	7.500	15.000
May	31	30	0	50	0	1.550	-1.550	19.440	5.950	13.450
Jun	30	30	0	50	0	1.500	-1.500	17.940	4.450	11.950
Jul	31	6	0	50	0	1.550	-1.550	16.390	2.900	10.400
Ago	31	6	0	50	0	1.550	-1.550	14.840	1.350	8.850
Set	30	11	0	50	0	1.500	-1.500	13.340	-150	7.350
Total		785	703	50	31.590	18.250			deficit de agua 1 mes	cargado 12 meses

La cultura del agua en la región Chaqueña

El agua en el Chaco es una necesidad y en épocas de sequías excepcionales es usual que los pobladores reciban apoyo con camiones cisterna de parte de las autoridades de la Gobernación de Boquerón y de los Municipios de Filadelfia y Mcal. Estigarribia.

En la fase previa del proyecto tomamos contacto con la Gobernación y con la Municipalidad de Filadelfia y pudimos ver de que manera la infraestructura para almacenamiento de agua juega un rol muy importante en el momento de la sequía, pues ese abastecimiento se realiza hoy por medio de camiones cisterna, lo que requiere recorrer grandes distancias. La ausencia de infraestructura para almacenar el líquido obliga a los camiones a hacer mas de un viaje a una comunidad donde no hay capacidad.

Por ello surgen varios aspectos que pudieran ser destacables, como ser la importancia que adquiere la infraestructura de almacenamiento de agua, es decir, disponer aljibes de uso comunitario, otros de uso familiar, el mantenimiento de los equipos que permiten coleccionar agua (canaletas, aljibes, bajadas, filtros) y los sistemas de bombeo que requieren mantenimiento periodico.

A través de imágenes se quiere presentar un panorama de lo que hoy se realiza en esta región , recurriendo a tajamares, superficies de colección de agua, bombeo con molinos de viento, aljibes de distintos tamaños, de distintos materiales y otras formas de almacenamiento de agua.



Etapas de la construcción de un aljibe en el Chaco

Imágenes de Casuarina

Cortesía de Graciano Gonzalez

La construcción de aljibes es una técnica que en el Chaco se ha desarrollado con buenos resultados sin recurrir a varillas metálicas, dado el alto riesgo de corrosión que existe en este medio muy salado por lo general, desde el suelo, el agua e incluso lo que transporta el viento.

En el diseño se adoptó una forma parabólica, de manera que el conjunto trabaje a compresión simple, lo cual evita la necesidad de instalar varillas en distintos lugares.

Conversando con los lugareños, ellos indicaron que parte del secreto se encontraba en tallar el hueco con mucha precisión de acuerdo a la dimensión que el aljibe iba a tener. como se observa en las imágenes, los ladrillos van pegados a las paredes de tierra arcillosa, con lo que el agua de lluvia no puede penetrar por la hendidura y dañar la estructura construída.





La cupula es terminada, dejando el espacio para el brocal. Los bordes con la tierra han sido cerrados de forma que el agua de lluvia no ingrese por las hendidias.



Aljibe con bomba en la escuela Agropecuaria Moises Bertoni de Pioneros.



Detalles constructivos de filtros contra la entrada de hojas o similares, "cuchara" para limpieza de primeras aguas y elemento móvil que se acciona para poner o sacar la "cuchara".

Ventilación del aljibe



Las canaletas que se observan disponen de una sección de 33 cm de desarrollo con bordes rigidizadores y con cintas de chapa para mantener la sección uniforme cada metro. Los soportes para canaletas se disponen a distancia de 80 cm uno de otro.

En el encuentro entre la canaleta y la bajada, se dispone un elemento que facilite el tránsito del líquido hacia la bajada.

Conforme la experiencia de la región, se evita llevar cañerías bajo tierra, dado que un trazado aéreo asegura la no entrada de sapos, insectos y otros antes del filtro. La altura seleccionada para el paso de las cañerías es tal que una persona pueda pasar abajo o que un niño no pueda colgarse del elemento.

Las fotos corresponden a la comunidad de Casuarina (cercana al Fortín Boquerón)



Un publicación periodística del año 2011 resalta el hecho de que un 82% de los pobladores del Chaco disponen de un aljibe y que el 61% de los habitantes de esta región, lo tienen con una capacidad menor a 40 m³.

Avanzando más en la estadística, se observa que el 48% de la población queda sin agua de aljibe en menos de cuatro meses, lo que indica que, para una región con un promedio de seis meses de sequía al año, hace falta aún un esfuerzo importante para que los habitantes dispongan de una reserva suficiente de agua para los meses de escasez de agua, o bien que se puedan complementar los mismos con aljibes comunitarios al servicio de las comunidades.

Población chaqueña depende aún de la recolección del agua			
Fuente ABC 2011 10 02			
	Agua de lluvia	Población que depende de esta fuente	
	% Poblacion		
Agua de aljibes	77,2	309.900	Ver Censo
1 aljibe en casa	82		
Vol menor a 40 m ³	61		
Entre 40 a 80 m ³	21		
Meses con agua en base a aljibes			
Menos de 1 mes	13,7		
Un mes	12,4		
Dos meses	5,0		
Tres meses	11,6		
Cuatro meses	5,4	48,1	
Cinco meses	4,1		
Seis meses	13,7		
Siete meses	2,5		
Ocho meses	2,5		
Nueve meses	1		
Diez meses	0,8		
Once meses	0,7		
Doce meses	26,6	100,0	

La Región Oriental

Nuestros abuelos dominaban la cultura de captar y almacenar agua para el consumo domiciliario en Asunción y otras ciudades, por no decir también en el área rural, aunque tal vez más en estancias o establecimiento similares.

En esta región, la cultura de captar agua de lluvia y de contar con pozos someros, la mayor parte de ellos excavados a mano por profesionales “poceros”, para extraerla por bombeo, se perdió como consecuencia de la política adoptada al instalarse los sistemas de agua corriente, que es cuando se obligó a los futuros usuarios a cerrar sus pozos individuales y clausurar sus aljibes.

Se priorizó la necesidad de no tomar más que agua de la red de agua corriente, pero no se leyó el impacto en arrojar toda al agua de lluvia a la calle. La cultura de captar el agua como recurso parece haberse perdido con contadas excepciones. Sin embargo, se observan aún aljibes en las casas del centro en Asunción y en algunos sitios en el interior del país. Es un caso donde la innovación mejoró indudablemente la calidad de vida de los habitantes de ciudades, al punto que hoy disponer de agua corriente es algo casi sobreentendido. Sin embargo tal innovación hizo perder conciencia sobre la captación, el almacenamiento y las formas de uso y conservación del agua. Este es uno de los riesgos que deberán ser evaluados en el ámbito chaqueño, como uno de los peligros de pérdida de cultura de cuidado y conservación del agua, en caso de que se concrete el proyecto del acueducto, el que sin embargo beneficiará de muchas maneras la calidad de vida en el Chaco. Importante sería la función regulatoria del consumo de agua en relación a costos, de manera a animar a los pobladores a no renunciar a sus propios sistemas de captación de agua.

La situación del agua para consumo humano en la región Oriental ha ido empeorando de manera aguda como consecuencia del crecimiento de las ciudades, de la falta de conciencia de la población en general sobre el cuidado del agua como recurso y por parte de las autoridades nacionales y municipales sobre la necesidad de tratar los efluentes, tema pendiente de análisis conforme los costos que tal tratamiento aparejaría.

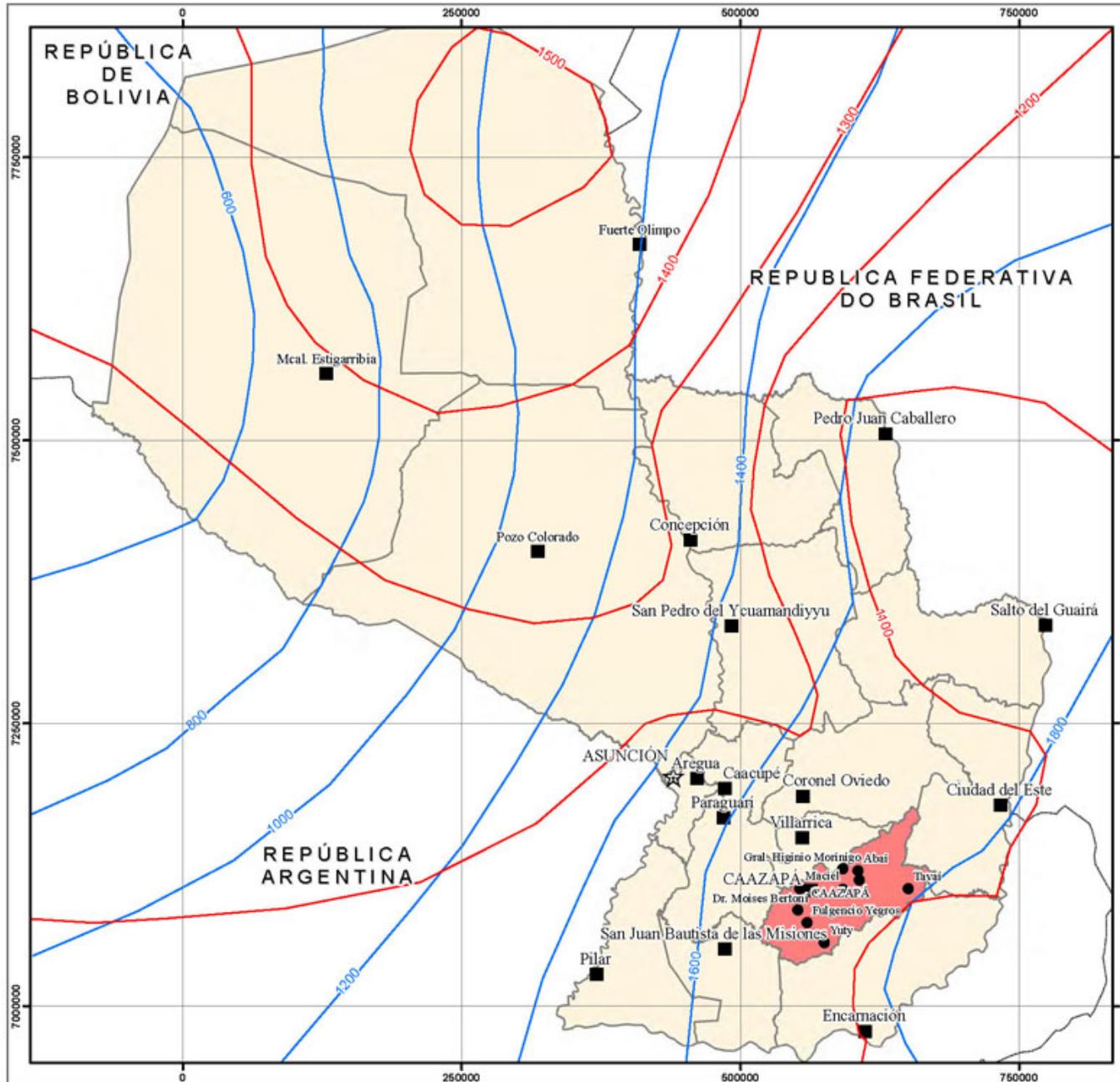
Resulta interesante observar de que manera en una región donde no hay agua se capta la misma, se la usa con fines diversos y finalmente está disponible para su uso. En cambio en una región donde el recurso es abundante en forma de cursos de agua y en forma de precipitaciones, la misma escasea al punto que la gente migra por falta de agua.



Techos de viviendas en Chaquira, del distrito de Abai en Caazapa muestran por una parte una superficie importante de techo y ninguna forma de acumulación de agua de lluvia.

La otra imagen muestra un tanque elevado, alimentado por bombeo eléctrico (normalmente bombas flotantes de bajo costo) desde un pozo somero. Los vecinos indican que en el verano, normalmente dichos pozos se secan por lo que deben recurrir al manantial.





Mapa de Distribución de la Precipitación y Evapotranspiración Potencial Departamento de Caazapa



1:3.500.000



Proyección Universal Transversa de Mercator.
 Cuadrícula: 250.000m; Huso: 21
 Elipsoide de Referencia: WGS 84
 Meridiano Central: 57° W
 Latitud de Origen: Ecuador
 Falso Norte: 10.000.000
 Falso Este: 500.000
 Factor de Escala: 0,999600

Mapa Índice



Leyenda

- ★ Capital Nacional
- Capital Departamental
- Vías secundarias
- Rutas Nacionales
- Evapotranspiración Potencial (mm/año)
- Precipitación media (mm/año)

FUENTE:

Cartografía Digital, DGBEC (2002).
 Estudio Alternativo de Abastecimiento de Agua y propuestas técnicas de extracción para el Chaco Central y Oeste. Villar (2012)

Preparado por: Prof. Ing. Néstor Cabral Astiazco

Anivel de Propuesta se quiere estudiar el caso de Chaquira, comunidad seleccionada por el PIAR, ubicada en Caazapá en el distrito de Abai, donde sería posible proponer soluciones con tecnologías alternativas para la colecta de agua de lluvia y para el mejoramiento de un manantial del cual se surte la comunidad cuando los pozos someros tienen poca agua, así como el necesario mejoramiento del pozo somero.



Pozo somero mejorable en Chaquira

Las imágenes de una vivienda ubicada frente a la plaza en Chaquira permite observar la ubicación y la técnica constructiva utilizada para el brocal del pozo somero.

La madera asume el rol de protector contra desmoronamientos y se observa asimismo la ubicación de la letrina y el área de lavado de ropa.

Se observa el espejo de agua a unos 12 m de profundidad.





Posibilidades de uso de agua de lluvia

Los techos observados en la comunidad son similares al que observamos, en este caso de tejas, en otros de paja o chapa, pero en cuanto a superficie colectora, se encuentran cercanos o con superficies mayores a los 40 m².

Tanto en la vivienda como en el manantial se observan elementos usados para el lavado de ropas. El tanque de agua caído por causa de un temporal indica la fragilidad de sistemas que mejoran la calidad de vida, pero crean dependencias de la red de energía o de agua corriente, sin haber explorado otras posibilidades, como ser en este caso el agua de lluvia.

recurrían a un arroyo cercano para proveerse de agua en la época de seca, hace que hoy, al contaminarse el arroyo por la actividad agrícola intensiva, la pérdida de este recurso deja a los mismos sin agua y pensando que la única solución es recurrir a un pozo artesiano profundo, como varios de los que existen en la zona.

Por ello introducir la cultura del agua sería un proceso no muy fácil y debiera ser acompañado por un equipo social, con miras a no hacer a los pobladores dependientes del único recurso “agua corriente” gracias a un sistema de bombeo de agua de pozo profundo.

Las dificultades de tales sistemas. tienen que ver siempre con la capacidad de mantenimiento por parte de las distintas comisiones vecinales. El ejemplo de un desastre por un fenómeno de viento que afectó a una comunidad cercana muestra que las mismas no debieran ser dependientes de tan sólo un sistema de provisión de agua.



Posibilidades de mejoramiento del manantial

El manantial que se observa se encuentra a cierta distancia y en un nivel menor que el que se encuentra el poblado y surte de agua para beber a la población especialmente cuando el agua escasea en los pozos someros de las viviendas.

Algunos troncos han sido dipuestos para protección de la fuente y en forma cercana, siguiendo el curso del agua que surge, se observan algunos maderos dispuestos para el lavado de ropas.

Con un manantial protegido, ninguna actividad, ni la de tomar liquido de manera segura sin que intervengan factores externos en el ojo del manantial, ni la de dar uso al agua que corre y no es utilizada se verían perturbadas, al contrario, sería posible realizar varias actividades al mismo tiempo.



Propuesta de manantial mejorado para uso comunitario en Chaquira

El manantial del que se surte la comunidad queda a una distancia de unos 500 o mas metros de la plaza de la comunidad y bajando un pronunciado desnivel. Según el informe del PIAR (ver Bibliografía de Antecedentes) incluso se han tenido casos de picadura de viboras al ir al manantial.

El manantial no tiene mas que formas muy primarias de protección y se observa que en el sitio incluso se lava la ropa, por lo que realizar acciones de protección del mismo, asumiendo el importante rol que el mismo cumple en épocas de sequía, sería una tarea de no mucho costo pero si muy importante para preservar el agua del manantial, en el estado en que llega al sitio y lo haría aprovechable en condiciones mucho más higiénicas, asumiendo que para muchos pobladores, esta es el agua para beber.

Si se piensa en la posibilidad de colectar agua de lluvia en Chaquira, eso puede hacerse con los techos existentes que tienen dimensiones adecuadas, mayores a 36 m² y es posible trabajar con un aljibe familiar relativamente pequeño, dado que casi a lo largo de todo el año se dispone de agua de lluvia en Caazapa, como lo indica la tabla que acompaña.

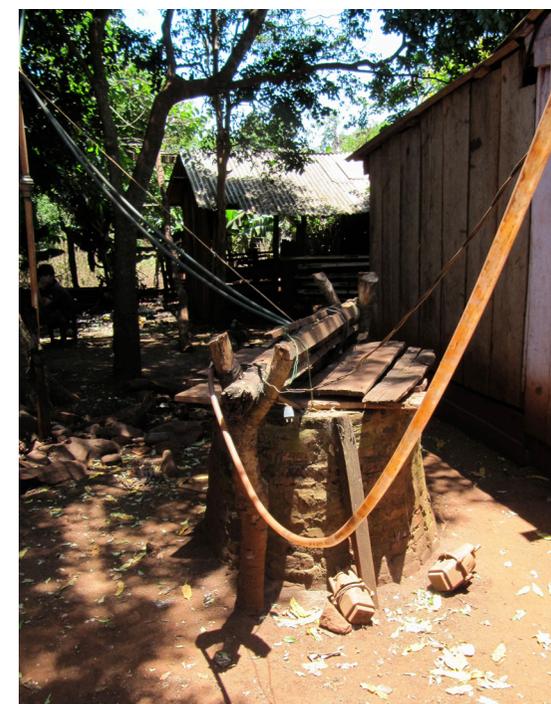
Con una precipitación promedio de **130 mm al mes** y **1580 mm/año**, la cantidad de agua duplica a la que se dispone en Boquerón y permitiría a una familia tipo de 5 miembros utilizar agua a razón de **25 litros** por persona y por día.

Si se parte de la base de que las familias disponen por lo general de agua de pozos someros durante 8 a 9 meses al año, esta cantidad tendría un valor suplementario



Techo colector para aljibes comunitarios

El techo del local comunitario ofrece buenas condiciones para acumular agua en aljibes que complementen otras fuentes disponibles



Precipitaciones en Caazapa por 10 años (mm)													
Caazapá	Precipitación por año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
2001	1.208,2	151,0	174,0	129,0	141,0	31,0	118,0	35,1	28,6	124,6	88,9	106,0	81,0
2002	1.829,6	96,4	47,0	114,0	204,0	249,4	140,2	79,2	158,0	160,0	236,0	240,4	105,0
2003	1.395,8	188,6	145,0	69,8	131,8	11,6	119,0	27,4	64,8	65,4	126,2	168,2	278,0
2004	1.557,6	26,4	106,6	66,0	148,9	100,0	133,2	173,0	20,6	87,9	197,0	379,0	119,0
2005	1.557,6	26,4	106,6	66,0	148,9	100,0	133,2	173,0	20,6	87,9	197,0	379,0	119,0
2006	1.565,5	78,0	82,8	232,7	98,8	53,4	96,8	19,2	133,0	191,8	238,8	213,0	127,2
2007	1.619,6	188,8	102,0	180,6	198,6	238,0	12,1	80,8	16,4	61,2	162,9	228,2	150,0
2008	1.110,1	84,9	277,8	49,0	99,0	50,1	69,1	40,3	74,0	102,8	160,8	81,7	20,6
2009	2.162,5	321,0	255,1	22,5	34,4	239,7	92,6	171,9	100,4	168,9	248,6	244,3	263,1
2010	1.894,9	96,0	237,6	343,0	59,3	184,1	52,4	151,2	19,0	143,7	169,2	71,5	367,9
Promedio anual	1590,14	125,75	153,45	127,26	126,47	125,73	96,66	95,11	63,54	119,42	182,54	211,13	163,08
Promedio mensual 10 años	132,51												

Fuente: Anuarios estadísticos del Paraguay, DGEEC, Fernando de la Mora, 2001 al 2010

Meses por debajo de 100 mm/mes

Fórmulas utilizadas	Los días permiten calcular el consumo mensual de la familia	Datos meteorológicos de un promedio de 10 años	Se considera que se aprovecha el agua después de la primera limpieza	Esta define la capacidad de captación de agua de un techo dado	Equivale al 90% de la precipitación por la superficie del techo	Para una familia de 5 miembros en base a una dotación de 15 lts/persona*día	La acumulación de los remanentes no consumidos	Suma el volumen almacenado por mes anterior con el del mes actual		
Techo de 36 m ² y consumo 25 lt/ persona x día										
Mes	Días	Precipitación	90%	Área de	Vol de agua	Consumo	Volumen	Volumen	Volumen de agua en	
			Precipitación	Cubierta	captada en	mensual p/	remanente	acumulado	reserva, por mes y	
		mm/mes	mm/mes	m ²	lt	familia	por mes		diferentes capacidades (lt)	
				36		25 lt/pers*día	lt	lt	5.000	10.000
Oct	31	182	164	36	5.897	3.875	2.022	2.022	2.022	
Nov	30	211	190	36	6.836	3.750	3.086	5.108	5.000	
Dic	31	163	147	36	5.281	3.875	1.406	6.406	5.000	
Ene	31	125	113	36	4.050	3.875	175	5.175	5.000	
Feb	28	153	138	36	4.957	3.500	1.457	6.457	5.000	
Mar	31	127	114	36	4.115	3.875	240	5.240	5.000	
Abr	30	126	113	36	4.082	3.750	332	5.332	5.000	
May	31	125	113	36	4.050	3.875	175	5.175	5.000	
Jun	30	96	86	36	3.110	3.750	-640	4.360	4.360	
Jul	31	95	86	36	3.078	3.875	-797	3.563	3.563	
Ago	31	63	57	36	2.041	3.875	-1.834	1.729	1.729	
Set	30	119	107	36	3.856	3.750	106	1.835	1.835	
Total		1585	1.427	36	51.354	45.625		1.835	sin deficit de agua	

para otros usos, cosa que en el Chaco por lo general sólo podría ser si se dispone de un tajamar.

Resumiendo, podría encararse una política de recurrir a múltiples fuentes de agua, las que de hecho se observa que están disponibles, solo que no se recurre a ellas - agua de lluvia y de manantial- mas que en caso de condiciones de extrema necesidad.

La tabla de la página siguiente muestra que a lo largo del año, para el consumo previsto es posible cubrir las necesidades básicas de la familia con un aljibe de 5.000 lt, el que permitiría durante varios meses al año un consumo por encima del promedio previsto -dado que hay remanentes no utilizados de agua- y para la época de mayor seca, podría disponerse de un aljibe comunitario o una batería de aljibes, como los observados en Casuarina, en aquel caso como depositos ubicados sobre el suelo y protegidos con un techo, o bien como sistemas enterrados, para mantener el agua mas fresca y recurriendo a un tanque elevado para servir a los grifos de distribución de agua.

2.3 Diseño técnico de sistemas de captación de agua

Tanque prefabricado de fibra de vidrio de 7500 lt.

El primero de los planos presenta la opción de contar con un aljibe de 7500 lt con un costo estimado en 1.907 U\$D el cual responde a las siguientes consideraciones técnicas:

El tanque y su tapa son prefabricados en fibra de vidrio. La forma del tanque permite el transporte de varios tanques de manera simultánea, tratándose de proveer aljibes domiciliarios a varias familias en el menor tiempo posible, considerando ubicaciones alejadas con poca disponibilidad de recursos materiales y mano de obra no especializada.

Se busca desde el punto de vista higiénico evitar la introducción de baldes o sistemas similares al interior del aljibe, por ello se busca recurrir a sistemas de bombeo manual, en el caso del plano presentado se propone una bomba "EMAS flexi", dado que la misma ha sido producida por artesanos de Villa Hayes y es de relativa sencillez de mantenimiento. Otros modelos de bombas manuales son presentadas en la bibliografía en la sección Bibliografía de este estudio (Ver Bibliografía -Varios Agua – "Guía Técnica Agua" pag. 160 en adelante por ejemplo).

El tanque es colocado, luego de excavarse el foso, lo que conforme recomendaciones de personas que han observado patologías en momentos de lluvia, recomiendan hacer la excavación necesaria, no mayor a lo que se necesita para la construcción. Huecos mayores quedan muy permeables ante el agua de lluvia, frente al suelo tan impermeable de la zona y colectan agua, sacando a flote al aljibe ya colocado.

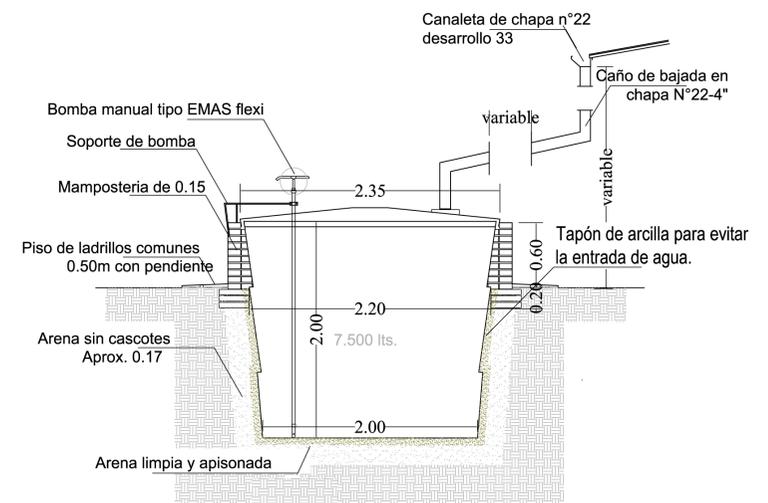
El aljibe se asienta sobre un lecho de arena y luego se busca taponar con arcilla el paso de agua al costado del aljibe recién colocado y se protege en la superficie con un anillo de piso, por ejemplo con ladrillos comunes, los que tienen una pendiente que escurre el agua hacia afuera de la zona de riesgo. Este borde protege además los elementos utilizados para el acarreo del agua de ensuciarse al ser depositados sobre el suelo.

Como el aljibe se encuentra semi-enterrado, se protege la sección que queda descubierta con un borde de ladrillos con su cimentación también de ladrillos ubicada sobre tierra apisonada en cuatro capas de 15 cm.

Conforme la experiencia disponible en el Chaco, se recomienda hacer que las bajadas no sean subterráneas, sino que estén ubicadas sobre soportes a una altura mínima de 1,50 m previendo el juego de niños, que podrían obligar a un mantenimiento temprano del sistema.

Diseño técnico de sistemas de captación de agua

Pautas de diseño y desarrollo documental gráfico: Sistemas de captación, almacenaje y distribución de agua. Tajamares, recarga de acuíferos, aljibes, otros. Presupuestos, costos de los prototipos seleccionados y especificaciones técnicas.



Tanque de ladrillos construido en el sitio de 10.000 y 20.000 lt.

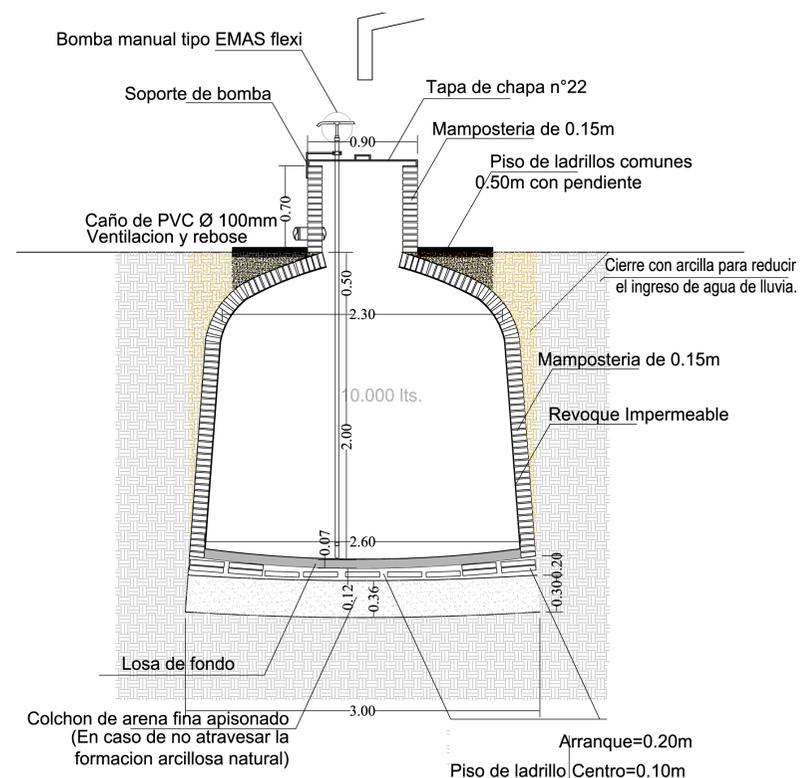
Los planos siguientes presentan la opción de contar con un aljibe de 10.000 lt con un costo estimado de 1.509 U\$D, u otro de 20.000 lt con un costo estimado de 1.929 U\$D, respondiendo ambos a las siguientes consideraciones técnicas:

El tanque es construido de ladrillos sobre una base de hormigón, asentado sobre un colchón de arena, sobre la que se deposita tierra por capas y se apisona, hasta que la misma ofrezca resistencia al pisón y luego se procede a colocar una capa de ladrillos, sobre la cual a su vez se vacia una capa de hormigón a la que se da una forma curva en base a una pendiente que apunta hacia el centro del círculo de 2,60 m con una flecha de 7 cm. Si el vaciado del hormigón se realiza abarcando la totalidad del círculo, se toma la previsión de colocar la primer hilada de ladrillos cuando el hormigón se encuentra aún fresco de forma tal que ambos materiales formen un solo cuerpo. Posteriormente se continua la construcción del muro conforme la forma establecida con la ayuda de un eje guía llegando hasta la boca del aljibe.

Sobre este borde se apoya un brocal que contiene los elementos de terminación necesarios (ventilación y rebose), así como una tapa que a su vez contiene el soporte del sistema de bombeo de agua y el sistema de filtro de hojas y otros donde llega el sistema que provee de agua de lluvia al aljibe. Este último tiene un diseño tal que permite su limpieza periódica, para eliminar elementos que van quedando atrapados en el filtro.

En el perímetro del aljibe excavado, se busca taponar con arcilla el paso de agua al costado del aljibe recién colocado y se protege asimismo el brocal en la superficie con un anillo de piso, por ejemplo con ladrillos comunes, los que tienen una pendiente que escurre el agua hacia afuera de la zona de riesgo. Este borde protege además los elementos utilizados para el acarreo del agua de ensuciarse al ser depositados sobre el suelo.

Conforme la experiencia disponible en el Chaco, se recomienda hacer que las bajadas no sean subterráneas, sino que estén ubicadas sobre soportes a una altura mínima de 1,50 m previendo el juego de niños, que podrían obligar a un mantenimiento temprano del sistema.



Agua de lluvia

Tajamares

Introducción a los tajamares

Otra de las formas de captación de agua de lluvia es mediante la construcción de tajamares, que son excavaciones realizadas en sitios donde normalmente se acumula el agua en un campo o cerrando el paso al agua por medio de represas o terraplenes. Esta forma de acumulación ha sido tradicionalmente una forma de disponer de agua en sitios donde hay necesidad de abreviar animales aún cuando, en lugares donde las condiciones del suelo lo permiten y los recursos no son suficientes para desarrollar otras estrategias o no se dispone de otras fuentes de agua, es utilizada también para el consumo humano, por las posibilidades que ofrece de reunir importantes cantidades del líquido, recurriendo luego a filtros para reducir coloides.

El tajamar como reservorio de agua

Desde el punto de vista técnico los tajamares no tienen la eficiencia de un aljibe subterráneo, dado que una superficie de agua sin protección al exterior, cuanto mayor sea, más expuesta esta a la evaporación del espejo de agua, por lo que una de las medidas aconsejadas sería disponer el volumen de agua a ser acumulado con la mayor profundidad posible para reducir la cara expuesta. La bibliografía propone hasta 7 metros con la consideración de que al profundizar la excavación, no se tome contacto con un estrato más salobre que afecte la calidad del agua acumulada o que no se atraviesen las capas impermeables que luego facilitarían las pérdidas por infiltración. Sobre la forma del espejo de agua de la superficie, algunos autores proponen de evaluar el tipo de máquina que luego tendría que hacer el vaciamiento de los lodos que se acumulen con el tiempo, de manera que una geometría ideal sería aquella que posibilite el accionar de un brazo mecánico desde sus orillas.



Imágen del tajamar con el perfil del tanque elevado (o australiano) al fondo.



Molino y tanque elevado cercanos a un tajar. Se observa al fondo el perfil del tanque australiano.

Selección de suelos como forma de evitar pérdidas de agua

Uno de los aspectos a cuidar es el tipo de suelo de la zona, dado que son los suelos arcillosos los que permiten crear este tipo de reservorios a un costo razonable. Por ello el estudio de las condiciones del suelo y su eventual mejoramiento es una de las condiciones iniciales para la construcción de un tajar. En la bibliografía incorporamos información sobre el estudio de suelos desde el punto de vista de la impermeabilización, lo cual puede ser lograda por medio de la presencia de arcilla y existen métodos sencillos para determinar los contenidos de arena frente a los de limo y arcilla. Si la arcilla está presente en el sitio, en caso de que deba ser removida, debe ser dispuesta de manera que cubra la superficie que contiene el tajar. Conforme recomendaciones dadas por colegas mennonitas indicaban que hay que conocer los estratos del suelo del sitio donde se va a trabajar, para no atravesar aquellos que sean ricos en arcilla.

La ubicación del tajar

La ubicación adecuada de un tajar es en sitios hacia donde corre el agua en días de lluvia, lo cual está determinado por la topografía del lugar. Asimismo una recomendación que cita el “Libreto del agua” es considerar que en las zonas bajas se acumula agua y por consiguiente, también arcilla.

Algunos tajamares son concebidos como un sistema compuesto de varios elementos que ocupan una superficie acorde con la cantidad de agua que buscan recoger y están compuestos en los sistemas mas avanzados por una (1) superficie de colecta, (2) el tajar, (3) el sistema de bombeo para la elevación del agua, (4) un tanque elevado o estanque elevado tipo “tanque australiano” y (5) la red de distribución y uso.

El tajar como sistema

Este tipo de sistemas ofrece buenas posibilidades de combinar una serie de factores, como ser la topografía, que permite acumular agua en un sitio dado, el viento como energía renovable para mover molinos que bombean el agua desde el estanque principal o tajar “pulmón” al reservorio elevado, la gravedad a través de la construcción de dicho estanque elevado con la tierra removida al realizar el pozo del tajar permite la distribución por

gravidad a los usuarios o abrevaderos en su caso. Además de este sistema básico, como complemento se puede construir un “campo de colecta”, si es que no se aprovecha una cuenca preexistente o se desea mejorar la captación por medio del agregado de un área de terreno preparado especialmente con arcillas y canales para maximizar la captación de agua de lluvia. Al respecto el “Libreto del agua” hace mención que “siempre se han acumulado aguas superficiales para la ganadería, pero no se ha practicado la técnica de sacrificar un área de tierra y preparado especialmente para la captación de agua lo cual asegura mucho mas (...)” la captación de mayores cantidades de agua para el tajamar construido. Conforme cita esta publicación, la idea surgió “al transitar caminos terraplenados después de una lluvia y siempre se ven las cunetas con agua, las cuales con una pendiente favorecida, podrían conducir las aguas a un reservorio”.

También cita la mencionada publicación que se llevó a cabo una experiencia concreta financiado por los autores en la aldea Neuhoof de las colonias Menno en base a la que se establecieron datos disponibles en una tabla de la mencionada publicación, indicando que los resultados fueron tan alentadores que “no hay excusas para no hacer tal tipo de superficies” de colecta. El dato que resume la experiencia es que con un campo sin preparar casi no se acumula agua con lluvias menores a los 40 mm y con las mismas lluvias, al preparar la superficie de captación, ya se acumulan 2.236 m³/Ha año. Concluyen que por el aprovechamiento que se logra por este método, con un campo preparado para la colecta se puede acumular un total de 6.000 m³/Ha año.

El tajamar como reservorio de agua

En algunos casos donde no es posible recurrir al mejoramiento del suelo a través del agregado de suelos arcillosos de la zona, se recurre a cubrir el fondo del tajamar como si fuera una pileta de agua, con un importante agregado de costos y el riesgo de corta vida útil para el sistema, dado que las membranas a ser utilizadas son por lo general de color negro, lo que acumula mas energía y destruye más rápido la película artificial colocada.

Una primer evaluación a ser realizada sería establecer los costos de transporte de arcillas para crear artificialmente una capa impermeable en el fondo de un tajamar, de la misma manera que se crea en una presa un tapón de arcilla contra las pérdidas laterales. De hecho habría que arbitrar medios para proteger esta membrana, cuando menos en los bordes, aún cuando no hay garantía de que el tajamar este siempre lleno, por lo que al bajar el nivel del agua, la membrana podría siempre quedar expuesta. Al respecto estamos presentando imágenes de un



Borde de un tanque australiano construido con la tierra de la preparación del tajamar

$$Pf = Po (1 + i)^n$$

Pf = Población futura

Po = Población inicial

i = Tasa de crecimiento poblacional

n = Número de años del periodo de diseño

A fin de determinar la tasa de crecimiento poblacional, se ha recurrido al “II Censo Nacional Indígena de población y viviendas” de la Dirección General de Estadísticas Encuestas y Censos, de donde se han extraído las siguientes tasas de crecimiento poblacional de los Departamentos de Pte. Hayes: 3,61%, Boquerón: 4,06% y Alto Paraguay: 5,03%, correspondiente al período 1992-2002, y que en promedio para los tres Departamentos es de 4,23%, valor que es usado para las estimaciones en el presente proyecto.

La dotación a utilizar (q), considerando que por este medio se acumulan grandes cantidades de agua, puede tomar un valor de consumo de agua por persona mayor que en el caso de los aljibes:

$$q = 50 \text{ litros / habitantes x día.}$$

Según varios estudios realizados en la zona, una familia tipo consume en el Chaco, cuando es fácil el acceso al agua, alrededor de 150 lts / familia / día.

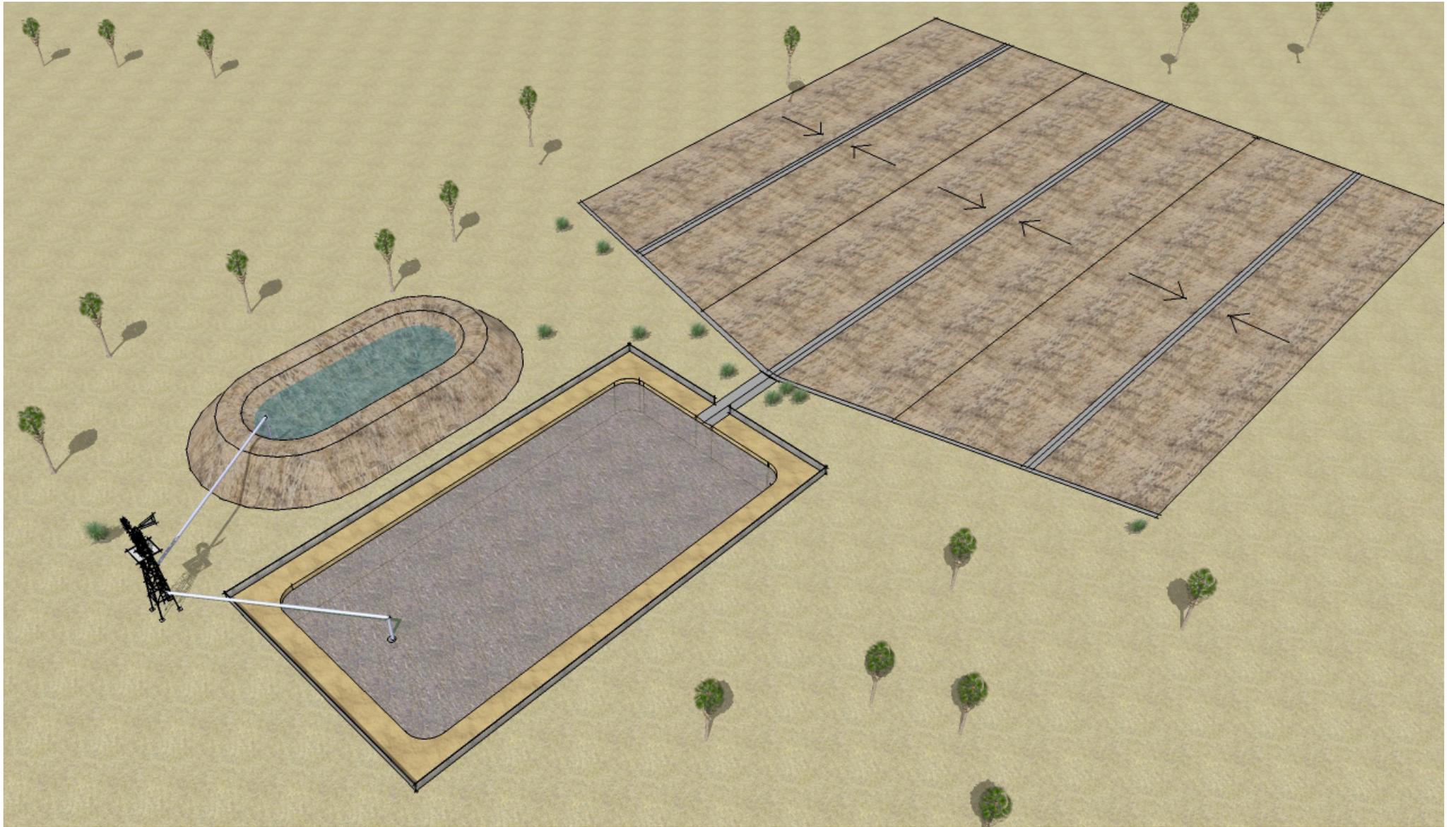
Dimensionamiento del Tajamar

Para adoptar el volumen final del tajamar, se toma en consideración los períodos de lluvias importantes, más frecuentes, que se dan en los meses de noviembre, diciembre y enero; aun cuando puede ocurrir lluvias en otros meses, éstas generalmente son de poca intensidad y no contribuyen significativamente en el aumento del volumen de agua almacenada en el tajamar. Por otro lado, se ha observado que lo fundamental en las poblaciones chaqueñas es contar con la fuente de agua y luego acercarlas hacia las viviendas, que generalmente se hallan muy dispersas.

El volumen de los tajamares se determina a fin de lograr almacenar la necesidad de la población de proyecto, para un periodo de un año, es decir con la intención de que



Un tajamar en la localidad de Casuarina



con las lluvias anuales, llenándose una vez, se asegure la provisión para un periodo de 1 año.

Para determinar el volumen final de los tajamares, se tiene en cuenta volúmenes adicionales por infiltración y evaporación de las aguas. Para la zona del Chaco se estima que al cabo de un año el volumen de agua almacenado en un tajamar, suponiendo que este no tuviese consumo, quedará reducido al 50 % por pérdidas por infiltración y evaporación. Se aumenta el volumen por demanda de consumo en un 100% para cubrir pérdidas de evaporación y por infiltración. Además, para contrarrestar el efecto de la evaporación, se dimensiona el tajamar de forma que la excavación sea más angosta y la profundidad más elevada.

Volumen del tajamar (m³): (población (habitantes) x dotación (50 lts/hab x día) * 2 (pérdidas por infiltración y evaporación) x 365 días) /1000

A efectos de garantizar cierta calidad del agua se plantea la construcción de un filtro vertical circular que trabaja como un filtro lento con capas concéntricas de arena de 1 a 2 mm y canto rodado de 10 a 50 mm; en la parte central lleva un tubo filtro de PVC de 200 mm de diámetro con ranuras de 0.75 mm.

La ubicación de cada tajamar debiera ser elegido con el apoyo de los pobladores que conocen el movimiento del agua en el lugar y con apoyo topográfico midiendo niveles y formas posibles de escurrimiento del agua en días de lluvia, en un lugar técnicamente adecuado de la localidad, atendiendo a las disponibilidades de terreno, topografía, paleocauces (correderas o vaguadas), distancia de las viviendas y estudios de suelos.

Sistema de Extracción – Molino de Viento

El agua filtrada almacenada en el reservorio será bombeada al tanque elevado a través del sistema de molino de viento.

Para bombear el agua a un reservorio elevado, se utilizarán molinos de viento, con torre metálica de 15 m. de altura, cilindro de 4” y aspas de 2 o 2.5 m. de diámetro, que atendiendo a la experiencia, son los que mejor rendimiento poseen.



Canal de colecta que conduce el agua desde el campo de “cosecha de agua” hacia el tajamar.

Los molinos de viento normalmente extraen agua con una velocidad mínima del viento 15 Km/h, con un rendimiento promedio de 15.000 lts /dia.

Reservorio

El agua filtrada es bombeada hasta un tanque elevado de capacidad de 10 m³ montados sobre una estructura de metálica de 10 mts de altura.

Las cubas son de fabricación en material de fibra de vidrio, opacos para evitar formación de algas.

Red de Distribución

La opción propuesta para la distribución es que a partir del tanque elevado de 10.000 litros se distribuya a las viviendas a través de cañerías en material de PEAD para 6 Kg/cm².



Perfil de la membrana utilizada para el recubrimiento.



Borde de un tajamar recubierto con membrana en sitios donde el suelo es muy arenoso y hay pérdidas de agua.



RED IBEROAMERICANA PROTERRA
REDE IBERO-AMERICANA PROTERRA

Célia M. Martins Neves
Obede Borges Faria
Rodolfo Rotondaro
Patrício Cevallos Salas
Márcio V. Hoffmann

SELECCIÓN DE SUELOS Y MÉTODOS DE CONTROL EN LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA PRÁCTICAS DE CAMPO

Traducción:
Dra. Arq. Eugenia Maria Azevedo Salomao

OCTUBRE 2009

calibres normalizados; en el *ensayo de sedimentación*, se mide la velocidad de decantación de las partículas dispersas en el agua, en función de la variación de la densidad de la solución, calculándose sus proporciones en la muestra.

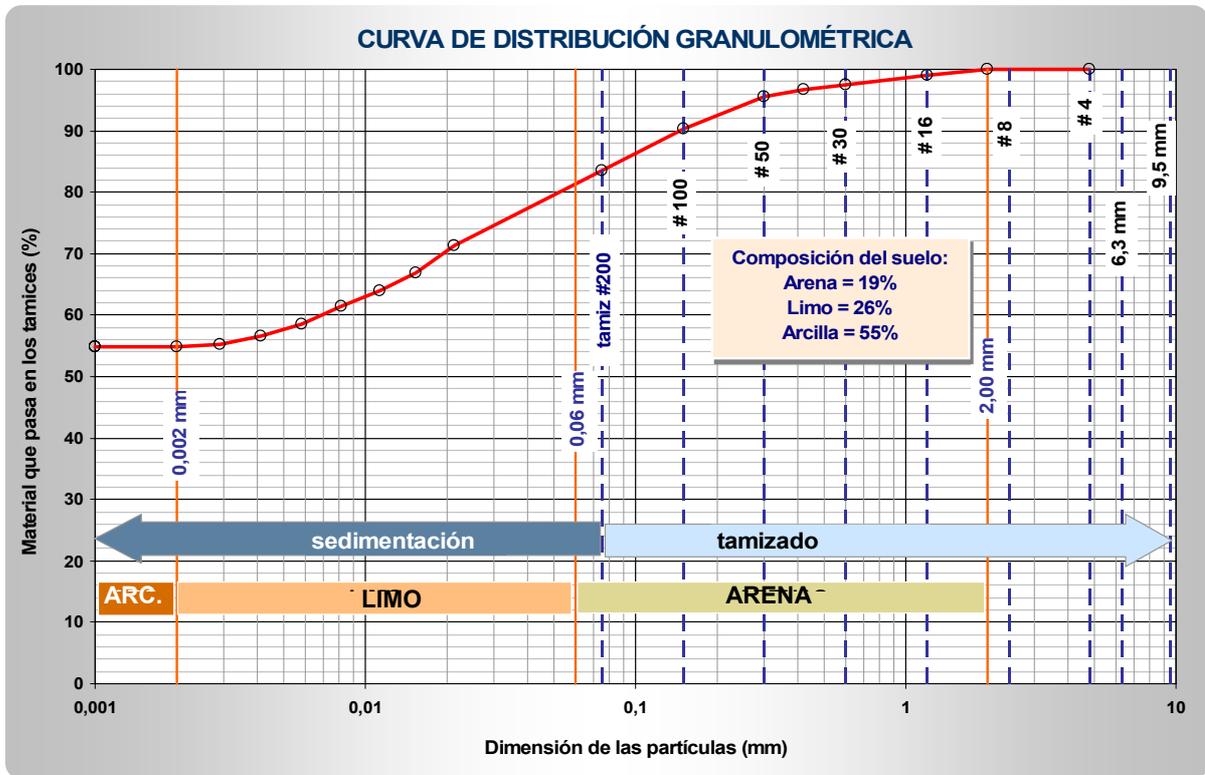


Figura 1 – Ejemplo de la curva de distribución granulométrica, con indicación de las fracciones que componen el suelo, además de las franjas para ensayo de tamizado y de sedimentación (adaptado de FARIA, 2002)

Figura 2 – Ensayo de tamizados: serie de tamices patrón y equipo eléctrico de tamizado



Obede B. Faria



Obede B. Faria

Figura 3 – Ensayo de sedimentación: aparato dispersor; transferencia del suelo disperso para la probeta de 1 litro, y homogeneización de la temperatura del densímetro

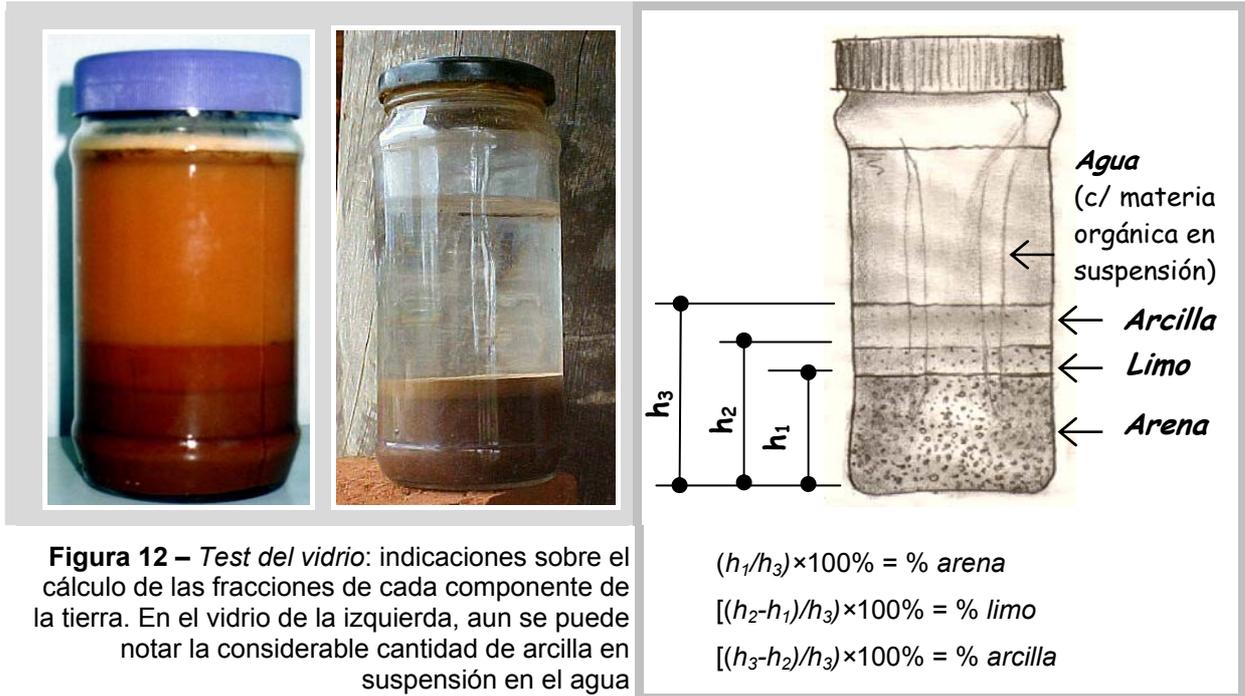
Los límites de las fajas de dimensiones de las partículas son definidos en normas técnicas y presentan pequeñas variaciones entre los diversos países. Como ejemplo, la tabla 1 presenta el sistema de clasificación granulométrica adoptado en Brasil, establecido en la NBR 6502 (ABNT, 1995) y las principales características de cada grupo.

Tabla 1 – Clasificación granulométrica de los constituyentes del suelo (ABNT, 1995)

Dimensión de los granos d (mm)	Clasificación de las partículas	Características principales
$2 \leq d \leq 20$	grava	elemento inerte y resistente
$0,06 \leq d < 2$	arena	elemento inerte, sin cohesión
$0,002 \leq d < 0,06$	limo	sin cohesión, disminuí la resistencia de la arena
$d < 0,002$	arcilla	posee fuerte cohesión, sin estabilidad volumétrica, expande en la presencia del agua; presenta propiedades físicas y químicas bastante variadas según su origen

Plasticidad

Según su grado de humedad, el suelo puede ser *líquido*, *plástico* o *sólido*. El aspecto y la consistencia de los suelos y, en particular de las arcillas presentes, varían de manera muy nítida conforme la cantidad del agua que contiene. Atterberg (apud Caputo, 1978) desarrolló ensayos que consisten en medir el grado de humedad del suelo en los diversos estados de consistencia (figura 4).



Con los resultados obtenidos, se puede confirmar la clasificación realizada por medio de los tests táctil y visual e identificar la técnica más adecuada para la tierra analizada, con auxilio de los cuadros presentados en las figuras 13 y 14.

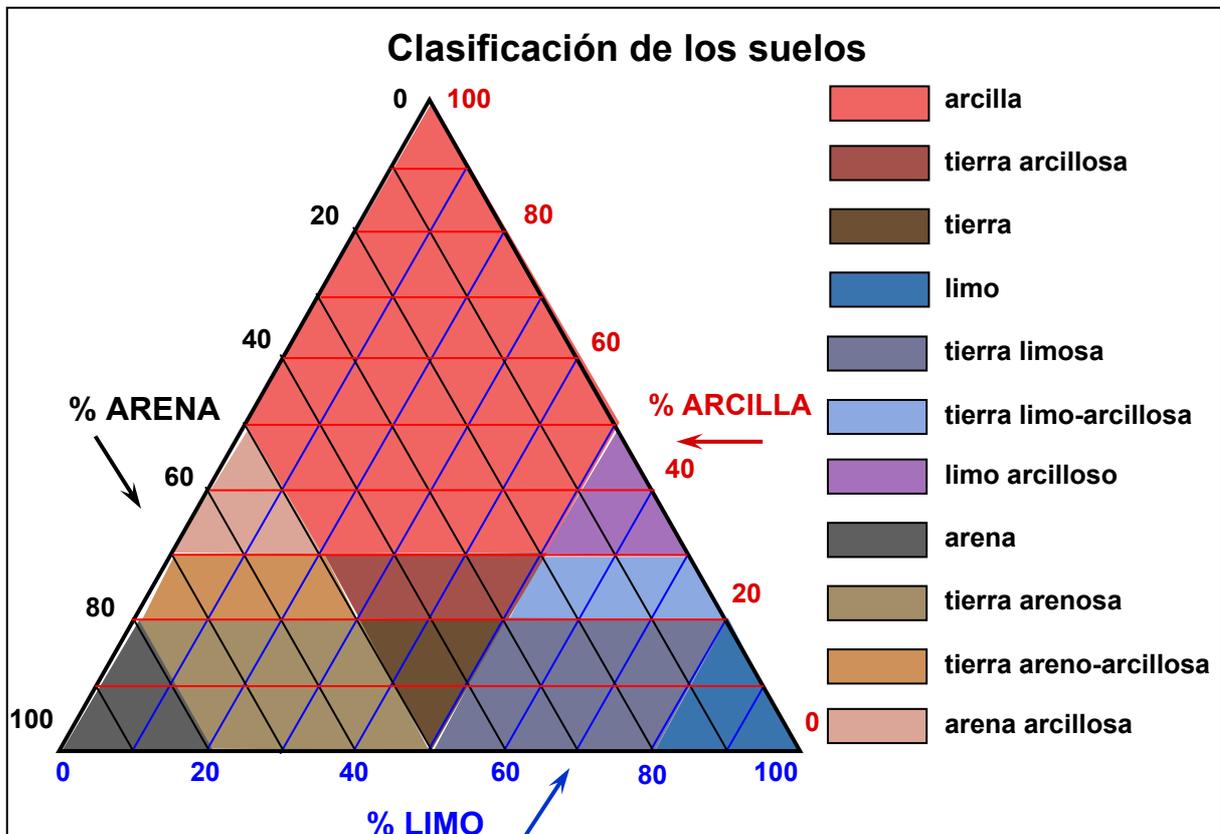
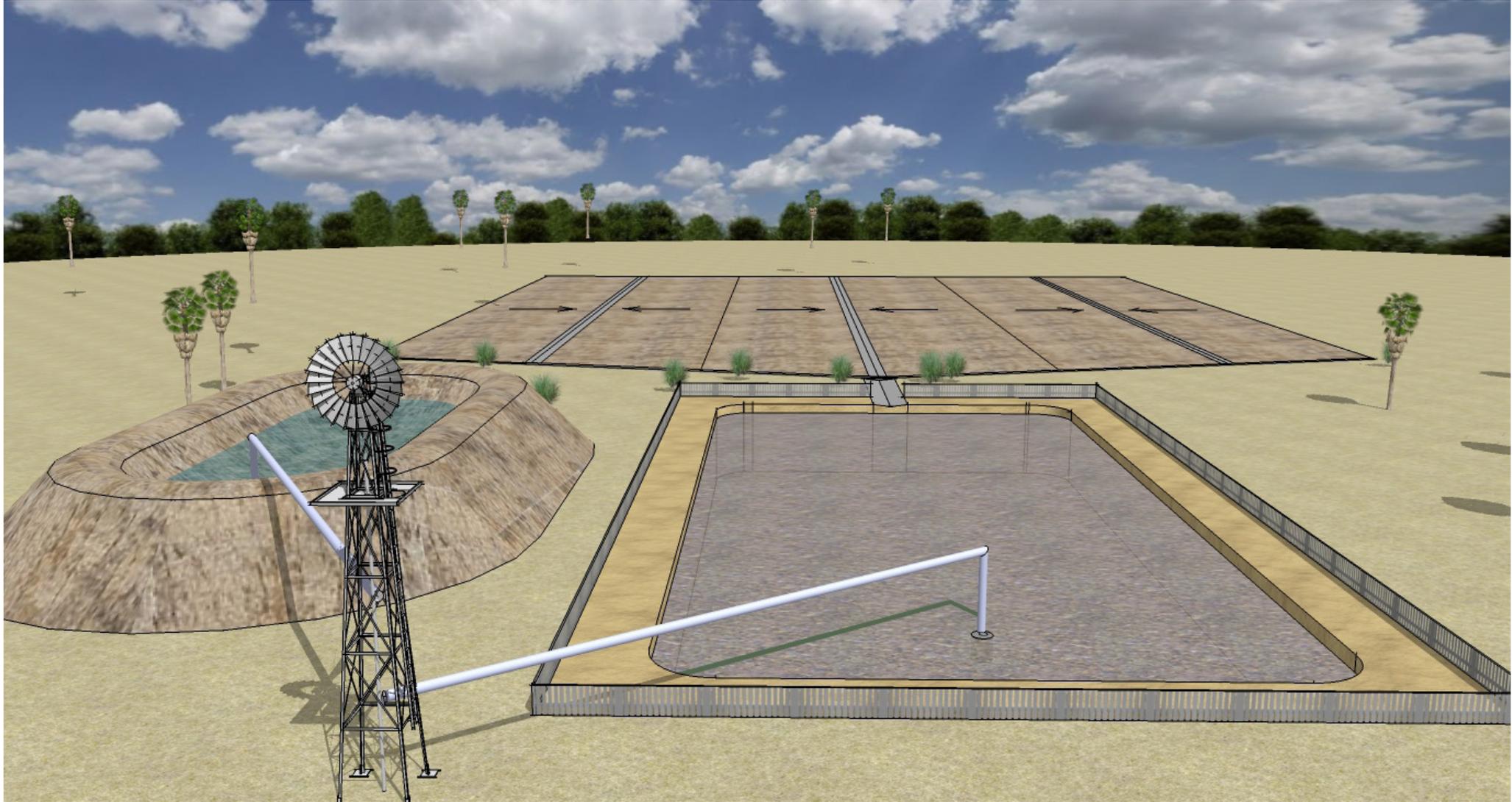


Figura 13 – Diagrama de clasificación de los suelos, por test del vidrio (adaptado de Aid at al (s/d) y Moran, 1984)



Un sistema de Tajamar con Campo de Colecta y Reservorio Elevado



El sistema que se observa en las imágenes muestra el reservorio elevado, el campo de cosecha, donde pueden observarse las cunetas sucesivas y las pendientes que conducen a las mismas, denominadas "camellones" que representan el terreno preparado para recibir el agua y con las canaletas para conducir el líquido y finalmente se observa el canal principal que une el campo de cosecha con el tajamar "pulmón". Desde este punto, en este caso el agua es elevada con motobomba hasta el reservorio elevado o tanque australiano, dado que en el sitio se dispone de energía eléctrica.









Un sistema de Tajamar recubierto y Tanques de Fibra de Vidrio para Almacenamiento de Agua



Uno de los sistemas montados en la localidad de Casuarina es un tajamar recubierto con membrana de polivinilo. Un sistema de elevación en base a un molino de viento y cuatro tanques de fibra de vidrio con un techo de protección, completan el sistema.

En la imagen superior se observa el punto de llegada del torrente de agua que es recogido de la ruta cercana y que es almacenada en el tajamar.

Los pobladores han comentado, que creen de que este tajamar el agua se evapora mas rápido, lo cual puede ser consecuencia de que se observa que el mismo es relativamente poco profundo y con la boca muy ancha, a lo cual puede aportar el color negro del elemento que recubre la superficie.



Tajamar tradicional con molino y tanque elevado, así como también un tanque australiano







Sistemas de Tajamar Tradicional y Tanque Australiano y la variante del Reservorio Tajamar elevado con el apoyo del Tajamar “pulmón”.

Los cuadros siguientes buscan establecer las relaciones de superficie del campo de colecta de agua, con los volúmenes de un tajamar tradicional complementado por un tanque australiano y una variante consistente en un tajamar pequeño o “pulmón” que acumula el agua de una lluvia y que después es bombeada por un sistema de bombeo eléctrico a un reservorio tajamar elevado, de mucha profundidad.

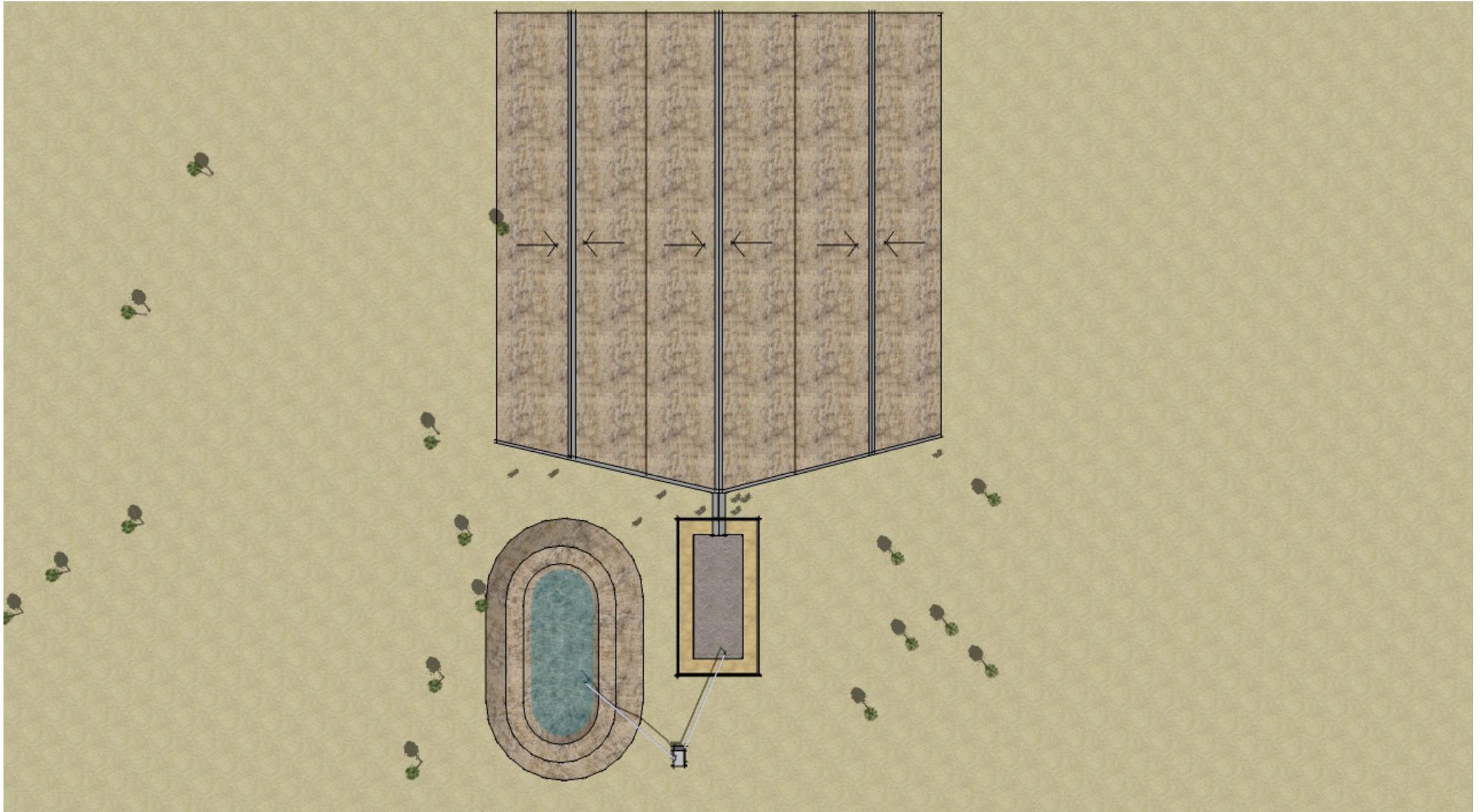
Componente tajamar tradicional	Unidad	Dimensiones en %	Condición de diseño	Observaciones	Rendimiento
Tajamar tradicional	m ³	1,00	Debe acumular el agua de lluvia en base por la superficie de captación de agua /1 Ha=10.000 m ² x 100 mm = 1.000 m ³	Capacidad del tajamar conforme población a servir por el plazo de sequía máxima estadísticamente establecida	
Tanque australiano o reservorio elevado	m ³	0,25	La capacidad del tanque australiano se mide en base a 1/5 de la capacidad del tajamar = 2000 m ³	Tierra removida del tajamar para conformar el tanque australiano o el reservorio elevado	
Superficie de captación de agua	m ²	1 Ha	Superficie preparada para captar agua minimizando las pérdidas por absorción 10.000 m ²	Superficie calculada conforme precipitación promedio por población a ser servida	Si el suelo está preparado, capta del 60 al 65% del agua caída

Componente tajamar con represa o tajamar elevado donde hay electricidad	Unidad	Dimensiones en %	Condición de diseño	Observaciones	Rendimiento
Tajamar "pulmón"	m ³	0,20	Debe acumular 100 mm de lluvia por la superficie de captación de agua /1 Ha=10.000 m ² x 100 mm = 1.000 m ³	Capacidad del tajamar es equivalente a una lluvia de 100 mm, pero debe ser bombeada al reservorio elevado una vez que la lluvia terminó.	Conforme población a servir por el plazo de sequía máxima estadísticamente establecida
Reservorio elevado	m ³	1,00	La capacidad del tanque australiano se mide en base a 1/5 de la capacidad del tajamar = 2000 m ³	Tierra removida del tajamar se aplica para conformar el el reservorio elevado, que tiene dos a tres metros bajo el nivel del suelo y luego la represa	
Superficie de captación de agua	m ²	1 Ha	Superficie preparada para captar agua minimizando las pérdidas por absorción 10.000 m ²	Superficie calculada conforme precipitación promedio por población a ser servida	Si el suelo está preparado, capta del 60 al 65% del agua caída

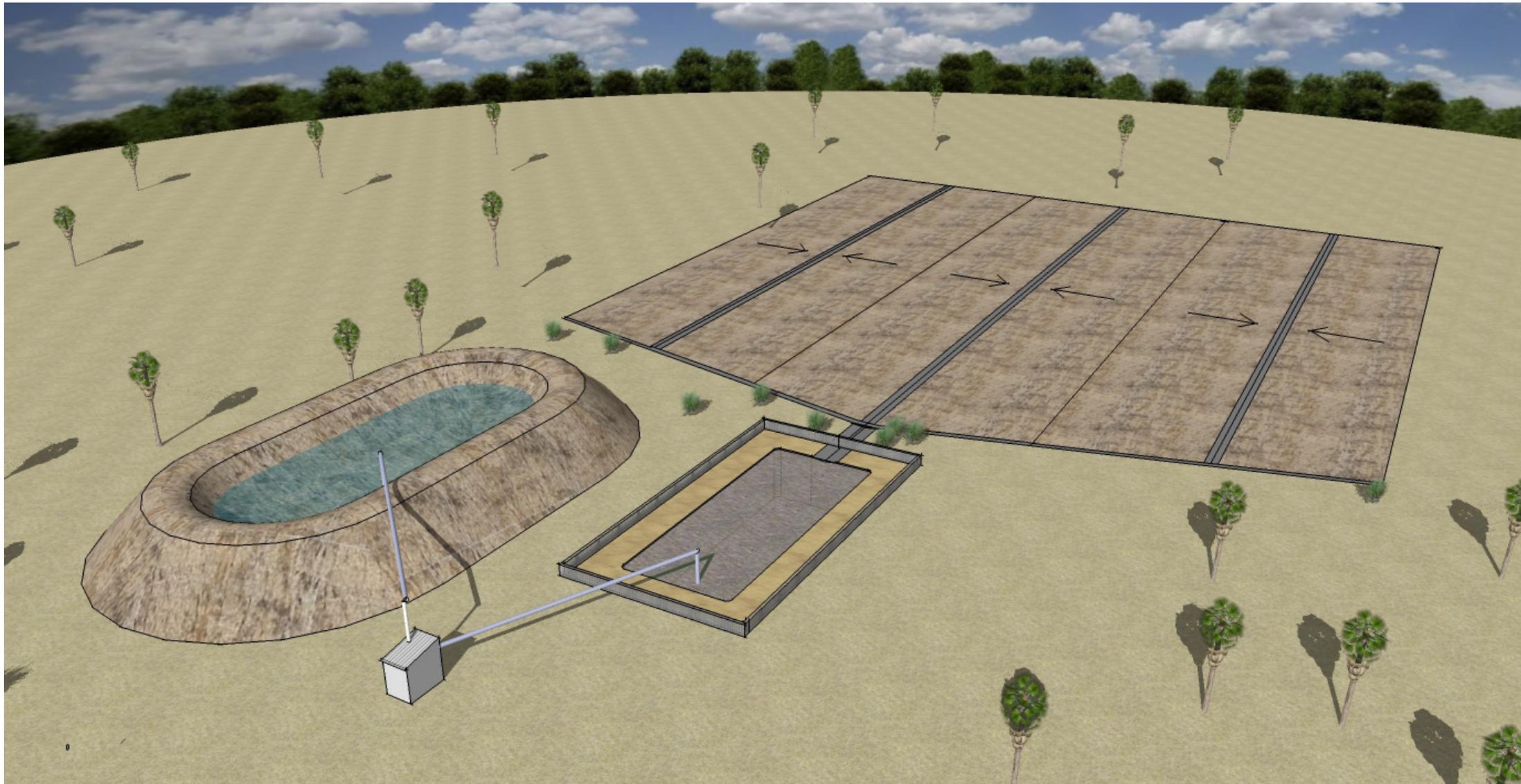
Sistema compuesto por un campo de colecta, un “tajamar pulmón” y un “reservorio tajamar elevado”. Este último tiene una capacidad cinco mayor que el tajamar pulmón y gracias a que se encuentra en parte excavado y además sobreelevado, es profundo, por lo que se puede reducir el área de superficie expuesta en la superficie.



Planta del sistema compuesto por un campo de colecta, un “tajamar pulmón” y el “reservorio tajamar elevado”. Como se indicaba, en sitios donde hay energía eléctrica, de esta manera el agua acumulada se encuentra mas protegida contra la evaporación.



Otra imagen del mismo sistema compuesto del campo de colecta, el “tajamar pulmón” y el “reservorio tajamar elevado”.



2.4 Estudios Hidrogeológicos.

Exploración geofísica en Caazapa y Boquerón. Tomografías geoelectricas, sondeos geoelectricos verticales. Monitoreo de fuentes de agua.

Análisis de antecedentes de base del área. Análisis e interpretación de tareas de campo. Conclusiones.

Hallazgos en las Comunidades de Caazapa y Boquerón seleccionadas.

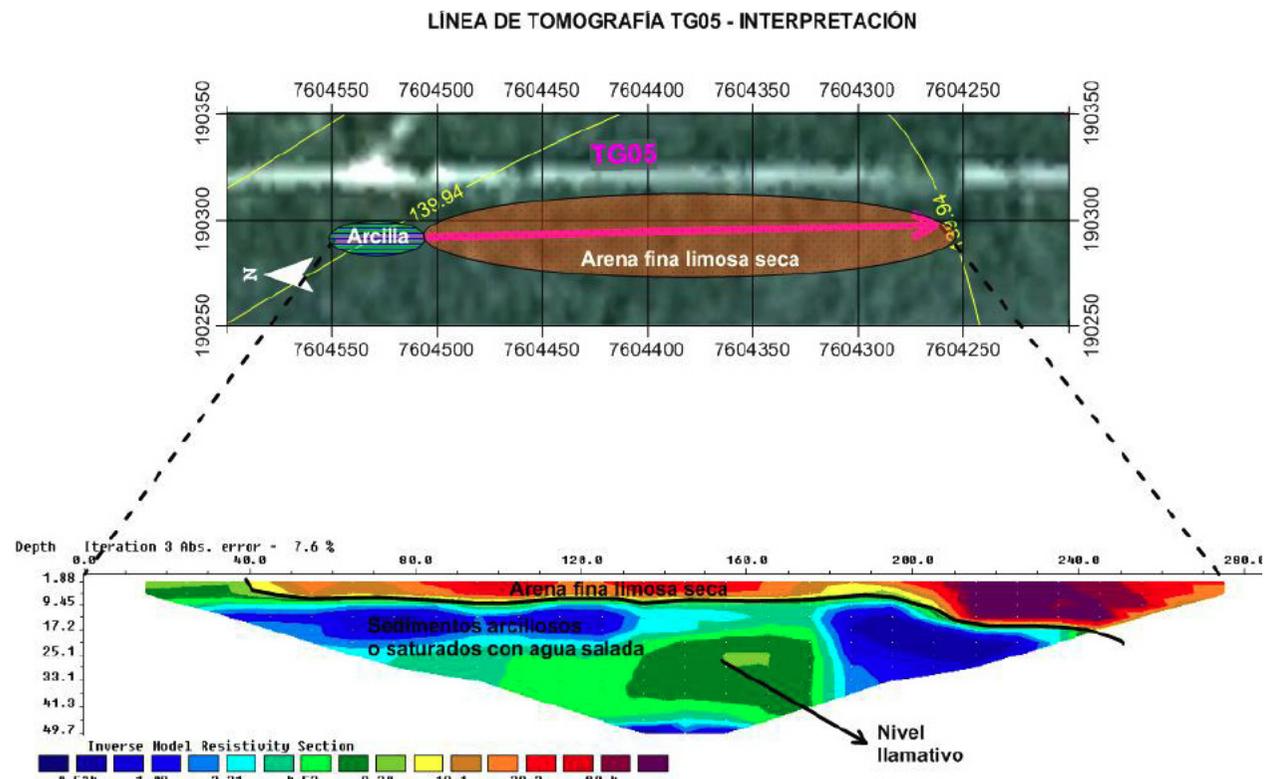
Estudio hidrogeológico en las Comunidades de:

Caazapa:

Oro Kui,
Chaquira,
Cerrito,
San Ramón de Corralito

Boquerón:

10 de febrero,
Ijnapui,
Mistolar
Yacacvash.



Tecnologías apropiadas en Saneamiento para comunidades rurales e indígenas dispersas

El saneamiento, en especial en el área rural, como hemos observado en el diagnóstico, es uno de los campos donde nuestro país presenta mayor atraso. Dar respuestas apropiadas a las necesidades de pobladores campesinos e indígenas en los departamentos de Caazapa o Boquerón fueron los desafíos de esta investigación.

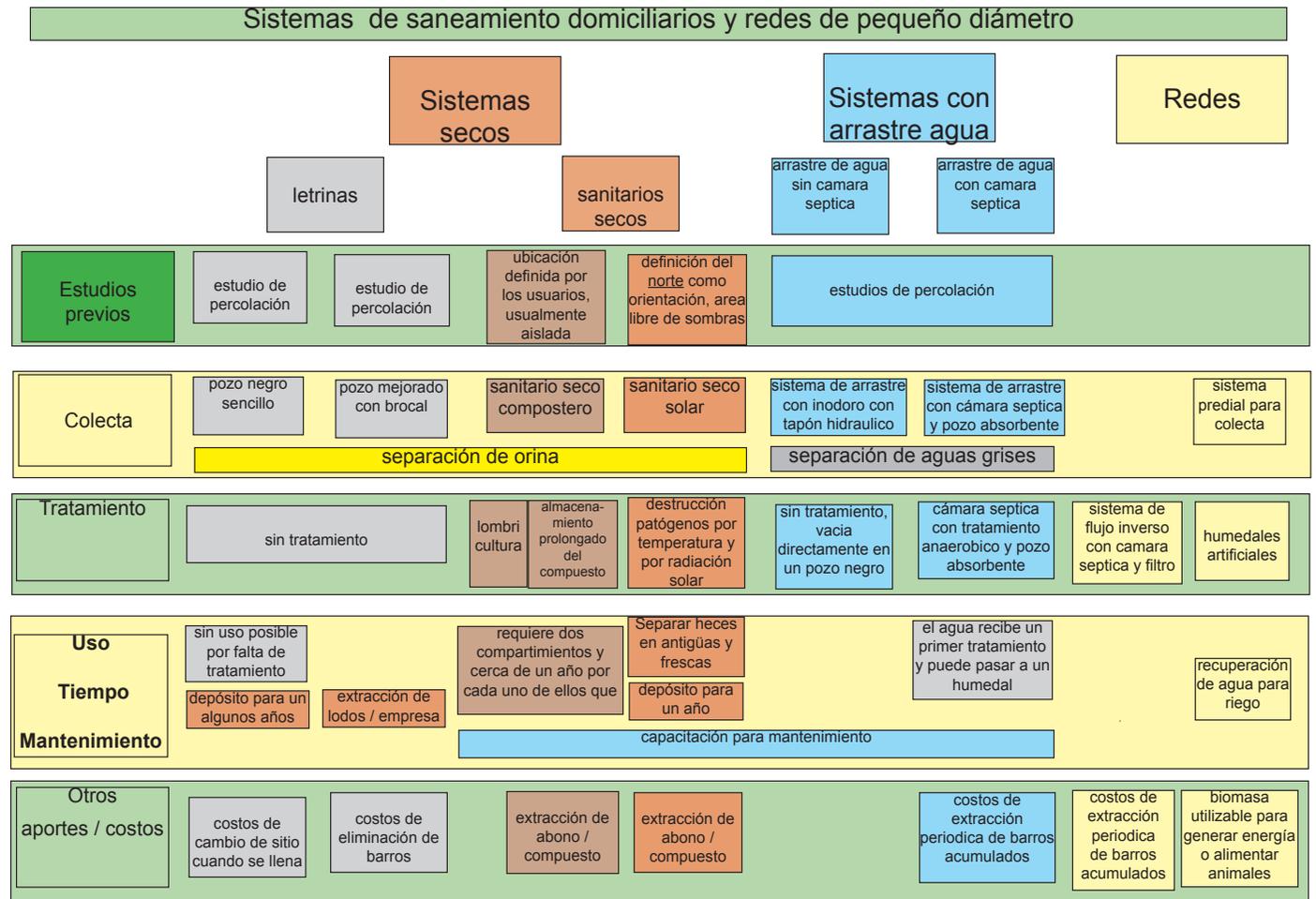
Objetivo del proyecto: Identificación, definición, diseño de tecnologías apropiadas y construcción de modelos demostrativos para la provisión de agua y saneamiento mejorado, social y culturalmente aceptadas, para comunidades rurales y población indígena en los Departamentos de Caazapa y Boquerón del Paraguay.

Como observamos en el gráfico adjunto los **sistemas secos** son divididos en **letrinas** y en **sanitarios secos**. Estas primeras se diferencian por contar con un pozo sencillo -negro-, por lo general sin revestimiento, sin protección de los bordes, siendo presentadas en este trabajo opciones de mejoramiento.

Los **sanitarios secos** se dividen en **sanitarios secos composteros** y **secos solares**.

Las **letrinas** actúan en forma directa sobre el suelo donde son implantadas y dependiendo del tipo de suelo y la presencia de agua a nivel del subsuelo, tienen diversas acciones sobre el ambiente. Los sanitarios secos actúan en un sitio dado en forma independiente al suelo allí disponible.

Los **sistemas con arrastre de agua** son aceptados en la región Oriental y como plantea la bibliografía, existe una cierta magia en tirar una cadena o cordel y que el problema ya no exista, además de con



generar olores y permitir mantener los sanitarios dentro de las viviendas sin mayores inconvenientes. Por lo general estos sistemas en el área rural constan de un inodoro con tapón hidraulico y un pozo negro. El avance tecnológico ha dado paso a sistemas que cuentan con un tanque séptico como forma de tratamiento anaerobico, que es exigido en programas del Estado que opten por esta forma de solución de saneamiento domiciliario. Uno de los inconvenientes planteados para estos sistemas en el área rural tienen que ver con el mantenimiento de los mismos, para los que la cultura del campesino y del indígena no están preparadas. Las cámaras sépticas requieren de una periodica remoción de los barros acumulados, pero no se tienen referencias de que esto ocurra habitualmente. Otro de los aspectos a considerar cuando el agua utilizada por las cisternas es agua “tratada”, que la misma tiene un alto costo para el uso al que se destina, por lo que en caso de que sea posible utilizar otros sistemas, dado que la costumbre del sitio lo permite, recurrir en lo posible a sistemas secos como solución a ser propuesta.

Al proponer una solución sanitaria en el area rural y en comunidades indígenas es necesario analizar la posición que adoptará el poblador para utilizar dicho sanitario, pues existe información sobre las ventajas para la salud de las “cuclillas”, que es la posición que adopta normalmente un campesino o indígena, es decir que coincide con lo que culturalmente hoy se realiza. Para distintos sistemas sanitarios incluso se tienen respuestas técnicas apropiadas. Tomando a la taza turca como referencia observamos la solución para las cuclillas en el caso de sistemas de arrastre de agua. Hemos encontrado casos donde los pobladores solicitan inodoros de asiento, por lo general, cuando se trata de construir un sanitario “moderno” y bajo este título se “vende la imagen” de estos inodoros de asiento, los que a menudo terminan siendo utilizados en cuclillas con grave riesgo para quien los usa.

En el caso de los sanitarios de “arrastre de agua” hay que considerar para el caso en que los suelos no sean muy absorbentes la posibilidad de separar las aguas grises, las que esa manera pueden ser reconducidas

Tipo de suelo y selección de sistema de saneamiento									
sistema suelo	Sistemas secos				Sistemas con agua			Redes	
	letrinas		sanitarios secos		arrastre de agua sin camara septica	arrastre de agua con camara septica	separación de aguas grises	colectores prediales y tratamiento final	
	común	mejorada	sanitario compostero	sanitario solar					
suelo absorbente	pozo negro sencillo excavado sin protección	pozo negro protegido contra agua de lluvia y otros	independiente de la condición del suelo	independiente de la condición del suelo	pozo negro sencillo o protegido	cámara séptica para retener los líquidos 24 hs y pozo absorbente	a los efectos de su re-uso para una huerta por ejemplo		
suelo no absorbente	pozo negro superficial u otra solución	pozo negro superficial u otra solución	suelo al solo efecto de fundaciones y evitando ubicar el sistema en el recorrido de un cauce de agua de lluvia	suelo al solo efecto de fundaciones y evitando ubicar el sistema en el recorrido de un cauce de agua de lluvia	sistema no recomendado para uso	sistema no recomendado para uso	separación de aguas grises para reducir el volumen liquido		
napa superficial	dificultad para excavación y para depositar	dificultad para excavación y para depositar			zanja de infiltración cuando la napa el alta	zanja de infiltración cuando la napa el alta	separación de aguas grises para reducir el volumen liquido		
carencia de agua en la zona	no requiere agua para uso sanitario	no requiere agua para uso sanitario			sistema no recomendado para uso	sistema no recomendado para uso	sistema no recomendado para uso		

Factores que intervienen en la respuesta del sistema a ser utilizado en un sitio dado

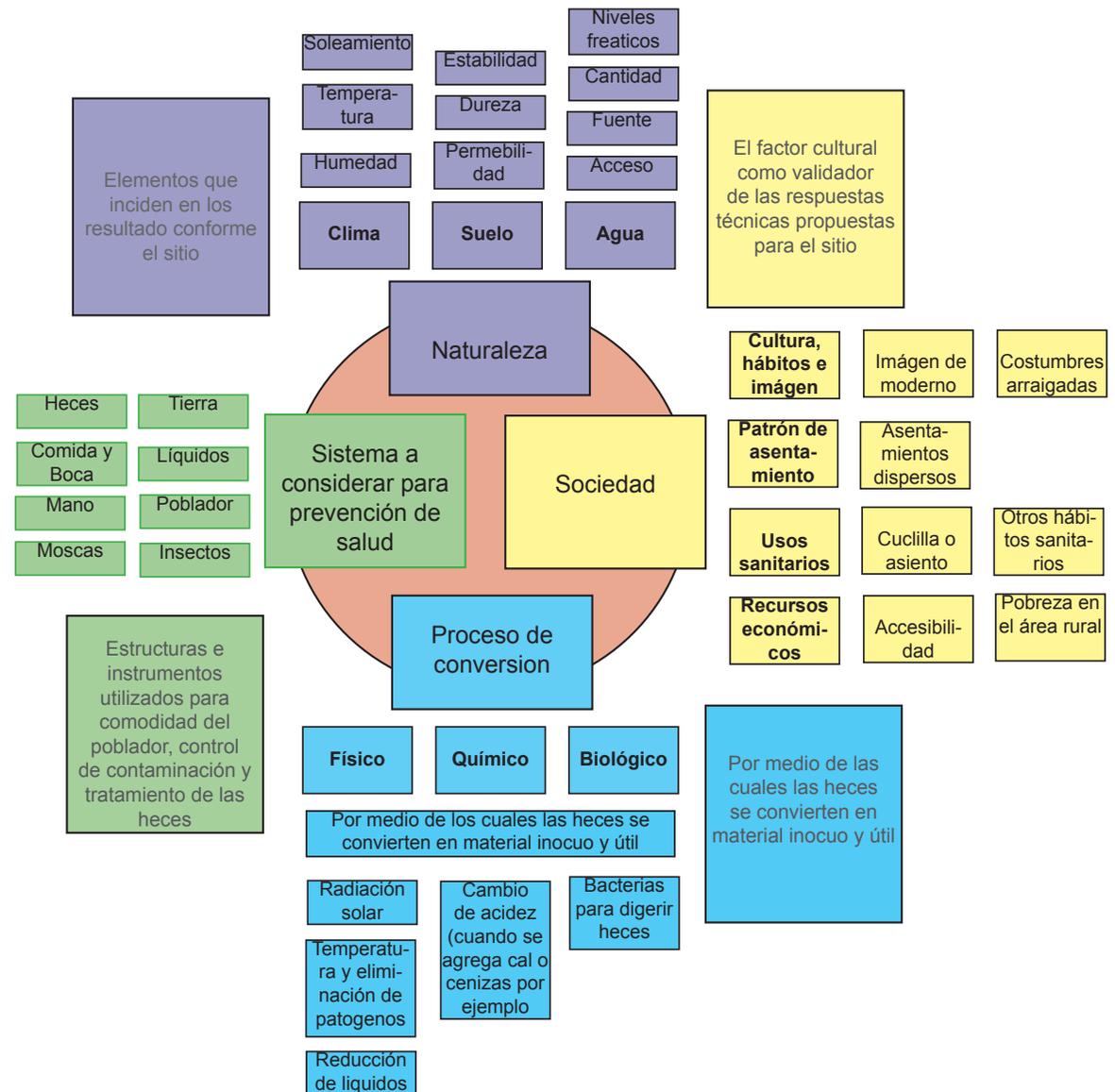
El cuadro siguiente pretende resumir las distintas variables que intervienen en la toma de decisiones sobre el sistema más adecuado a una condición dada.

En la toma de decisiones interviene el Sitio y la Naturaleza allí presentes con múltiples variables a partir del Clima, el Suelo y el Agua.

En cuanto a la Sociedad y su Cultura son definitorias en la aceptación del sistema que se proponga e intervienen factores tales como la cultura y los hábitos, como en el caso analizado donde la población rural utiliza las cuclillas, que habría que preservar por sus virtudes.

El Proceso de Conversión o tratamiento para las heces tiene que ver con sistema a ser seleccionado, en el caso de los SSS se trabaja en base a procesos Físicos.

Los sistemas considerados toman en cuenta la fase de Prevención de Salud y en otros casos como vimos, la adopción del diseño considera la visión ampliada de la sustentabilidad en su respuesta técnica.



Condiciones ambientales que estimulan la eliminación de patógenos

La tabla establece los factores a ser considerados para crear las condiciones adecuadas para la destrucción de patógenos, entre las que algunas fueron consideradas como parte integrante del diseño y están presentes cuando construimos un sanitario seco solar.

Las principales condiciones tienen que ver con la **temperatura**, que como indica Esrey y lo confirma la tabla de "Feachem R, Richard G et al. Sanitation and Disease: Health Aspects of Excreta and Wastewater Management", a partir de determinadas temperaturas los patógenos son eliminados.

Asimismo la **sequedad** es otra condición deseada, la que es promovida en la medida que la temperatura aumenta. Al eliminar la orina aportamos a crear un ambiente más seco para las heces en la cámara de deshidratación.

La **radiación solar y los rayos UV** tienen efectos germicidas que son aprovechadas por el diseño elegido para la cámara de deshidratación.

La **ventilación** no es un factor dominante en la cámara de deshidratación diseñada. Se la dejó en un segundo plano destinada a alejar olores, aún cuando existe y es favorecida por la columna de ventilación, que crea un ambiente aeróbico.

El **tiempo** es un factor que como hemos observado no afecta mucho si las condiciones son favorables a los patógenos, pero que en un medio hostil como el que hemos creado, puede ser reducido gracias a la acción simultánea de los factores que hemos citado.

<i>Nutrientes</i>	Patógenos que viven en los intestinos no siempre son capaces de competir con otros organismos fuera del cuerpo, donde escasean nutrientes.
<i>Temperatura</i>	La mayoría de los microorganismos sobreviven con bajas temperaturas, (<5 °C) y mueren rápidamente con temperaturas elevadas (>40-50 °C) por procesos de formación de compuesto y/o deshidratación.
<i>Acidez pH</i>	Muchos microorganismos están adaptados a valores neutrales de acidez (ph) (7). Incrementando las condiciones de acidez o alcalinidad a través del agregado de cenizas o cal tendrá un efecto de inactivación.
<i>Sequedad</i>	Condiciones de humedad favorecen a la supervivencia de microorganismos. Condiciones secas disminuyen el número de patógenos.
<i>Radiación Solar / rayos UV</i>	El tiempo de supervivencia de los patógenos se acortará cuando éstos estén expuestos a luz solar (cuando los excrementos están depositados sobre el suelo).
<i>Presencia de otros organismos</i>	Ciertos organismos pueden afectarse el uno al otro a través de la depredación, expulsión de sustancias o competencia, lo cual ocurre cuando agua de cloaca es tratada en filtros de tierra, o cuando la excreta es aplicada en la práctica de la agricultura.
<i>Oxígeno</i>	La actividad microbiológica depende del oxígeno. La mayoría de los patógenos son anaeróbicos y por lo tanto susceptibles a ser derrotados en un ambiente aeróbico. Por tal razón, la aplicación de excreta a la tierra y la exposición a ventilación contribuyen a la muerte de patógenos.
<i>Tiempo</i>	Todas las condiciones previamente mencionadas sólo se vuelven relevantes en relación al tiempo. En otras palabras, cuanto más tiempo estén expuestos los patógenos a estas condiciones, menor chance tienen de sobrevivir.

Sanear y Reciclar como formas de Control y/o Destrucción de Patògenos

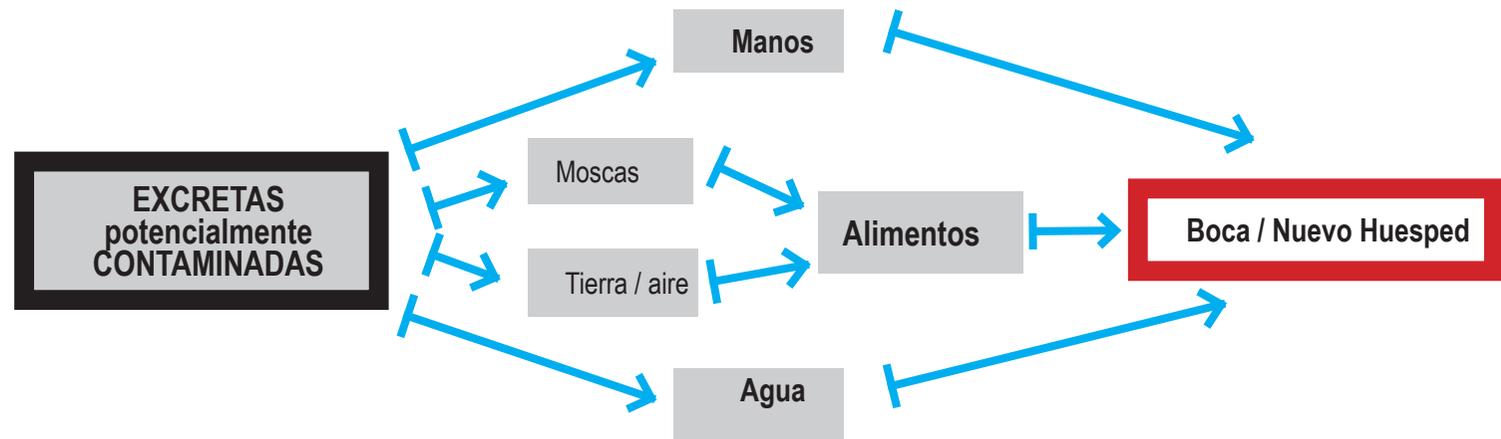
El saneamiento busca crear barreras contra la difusión de enfermedades que se relacionan a los procesos que desarrollan agentes patògenos contenidos en las excretas humanas.

Existe un ciclo entre la excreta depositada y las vías por las que los patògenos contenidos en ellas se transmiten hasta llegar de nuevo a la boca, ya sea de la misma persona o de otro huésped. Sanear consiste en establecer barreras para limitar este ciclo e interrumpirlo. Las estrategias contemplan la aplicación técnicas en base a estructuras que aíslen las heces y apoyan dichas "barreras" técnicas, la capacitación de los pobladores en temas de higiene personal, de manera que los usuarios conozcan las formas de transmisión y sus consecuencias, para poder prevenir las.

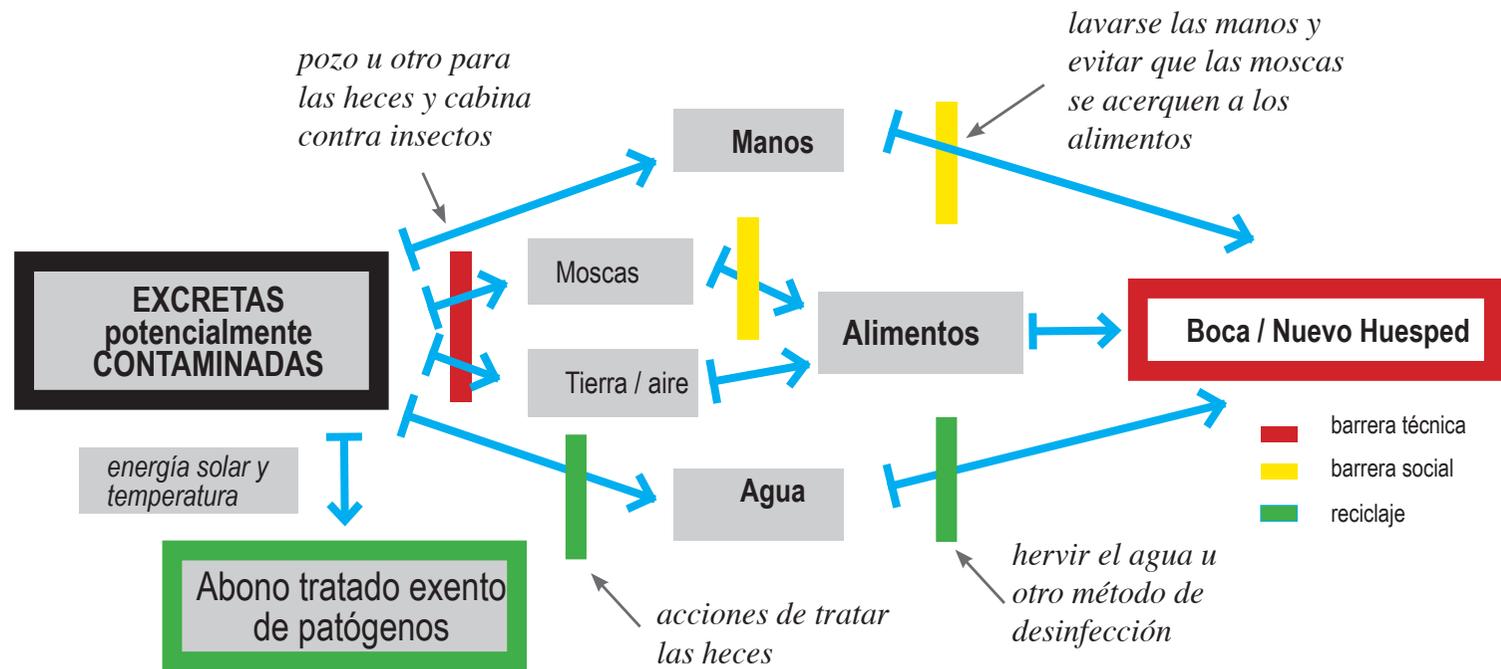
Se busca así que la población sea conciente de los riesgos de no cuidar la limpieza de manos, de no proteger los alimentos contra los insectos, en especial de las moscas, sobre la necesidad de hervir el agua o adoptar otra estrategia de desinfección de la misma.

La acción de reciclado de las heces es el resultado de la acción de sistemas secos, los cuales por distintos métodos transforman las heces, de materia contaminante en abono, inofensivo para la salud humana.

Esquema clásico de transmisión de



Estrategias de control por medio de barreras y la acción de reciclado



UN PASO MAS ALLÁ: De las Estrategias de Control hacia la Sostenibilidad

Los sistemas Secos con Tratamiento de Excretas

El gráfico está basado en los esquemas de control de los riesgos de contaminación y transmisión de enfermedades que presentamos en la página anterior e indica, bajo el lema de "Estrategias de Control" la forma clásica de encarar el manejo de las heces humanas en el marco de las políticas de salud, para las que era suficiente aislar las mismas en un pozo (negro) y crear una cabina que proteja los accesos a dicho pozo por medio de tapa y telas de mosquitero y evitar por estos medios técnicos y de la capacitación de la población los riesgos de contaminación.

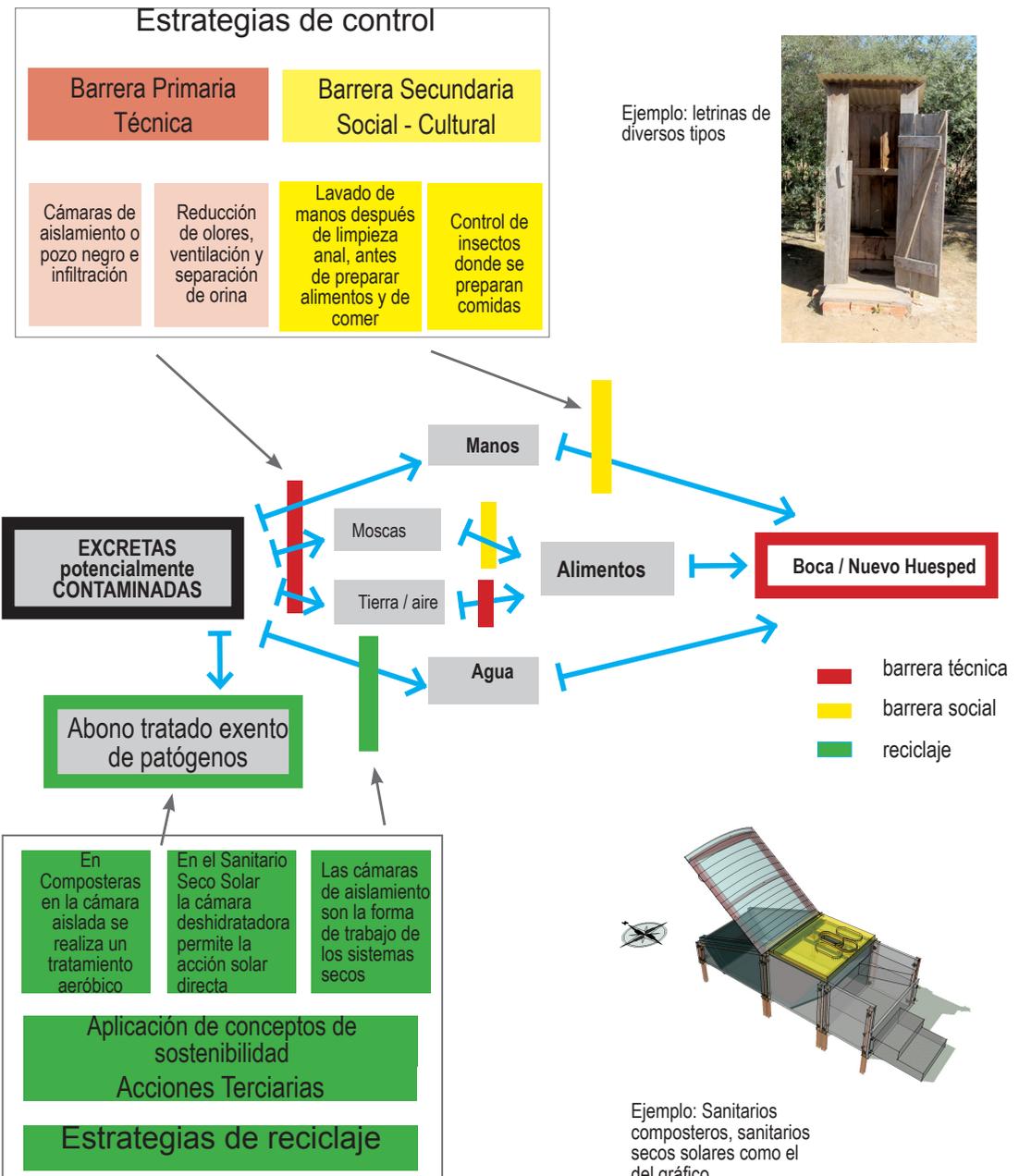
El tratamiento por medio de un sistema seco solar aporta formas de transformar las heces contaminadas en un recurso inocuo al ser humano y no contaminante para el medio ambiente. Eso se desarrolla en el caso de un sistema seco solar por medio de la acción directa de la radiación ultravioleta y la temperatura, las que además generan sequedad en el ambiente de la denominada cámara de deshidratación. Los tiempos en que estos procesos de destrucción de patógenos se desarrollan dependen en gran medida de los valores alcanzados por las tres variables antes citadas, las que determinan así el tiempo necesario de permanencia de las heces en dicha cámara de deshidratación.

Control de riesgos para la salud humana:

- Fin del ciclo de alimentación humana.
- Inicio del ciclo de contaminación.
- Materia rica en nutrientes, atrae insectos y otros por medio del olor.
- Aloja parásitos y otros patógenos.
- Contamina la napa freática.

Reciclaje de recursos

- Inicio de un ciclo de recuperación de materia / Reciclaje
- Materia de reciclaje es inofensiva y no presenta riesgos para el ser humano y el medio ambiente.



Desarrollo de Prototipos para el Saneamiento Seco Solar

Tecnologías apropiadas para comunidades rurales e indígenas dispersas.

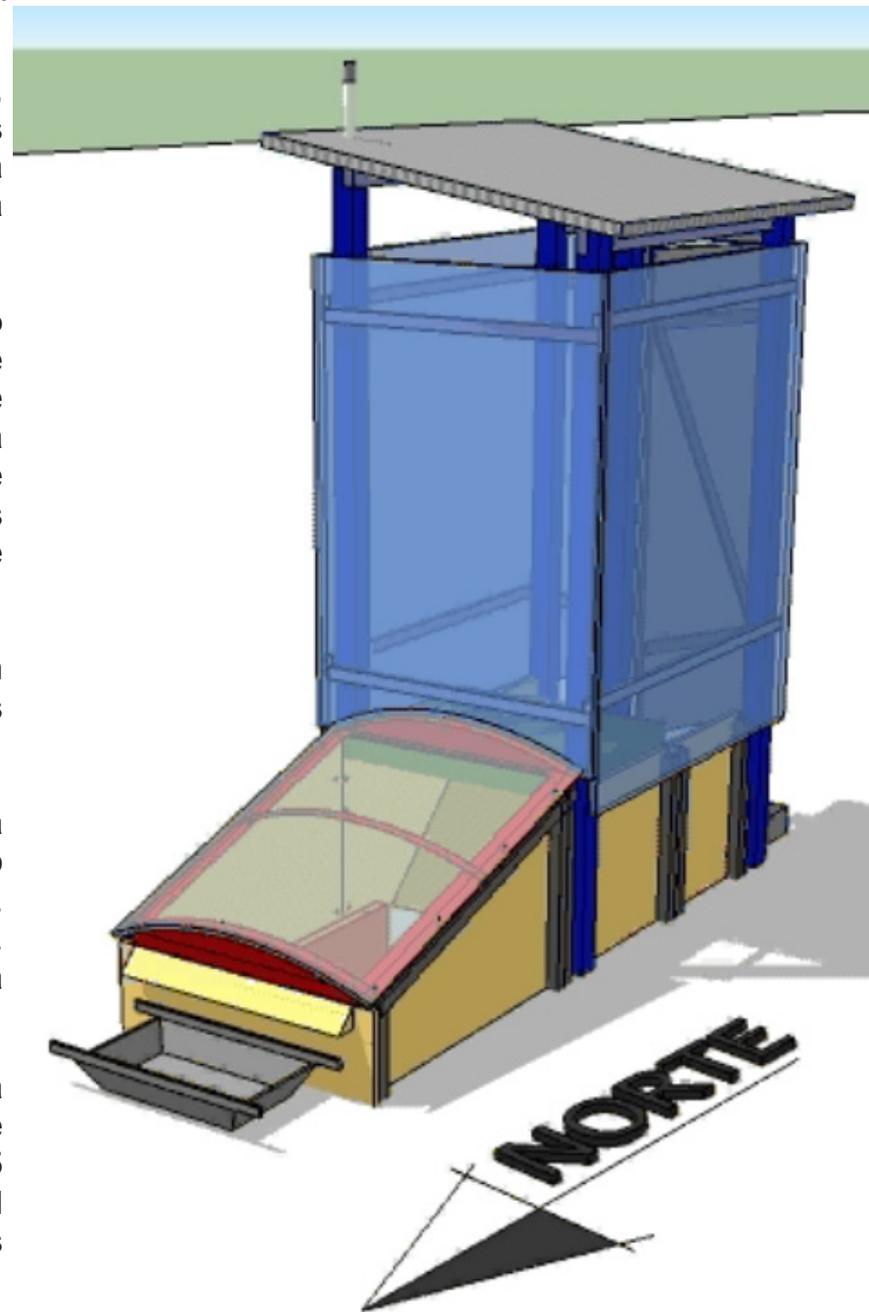
Dado que uno de los objetivos del proyecto fué la identificación, definición, diseño de tecnologías apropiadas y construcción de modelos demostrativos para saneamiento mejorado y que sean social y culturalmente aceptadas, para comunidades rurales y población indígena en los Departamentos de Caazapa y Boquerón del Paraguay, se trabajó en base a los sistemas secos solares.

Repitiendo las posibilidades que ofrece los **sistemas de saneamiento seco**, estos presenta una serie de ventajas para el área rural porque puede ser aplicado en sitios con la (1) **napa freática alta**, donde los sistemas que requieren de infiltración en el suelo no son aptos, asimismo es una respuesta con (2) **suelos impermeables**, donde no hay adecuada absorción y finalmente (3) **preserva el agua**, en un mundo que busca todas las formas posibles para protegerla como recurso, este sistema no utiliza agua en el proceso de evacuación ni como parte del tratamiento.

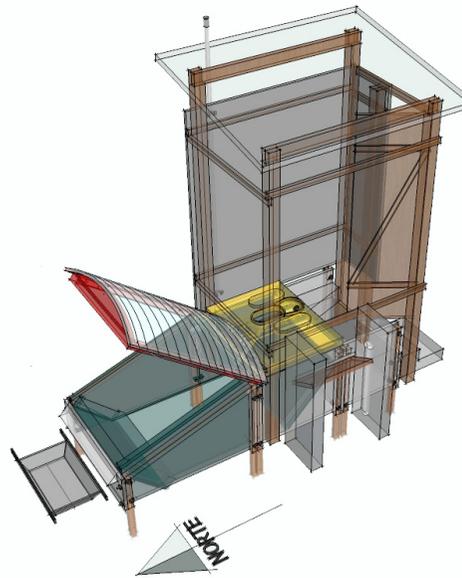
Los **sanitarios secos composteros** se basan en mantener las heces en un depósito hasta tanto los procesos de descomposición con oxigenación de las mismas tengan lugar y la materia pueda ser considerada inocua.

En el caso de los **sanitarios secos solares**, la energía solar aporta temperatura como uno de los componentes que destruye patógenos y en el prototipo diseñado, agrega la acción de la radiación directa por los rayos ultravioletas. Esta suma de factores aporta a la aparición de otro factor que es la sequedad. La temperatura asimismo obliga a un movimiento de aire, lo que produce la oxigenación de la materia y reduce la presencia de patógenos anaerobios.

La investigación fué dirigida a lograr el aumento de la temperatura en la cámara de deshidratación, inicialmente con una tapa radiadora de chapa pintada de negro, la que en los prototipos desarrollados por OPS alcanzaba entre 4 a 5 °C y para pasar luego al desarrollo de una tapa transparente, que permite el paso de la radiación solar a la misma y alcanza temperaturas que rondan los 9 a 10 °C sobre la temperatura ambiente.



Influencia del tiempo y la temperatura en patógenos seleccionados



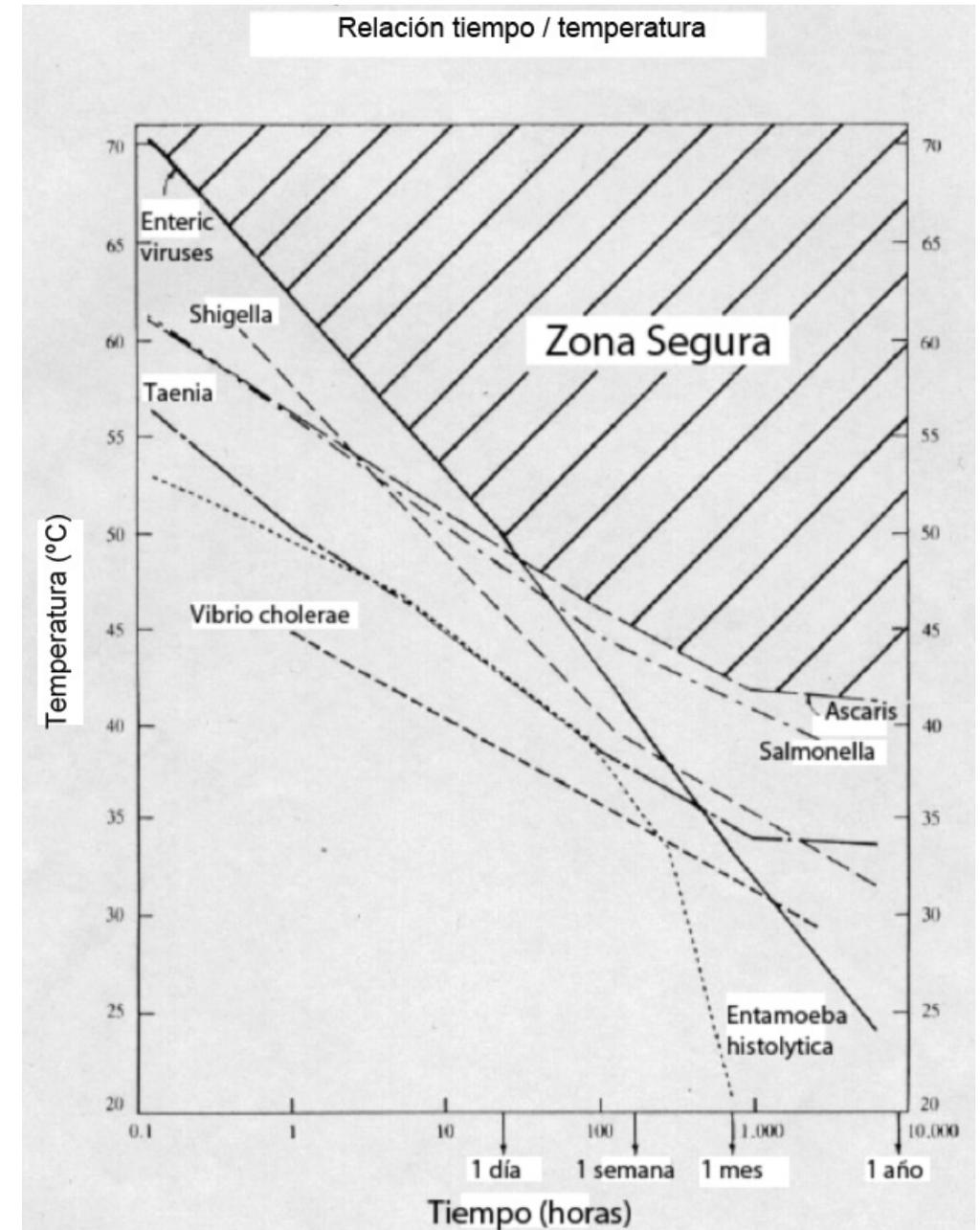
El área marcada como zona segura, libre de patógenos, representa una frontera superior conservadora para la eliminación de patógenos, donde se establece la relación de tiempo y temperatura requerida para dejar inactivos a los patógenos.

Un proceso de tratamiento con efectos de tiempo-temperatura que caiga dentro de la denominada "zona de seguridad" tiene que ser letal para todos los patógenos (con la posible excepción de la hepatitis A virus en caso de periodos cortos de retención).

El tiempo-temperatura indicado es de como mínimo 1 hora para temperaturas iguales o mayores a 62°C, un día para temperaturas iguales o mayores a 50°C y una semana a 46°C.

Para mas detalles de las combinaciones tiempo-temperatura para estos y otros patógenos, ver la gráfica que acompaña.

Bibliografía: Feachem R, Richard G et al. 1983. Sanitation and Disease: Health Aspects of Excreta and Wastewater Management. p79. John Wiley & Sons, Chichester.



Fuente: Elaboración propia a partir de Saneamiento ecológico Uno Winblad (edit), Esrey S. et al., Sida - F. E. Stifung, México, 1998.

Sistema Seco Solar como Tecnología Apropriada para Comunidades Rurales e Indígenas Dispersas

Sistemas de Saneamiento para Boquerón y Caaguazu

Varios sistemas secos se basan en mantener las heces en un depósito hasta tanto los procesos de descomposición de las mismas tengan lugar y la materia pueda ser considerada inocua. La energía solar directa aporta radiación ultravioleta y temperatura como componentes que destruyen los patógenos.

En el **Sistema Seco Solar** diseñado se suman a las estrategias de control presentes en una letrina, otras "estrategias de reciclaje" que convierten a las heces de materia contaminante en un "recurso" utilizable como abono.

Los factores ambientales que aporta el sanitario seco solar son:

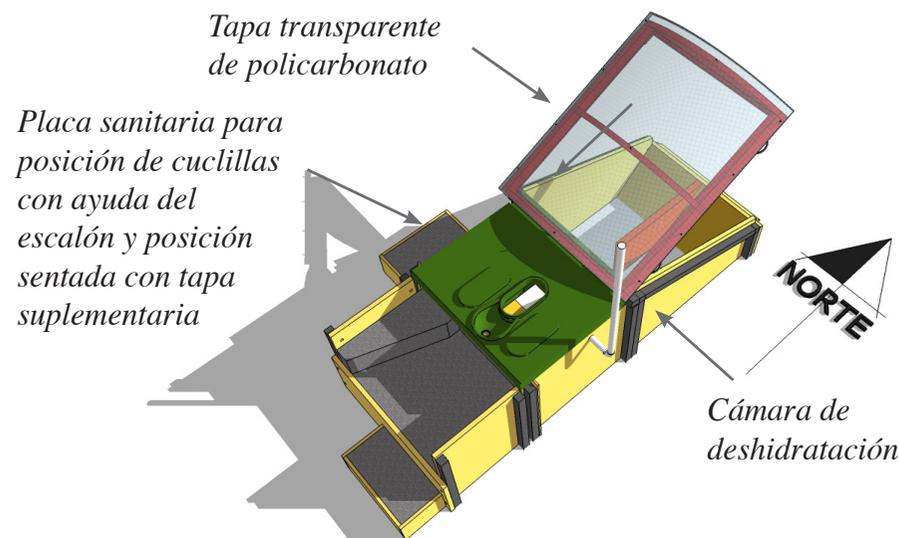
Abono tratado = temperaturas elevadas + ambiente seco + radiación solar directa + tiempo de permanencia.

La investigación buscó obtener el aumento de la temperatura en la cámara de deshidratación, inicialmente con una tapa radiadora de chapa pintada de negro -la que en los prototipos desarrollados por OPS elevaba entre 4 °C a 5 °C sobre la temperatura ambiente- para desarrollar luego una tapa transparente. Esta última permitió el paso de la radiación solar, alcanzándose así en la misma, temperaturas que rondan los 9 °C a 10 °C sobre la del ambiente.

Una condición ineludible es que la cámara deshidratadora esté orientada al norte, libre de elementos que arrojen sombras. De esa forma recibe energía durante todo el recorrido solar a lo largo del día.

En aquellos casos donde la cantidad de árboles existente en el terreno no permitan que la energía solar llegue al sistema deshidratador, habría que considerar la posibilidad de recurrir a un sanitario seco abonero (o compostero)

Sistema sanitario solar sin cabina (versión prefabricada)

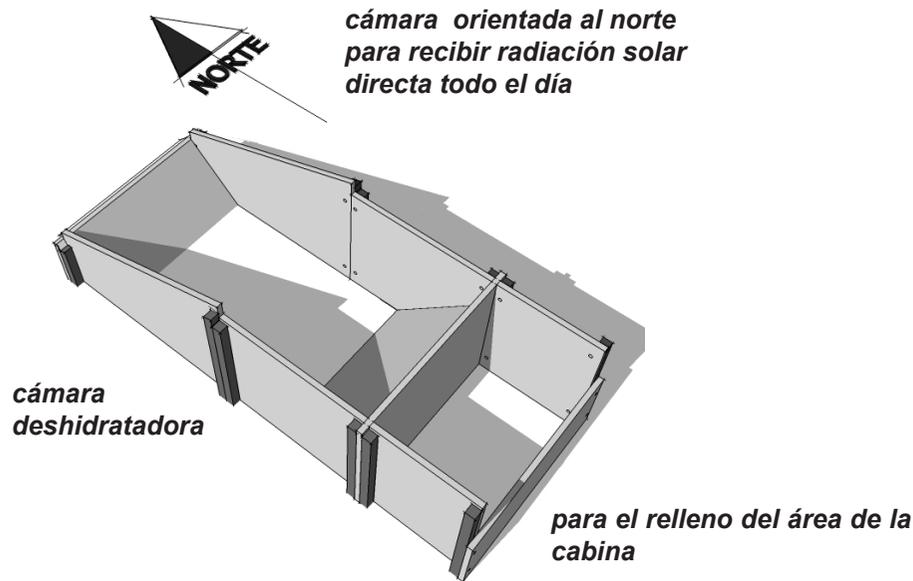


Condiciones ambientales que aporta el sanitario seco solar

FACTORES

AMBIENTALES Descripción del proceso

- Temperatura** La mayoría de los microorganismos sobreviven con bajas temperaturas, (<5 °C) y mueren rápidamente con temperaturas elevadas (>40-50 °C) por procesos de formación de compuesto y/o deshidratación.
- Sequedad** Condiciones de humedad favorecen a la supervivencia de microorganismos. Condiciones secas disminuyen el número de patógenos.
- Radiación solar** El tiempo de supervivencia de los patógenos se acortará cuando éstos estén expuestos a la radiación solar (como cuando los excrementos están depositados sobre el suelo).
- Tiempo de permanencia en la cámara de deshidratación** Todas las condiciones previamente mencionadas sólo se vuelven relevantes en relación al tiempo. En otras palabras, cuanto más tiempo estén expuestos los patógenos a estas condiciones, menor chance tienen de sobrevivir.



Sanitarios Secos

Un sanitario seco es un sistema diseñado para que las heces sean tratadas por medios biológicos o físicos, de manera que al cabo de un tiempo, las mismas puedan ser extraídas, sin olores y sin riesgos a la salud, en forma de abono para ser enterrado.

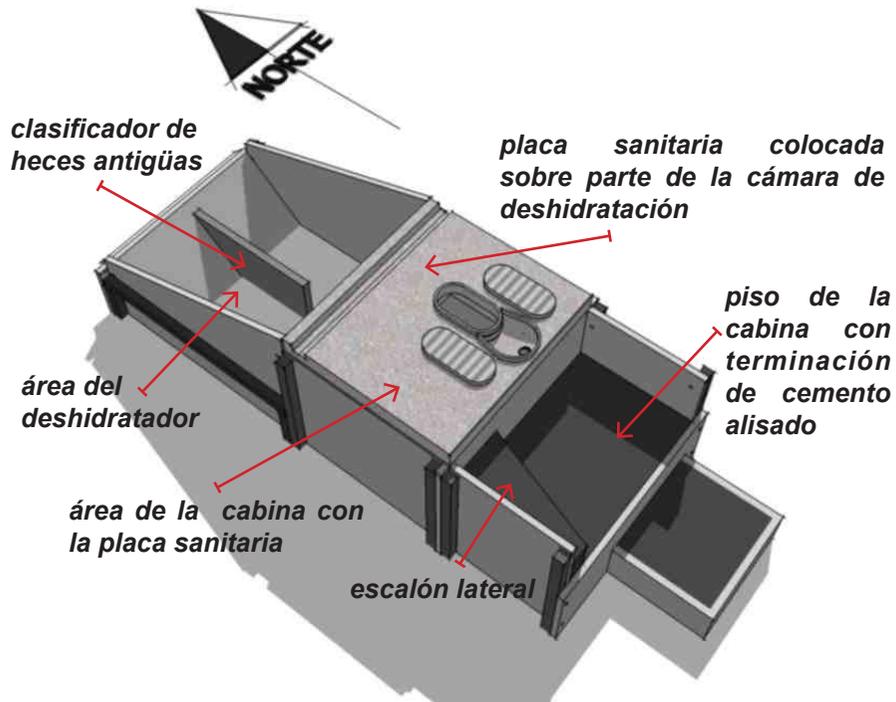
En esta investigación hemos privilegiado el desarrollo de los **sanitarios secos solares**, considerando que la abundancia de energía en el país puede contribuir a cerrar el ciclo, de manera que lo que antes era considerado un problema hoy se ha transformado en un recurso, sin ningún riesgo de contaminación. En este tipo de sanitario, las heces van a una cámara de deshidratación, donde la energía solar incide directamente y aumenta la temperatura a ese ambiente, con lo que los procesos de destrucción de patógenos son acelerados.

Presentamos asimismo de forma breve al **sistema seco compostero**, dado que en los sitios donde no sea posible utilizar un SSS esta será la alternativa para no recurrir a una letrina mejorada.

Sanitarios Secos Solares

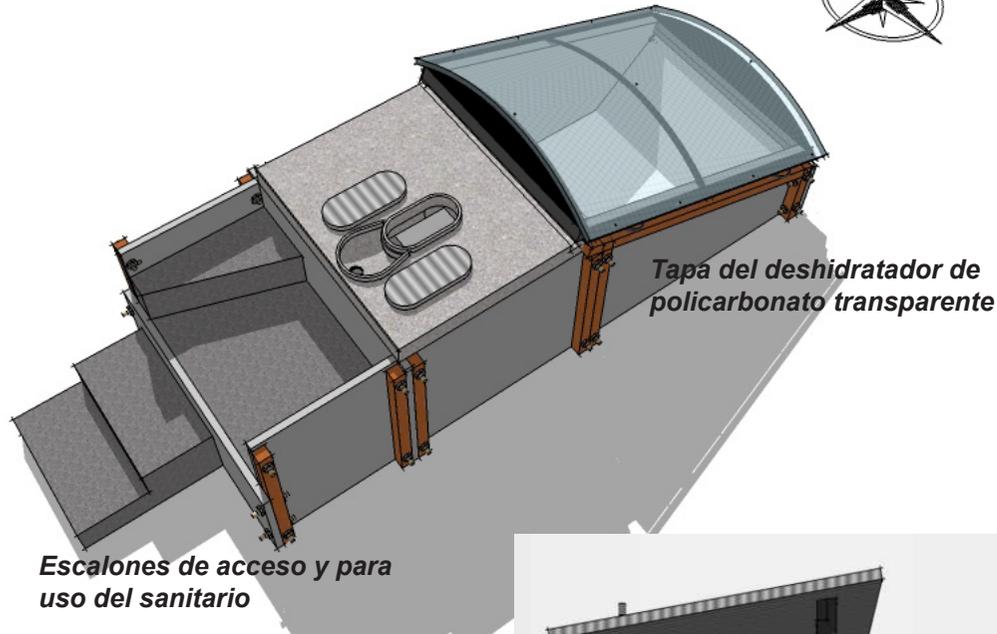
A continuación describimos un **sanitario seco solar** sin la cabina, la que luego se agrega en material cerámico o prefabricada. El sistema básico consta de la cámara deshidratadora y la base de la cabina.

La **camara deshidratadora** va provista de un **clasificador** de heces frescas. La misma cámara tiene un **perfil** tal que permite que las heces se deslicen por gravedad hacia el centro del sistema donde la energía solar puede incidir. Asimismo tiene un perfil simétrico para extraer las heces hacia un receptáculo externo para transportar las mismas cuando llega el momento de enterrarlas.



Sanitarios Secos Solares, su funcionamiento

Placa sanitaria con separador de orina



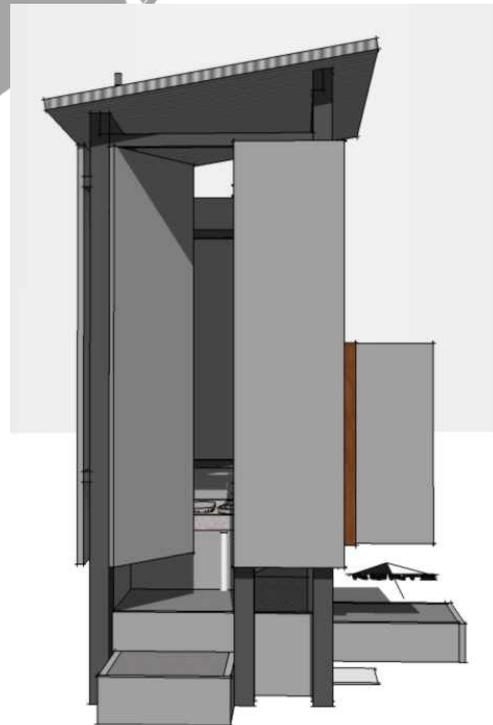
Tapa del deshidratador de policarbonato transparente

Escalones de acceso y para uso del sanitario



Tapa del deshidratador de policarbonato transparente

Cabina prefabricada con mingitorio externo



El sistema basa su funcionamiento en que la radiación solar incide en forma directa sobre las heces y las deshidrata con el apoyo de la temperatura mas elevada que se produce en el interior de la cámara deshidratadora, gracias al “efecto invernadero” que produce la tapacubierta de policarbonato. El efecto invernadero o “trampa de calor” se basa en el hecho de que la energía en ondas cortas de la radiación solar, una vez que ingresa se transforma en ondas largas, las que ya no pueden volver a atravesar la tapa de policarbonato y quedan atrapadas en el interior, incrementando así la temperatura.

El sistema puede volver inocuas a las heces al cabo de un plazo de tiempo breve gracias a este efecto combinado de temperatura elevada, incidencia de la radiación solar directa y sequedad de la masa acumulada, lo que en su conjunto determinan en tiempo de permanencia de las mismas hasta que son apartadas y luego extraídas para ser enterradas.

Caracterización Sanitario Seco Solar	
Tratamiento	Energía solar y temperatura
Agua	No utiliza
Orina	Separa
Contaminación posible	Ninguna
Patógenos	Eliminados en 2 a 3 meses
Producto	Abono
Costo (U\$D)	970
Por individuo (U\$D)	194

Tres Técnicas constructivas

Aplicables para Sanitarios Secos Solares

Presentamos tres técnicas constructivas aplicables a los sanitarios secos solares, las que evalúan por un lado las posibilidades de realizar la construcción con:

1. Técnicas tradicionales, como es el caso del ladrillo cerámico de seis agujeros.
2. Prefabricado en base a placas de hormigón armado y cabina de diversos materiales
3. Prefabricado de fibra de vidrio y cabina de diversos materiales

El Sanitario Seco Solar - Tecnología Convencional

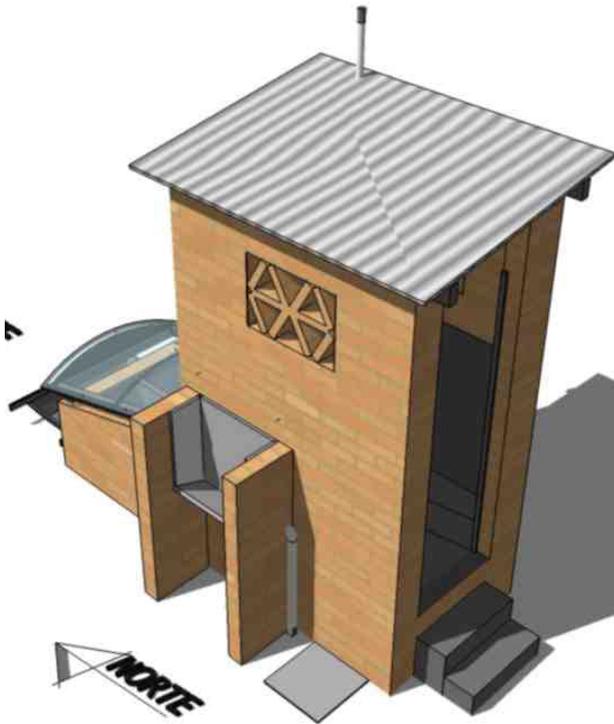
Construir el Sanitario Seco Solar con técnicas convencionales del país, nos hace recurrir al ladrillo común o conforme el sitio, como es el departamento de Boquerón, recurrir al ladrillo cerámico de 6 agujeros.

Por lo general es conveniente y necesario introducir a los obreros a la forma en que trabaja el sistema, pues esto les permitirá tomar determinados cuidados a la hora de realizar las terminaciones de la cámara de deshidratación u otra zona que requiera de especial atención, como es el caso de evitar la pérdida de olores, que molesten luego al usuario.

Sanitario Seco Solar Prefabricado 1 – Placas Cemento

La posibilidad de prefabricar un Sanitario Seco Solar permite desarrollar elementos constructivos de variada complejidad en taller, realizando los necesarios controles de calidad.

La idea de prefabricar un sistema sanitario se relaciona a ubicarlo posteriormente en algún sitio alejado, donde los costos de mantener una cuadrilla de trabajo son más altos que los de transportar el sistema y ensamblarlos en el sitio en el menor tiempo posible.



Sanitario seco solar con tecnología tradicional, con mingitorio externo, ducto de ventilación y tapa transparente para la cámara de deshidratación. La cabina está también construida con material cerámico y techo de chapa.

Volumen comparado de heces por año y la capacidad de la cámara deshidratadora			
lts	cm3	5 personas/fam.	Total cm3/año
50	50.000	5	250.000
Volumen de la cámara de deshidratación			Total cm3 disponibles
			450.000

En uno de los casos se recurrió a la preparación de placas de hormigón armado con malla de refuerzo tipo gallinero, con lo que se reduce la formación de microfisuras.

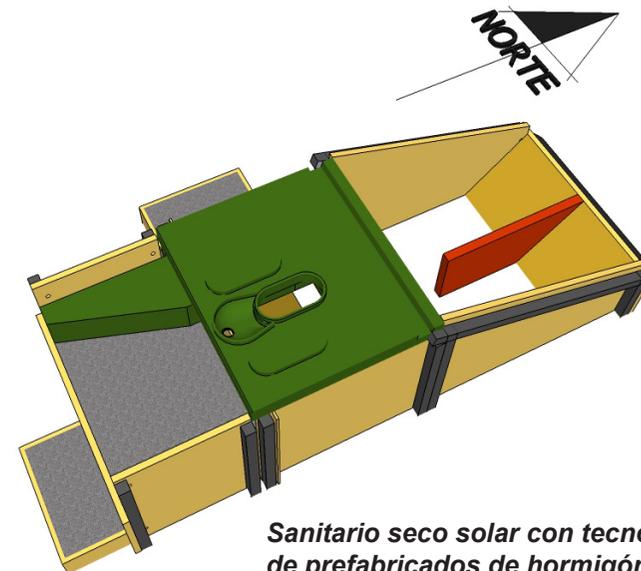
Esta técnica se basa en colocar estacas de hormigón armado a las que las distintas placas van abulonadas con las correspondientes arandelas. Sobre la caja que se arma de esta forma se coloca la placa sanitaria, como podrá ser observado en el detalle correspondiente, la que dispone de un separados de orina que se complementa con un mingitorio externo. El trabajo se completa con la carga de una carpeta de hormigón en el fondo de la cámara de deshidratación y el relleno y terminación con piso alisado de cemento para el escalón y piso de la cabina.

Sanitario Seco Solar Prefabricado 2 – Fibra de Vidrio

La misma posibilidad de prefabricar un Sanitario Seco Solar que permita desarrollar elementos constructivos de variada complejidad en taller, realizando al mismo tiempo los necesarios controles de calidad, nos llevó a proponer esta segunda posibilidad.

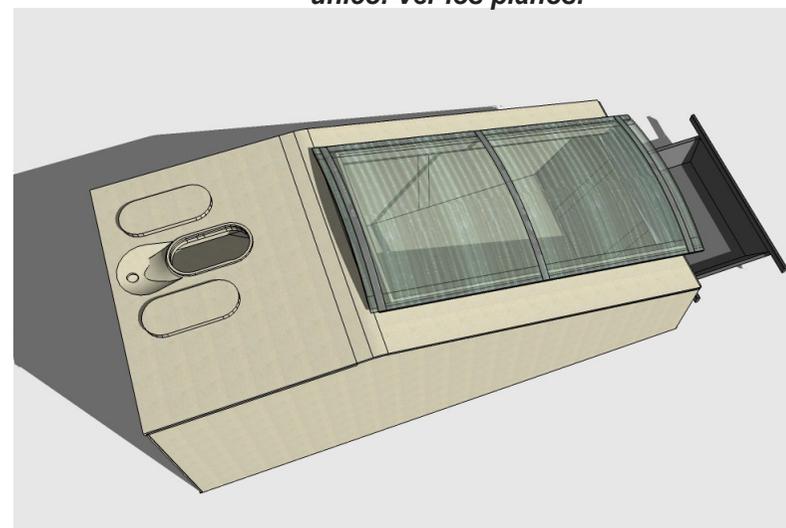
La idea de prefabricar un sistema sanitario se relaciona a ubicarlo posteriormente en algún sitio alejado, donde los costos de mantener una cuadrilla de trabajo son mas altos que los de transportar el sistema y ensamblarlos en el sitio en el menor tiempo posible. En el caso de la fibra de vidrio, este material ya ha sido probado de forma diversa con resultados muy adecuados para el caso del agua y para cabinas de sanitarios también.

En el caso del prefabricado de fibra de vidrio se propuso a un fabricante la construcción experimental, para lo que se le proveyeron los planos. Los resultados fueron evaluados en cuanto a resistencia, seguridad para el transporte, peso y facilidad de colocación con las cabinas prefabricadas diseñadas para el efecto. El prototipo desarrollado, hoy expuesto en el local del SENASA de San Lorenzo, puede considerarse exitoso, a pesar de requerir aún algunos ajustes constructivos para su puesta en el terreno.



Sanitario seco solar con tecnología de prefabricados de hormigón armado con malla metálica y con mingitorio externo, ducto de ventilación y tapa transparente para la cámara de deshidratación. La cabina puede ser prefabricada de madera o placas cementicias

En el caso de la fibra de vidrio el elemento es construido como un todo único. Ver los planos.



Sanitarios Secos Composteros

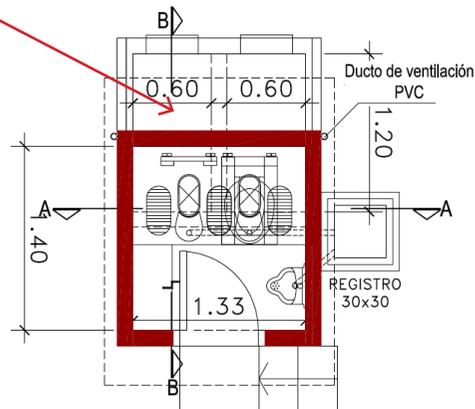
dos camaras de tratamiento para uso consecutivo en la medida que una se llena, se activa la segunda

placa sanitaria de dos agujeros con separadores de orina y mingitorio incorporado en la cabina

piso de la cabina con terminación de cemento alisado

camara de acumulación de heces con agregado de virutas u otros complementos para desodorizas

relleno del área de la cabina en el acceso



A continuación describimos un **sanitario seco compostero**, también conocido como **Letrina Abonera Seca Familiar -LASF-**, la que se caracteriza por la simple acumulación de las heces en compartimentos sepados por un plazo de cerca de un año.

El sistema básico consta de dos cámaras de acumulación y la placa sanitaria particular desarrollada para este sistema, que consta de tres posapies y dos huecos, como se observa en la planta¹.

Este sanitario utiliza uno de los huecos en forma alterna con el otro por un lapso de 6 meses, de manera que al año las heces del compartimento mas antiguo pueden ser extraidas para ser enterradas.

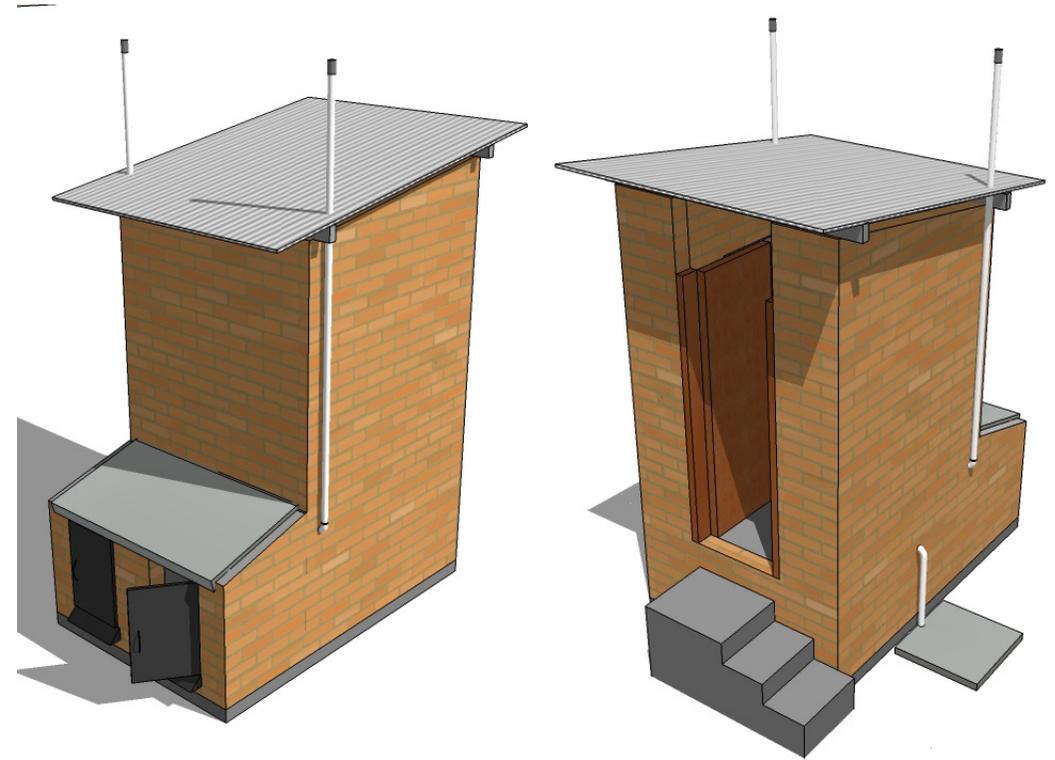
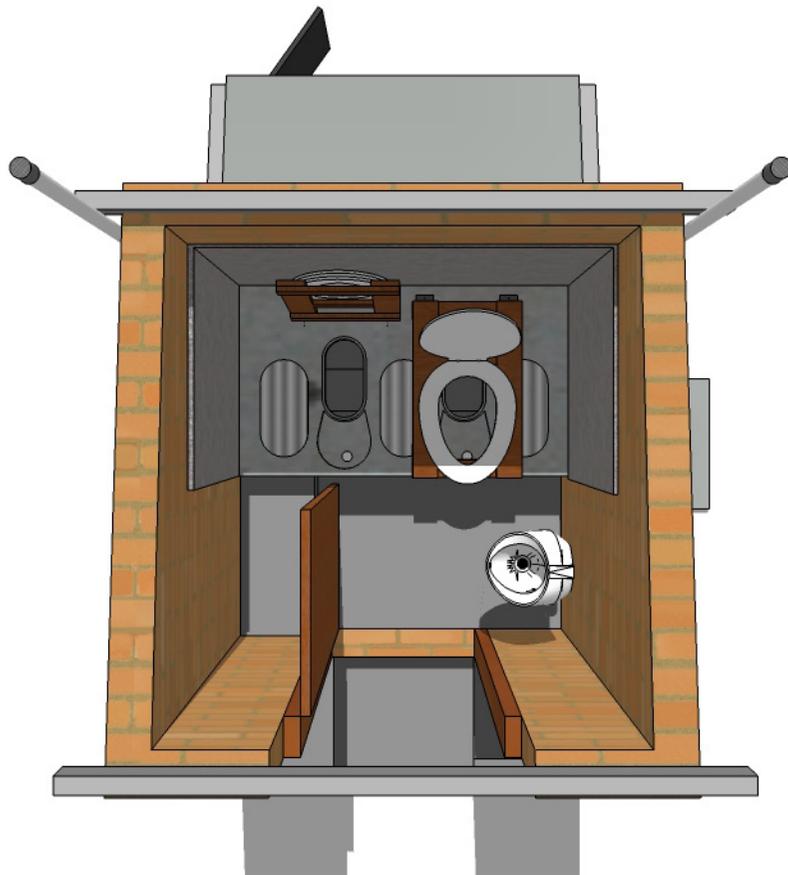
El sistema admite como los otros separación de orina, la que es desviada a una zanja de infiltración. En la norma salvadoreña para letrinas secas se establece una distancia mínima entre la letrina y los linderos de 1 m. (Ver bibliografía seleccionada en el capítulo 6).

La composta es un proceso biológico aeróbico sujeto a condiciones controladas en el que las bacterias, las lombrices, hongos y otros organismos descomponen las sustancias orgánicas para producir humus. El humus que se produce en el proceso es un excelente acondicionador de suelos, libre de patógenos humanos, pero esto depende de lograr las condiciones adecuadas y que el material se almacene durante el tiempo necesario en la cámara.

¹ Este diseño de cabina y cámaras se basa en un sugerencia del Arquitecto Julio Rodas con aportes del Ing. Jorge Pusineri, como forma de reducir el ancho de la cabina y es aplicable a un sanitario seco compostero o seco solar.

En un estudio de OPS se encuentran datos comparados entre los sanitarios aboneros y los solares, donde se establece que en sistemas aboneros el tiempo mínimo de almacenamiento es de un año frente a 8 semanas que se proponer para el sistema sanitario solar en base al prototipo desarrollado como "Prototipo III".

En el caso de las En algunos casos en que la napa freática es profunda, se puede prescindir de piso de las cámaras, de forma que las humedades que se acumulen, puedan drenar al terreno, asumiendo que la posible contaminación que esto genere no será perjudicial a algún pozo somero que la familia utilice.



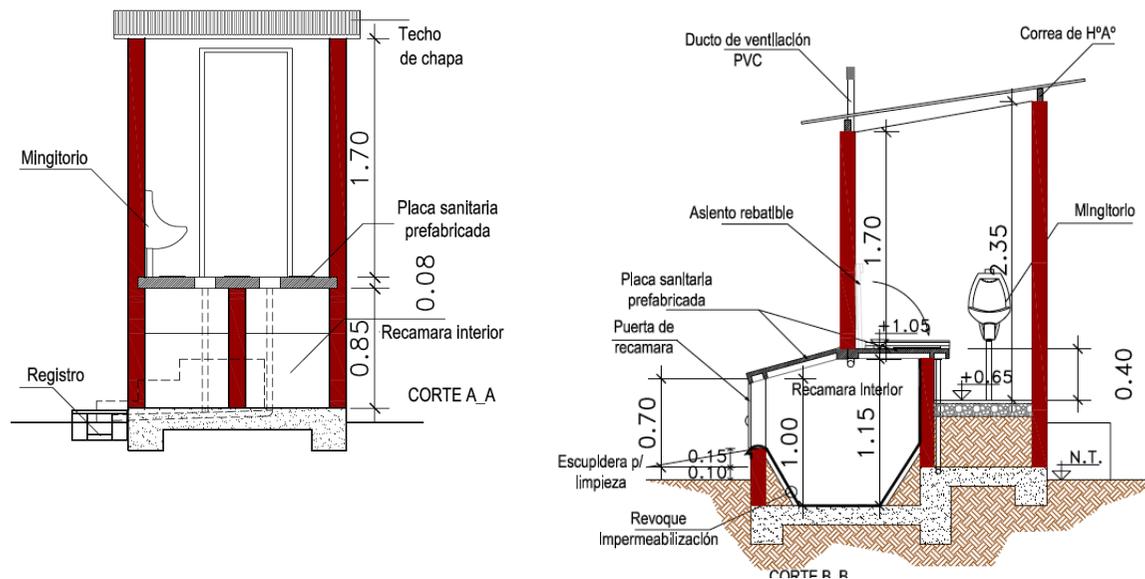
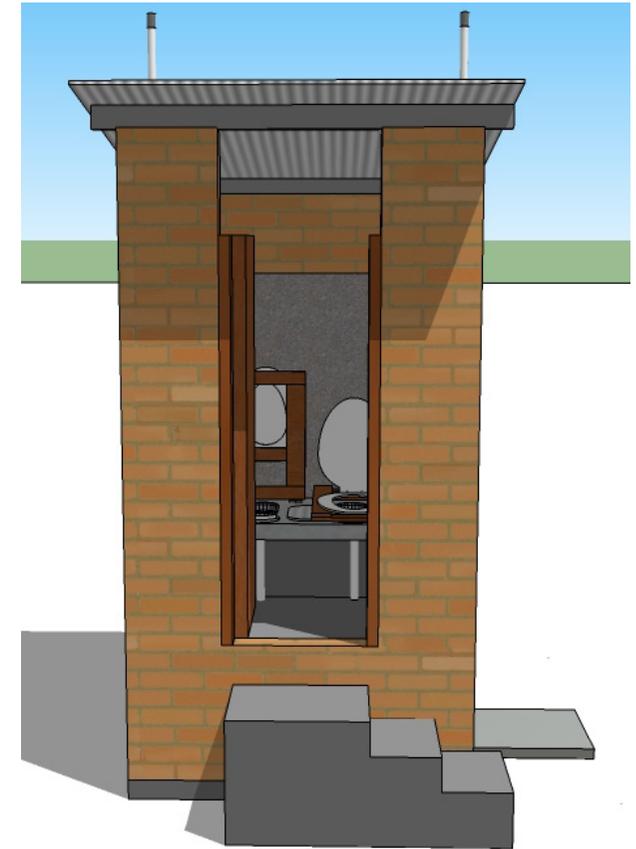
Sanitario seco compostero observado en planta, con tecnología convencional con ladrillos cerámicos comunes a la vista. La placa sanitaria ha sido diseñada para usarla en posición de cuclillas, para lo cual se sube el usuario a la misma con ayuda del escalón que se encuentra a la izquierda de la puerta abierta. En caso de un usuario que desee usar la misma sentado, bajará el adaptador de asiento en el sitio que se está utilizando en ese momento, mientras que el otro permanece cerrado con tapa.

Las imágenes complementarias muestran los escalones de acceso a la cabina y la imagen posterior con las puertas de extracción de la materia tratada, para luego ser enterrada. Los dos tubos de ventilación sirven a cada una de las cámaras.

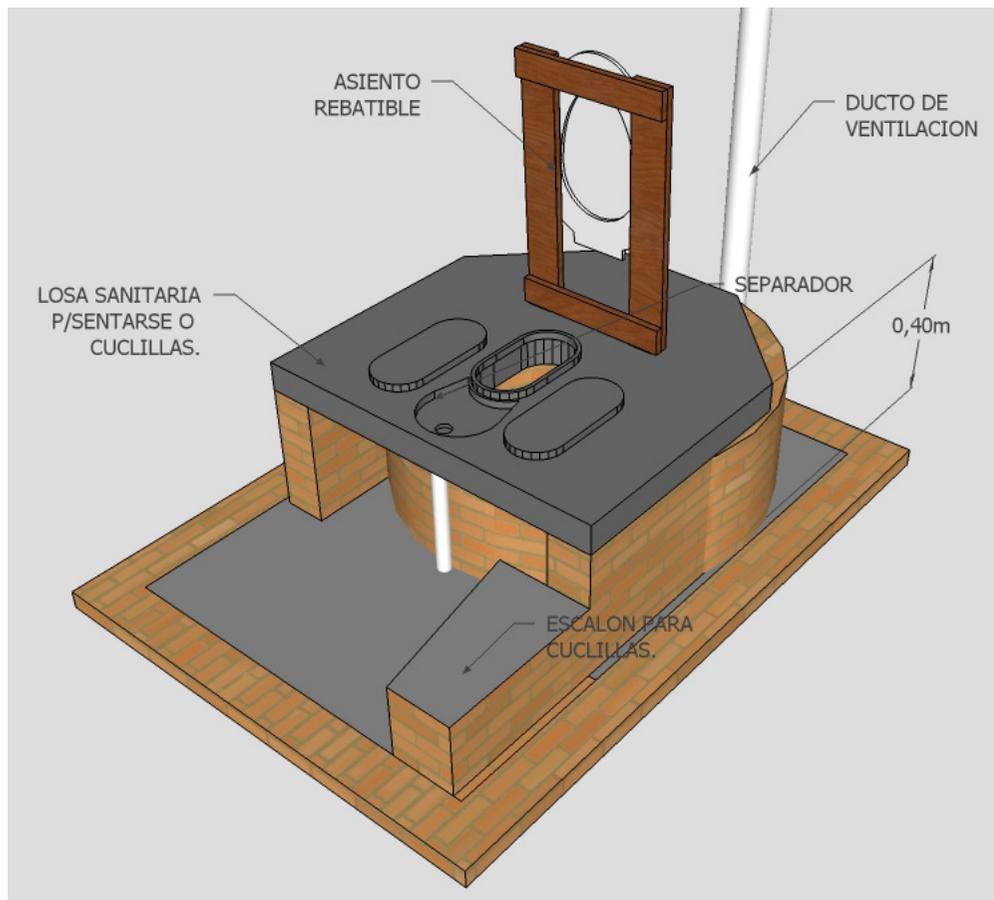
Para mantener las condiciones aeróbicas en la cámara, tiene que circular suficiente oxígeno en el material acumulado y se recomienda una humedad alta con temperaturas por encima de 15°C. Una gran diversidad de organismos contribuyen a la descomposición de las heces en el sanitario compostero. Todos ellos juegan un papel importante para mezclar, airear y descomponer el contenido del material apilado en la cámara de tratamiento.

La inclusión de lombrices de tierra en el sanitario, si las condiciones del medio son favorables, ayudan a que la materia acumulada se transforme en suelo orgánico enriquecido.

El uso de aserrín, paja molida, cenizas con arena ayuda al control de los olores. El papel de baño puede añadirse sin problemas a la fosa. (ver [/mioplanet.org/baño-compostero](http://mioplanet.org/baño-compostero))



Caracterización Sanitario Compostero	
Tratamiento	Proceso de descomposición
Agua	No utiliza
Orina	Separa
Contaminación posible	Ninguna
Patógenos	Permanecen activos por 12 meses
Producto	Abono para ser enterrado
Costo (U\$D)	595
Por individuo (U\$D)	119



Letrina Mejorada

Una Letrina Común es un pozo sobre el que se monta una caseta, con distintos niveles de terminación, de manera que una persona pueda utilizarla con diverso grado de comodidad, seguridad, nivel de molestias por olores, insectos y otros. Al agregar un tubo de ventilación se intenta reducir el impacto de los olores, por lo que llamaremos a esta Letrina Básica o Común.

En esta sección presentamos algunas alternativas de mejoramiento de letrinas, de forma a obtener mejores resultados en cuanto a confort y seguridad de quien la usa y las posibilidades de reducir impactos del sistema en el medio ambiente.

Los sucesivos mejoramientos tienen que ver con:

1. evitar que las heces contaminen las napas de agua subterránea
2. evitar que las aguas de lluvia ingresen al foso negro
3. crear un borde seguro para evitar desmoronamientos
4. crear condiciones de uso confortables y seguridad para el poblador
5. apoyar formas variadas de uso, la cuclilla por sus ventajas a nivel de salud y la posición sentado para personas mayores o con dificultades para utilizar el sanitario de otra forma. (Ver folleto adjunto "Cuclillas")
6. Las cuclillas evitan el contacto directo del cuerpo

Posibilidades de Mejoramiento

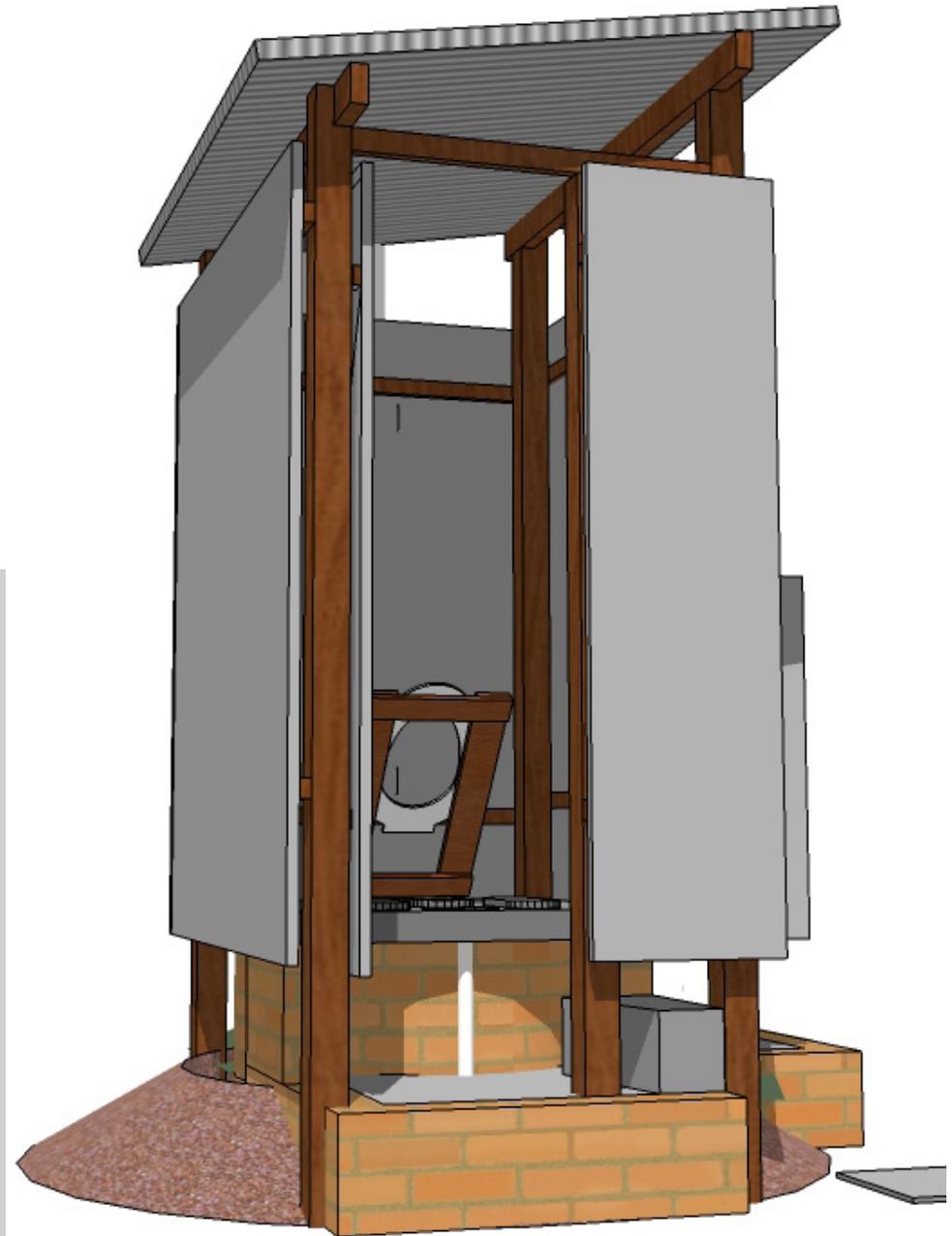
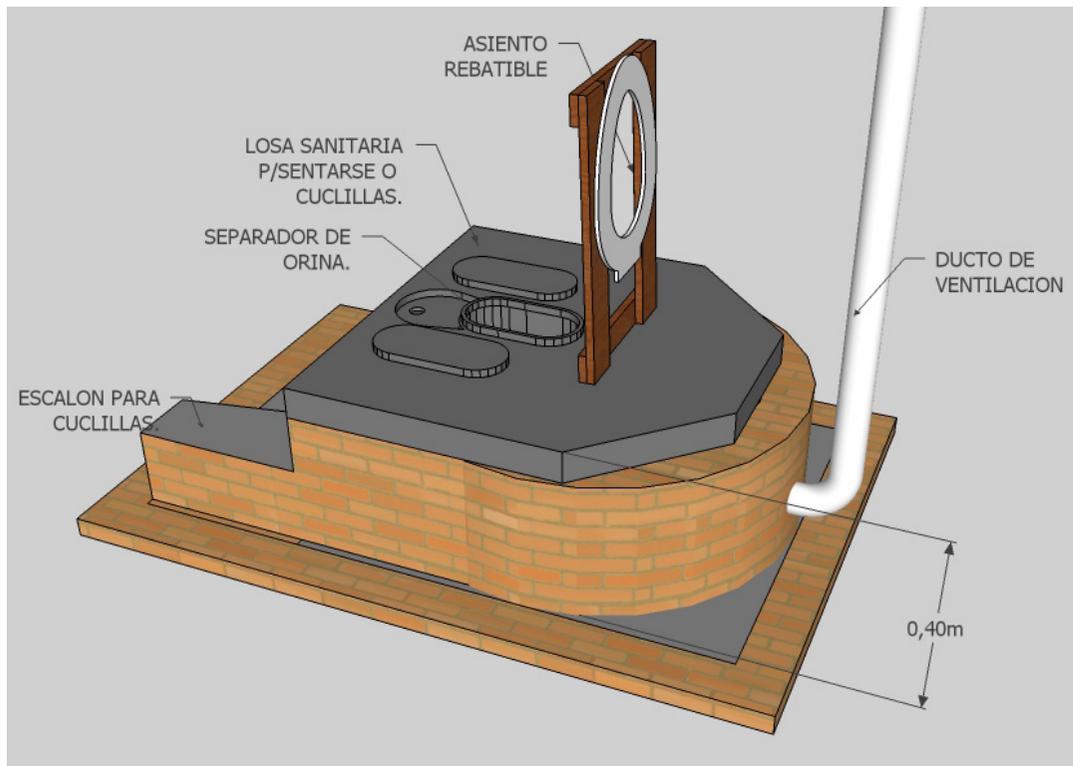
La posibilidad de mejorar una Letrina básica tiene que ver con la mitigación de las patologías posibles surgidas del carácter temporal con el que estas "cabinas" son construidas.

Caracterización Letrina Mejorada	
Tratamiento	Sin tratamiento
Agua	No utiliza
Orina	Separa
Contaminación posible	Napas freáticas de agua
Patógenos	Permanecen activos por meses y años
Producto	Barro contaminante a ser retirado o dejar enterrado
Costo (U\$D)	595
Por individuo (U\$D)	119

Se trata de un sistema de “caída y depósito” que normalmente potencia el control de contaminación pero no ofrece ningún tratamiento a las heces. Los mejoramientos consisten en eliminar los distintos riesgos antes numerados.

Los diseños adoptados pueden ser utilizados para un sistema estable o bien otro que va mudando de sitio conforme el pozo se llena.

El sistema que se presenta, agrega costos con miras a ofrecer confort y a la vez permite utilizar el sistema en posición sentado o en cuclillas. Considerando que el sistema va a ser utilizado por comunidades campesinas e indígenas, un escalón lateral ubicado en la misma cabina permite al usuario acceder a la placa sanitaria, que consta de los posapies, el hueco que conduce a la cámara de deshidratación y un separador de orina que dispone de un ducto para llevar los líquidos a una zanja de infiltración o pozo absorbente.



Sanitario Seco Solar - SSS-

Apuntes complementarios para la construcción y mantenimiento

Introducción

El sistema seleccionado como apropiado para el saneamiento en comunidades aisladas, donde no se tiene aún acceso al agua corriente, es un sanitario seco solar -SSS- con separación de orina, que ofrece la máxima simplicidad de uso, considerando el cambio cultural que la utilización de una cabina implica. Este sanitario va acompañado de un mingitorio externo para que el varón ingrese a la cabina al solo efecto de usar el sanitario.

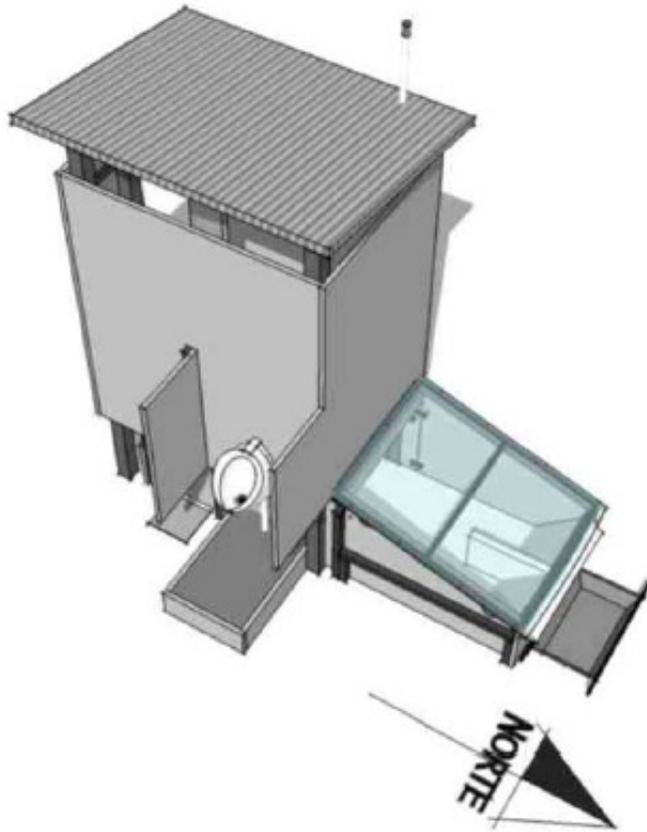
El sistema se instala, como se puede observar en los planos y en los gráficos que acompañan, en un sitio seleccionado por tener mucha incidencia de la radiación solar, no mucha vegetación que arroje sombras sobre el área que se denomina la cámara de deshidratación, eligiéndose asimismo la orientación norte para instalar dicha área que de esa manera podrá recibir energía solar desde la mañana a la noche, a fin de asegurar que en el interior de la cámara se mantengan temperaturas mas elevadas que las del ambiente exterior y de esa manera se podrá alcanzar, en una relación de temperatura-tiempo, la destrucción de organismos denominados patógenos, dado que los mismos son los transmisores de enfermedades. El resultado del proceso es que las excretas se van transformando paulatinamente en abono, el que luego puede ser retirado, siendo inocuo, no presentando riesgos a la salud, pudiendo las mismas ser enterradas sin que ocasionen ningún tipo de daño al medio ambiente.

Posibilidades de uso del SSS

Este sistema una vez que está construido, no establece ningún tipo de contacto con el suelo por sí mismo, debiendo evitarse en forma expresa ubicar el sanitario en el recorrido de un raudal de agua de lluvia, para evitar deterioros.

El sistema al ser utilizado debe ser tapado de forma tal que los olores de la cámara no vayan a la cabina y aún cuando el mismo dispone de un tubo de ventilación, en el momento del uso necesariamente llegarán olores desde la cámara.

En situaciones de no disponibilidad de agua como medio para arrastrar las heces, es posible recurrir a este sistema, como es del caso del Chaco, donde los SSS puede ser utilizado en sustitución de los denominados pozos secos ventilados (letrina ventilada).



Vista a vuelo de pájaro del sistema que compone el sanitario seco solar, donde se observa la sección del mingitorio y la cámara de deshidratación con la tapa transparente

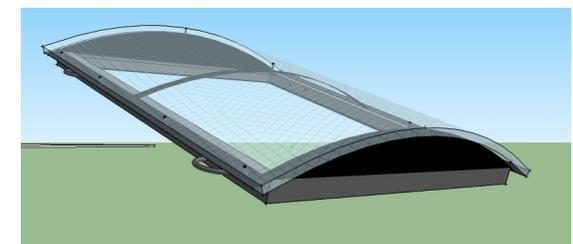
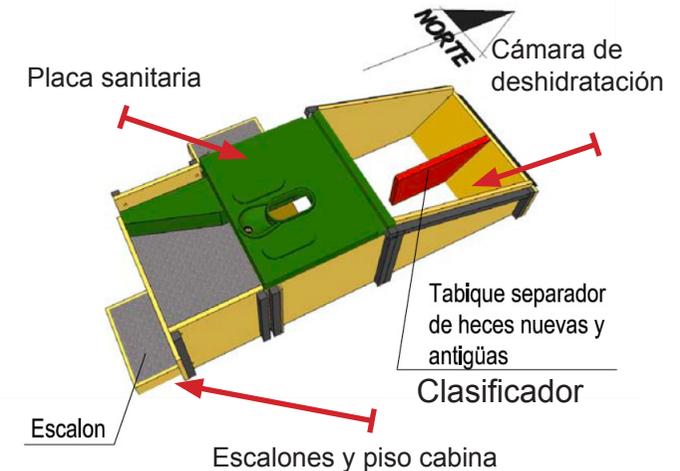
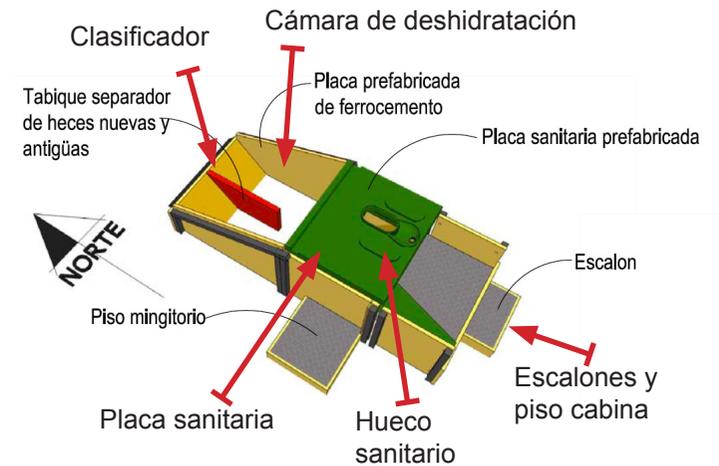
Este sistema también es adecuado para sitios donde la presencia de agua superficial impide realizar sistemas de tratamiento por arrastre de agua o bien recurrir a las letrinas de tipo pozo seco ventilado.

En situaciones donde el suelo tiene altos contenidos de arcilla y es por consiguiente muy impermeable, lo cual impide recurrir al uso de sistemas de arrastre, este sistema constituye una respuesta adecuada a las necesidades higiénicas de los pobladores.

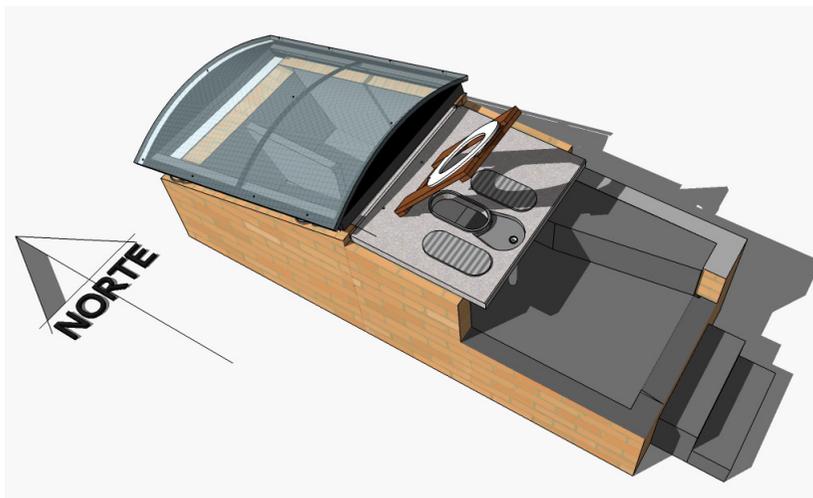
Descripción del sistema

El sistema esta compuesto por una cámara de deshidratación, responsable de las formas de tratamiento de las excretas y representada en el corte AA y BB de las páginas siguientes como el espacio ubicado bajo la cabina sobreelevada donde se ubica la losa sanitaria como sitio de uso para los habitantes.

La cámara de deshidratación citada, ha sido diseñada sobreelevada sobre el nivel natural del suelo, a salvo de inundaciones ocasionales con el agua de lluvia. En esta cámara de deshidratación, se promueve el aumento de temperatura a través de una tapa metálica con cubierta transparente de policarbonato, a fin de captar el máximo de energía solar, con el objetivo de captar energía por el efecto “trampa o invernadero” y al mismo tiempo permitir que la incidencia directa de la radiación en el interior de la cámara permite que los rayos ultravioletas aporten su acción germicida, contribuyendo de esta forma la energía solar a desecar las heces, evaporar la orina permitiendo que se desarrollen los procesos que van convirtiendo la materia contaminada en



Tapa transparente del deshidratador



Sistema construido con tecnología convencional, donde se observa la cámara deshidratadora con su tapa transparente, la placa sanitaria, con el asiento adaptador para quien no recurre a las cuclillas, los escalones de acceso y el escalón lateral ya en la cabina

inocua. Esta combinación de respuestas por medio del sanitario, tiene por objetivos someter a las heces a temperaturas del orden de los 9 a 10 °C por encima de la temperatura exterior,, con lo que al cabo de un tiempo la misma pueda ser extraída sin riesgos. La pendiente pronunciada del perfil de la cámara tiene por objetivo en un caso acercar las heces por gravedad a la zona de incidencia de la energía solar y la segunda pendiente tiene por objeto facilitar la extracción de las heces tratadas.

Es conveniente recordar que el Paraguay tiene en promedio 265 días soleados al año, con lo que en forma independiente a las temperaturas exteriores, en el interior de la cámara de deshidratación se tendrá por lo general un tenor de temperatura mas elevadas frente a aquellas del ambiente exterior.

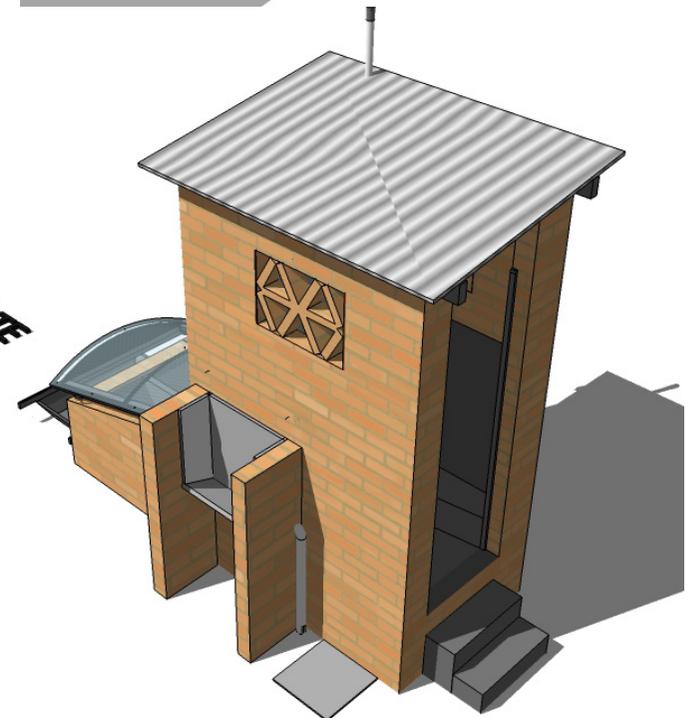
Previsiones constructivas

Para aprovechar la energía solar es imprescindible que la cámara de deshidratación quede orientada en forma directa al norte, constituyendo esta la que hemos denominado fachada norte, sin otra alternativa y utilizando una brújula para asegurar la dirección norte.

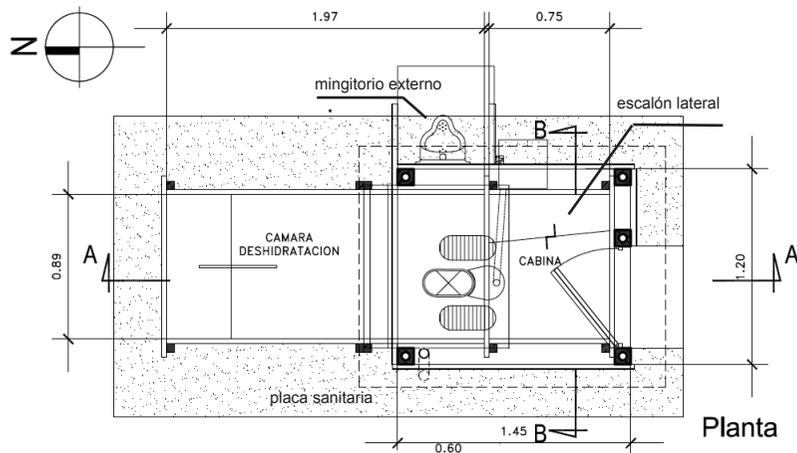
El segundo componente importante del SSS es la placa sanitaria, la que debe ofrecer seguridad a quien la utiliza y ha sido diseñada con el menor peso posible, para facilitar su instalación. La misma dispone de un separador de orina, dos posapiés y un borde protector del hueco sanitario,



Cabina prefabricada de madera



Sistema construido con tecnología convencional



Planta

para evitar que el agua utilizada para la limpieza ingrese al interior de la cámara de deshidratación. Se parte de la base de que la persona que va a utilizar el sanitario debe desarroparse, para lo que se han previsto dos perchas metálicas, así como otro gancho para el papel higiénico y otro para el soporte de la tapa de madera de la boca sanitaria, que una vez utilizado el sanitario debe ser colocada en su sitio.

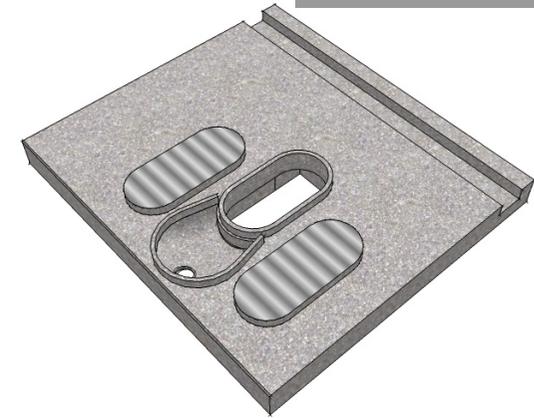
La cabina propiamente dicha, ha sido diseñada con tecnologías convencionales de ladrillo común o hueco, como se observa en los gráficos que acompañan o bien en un formato prefabricado, el que es colocado una vez que la cámara deshidratadora ha sido terminada, incluyendo así los costados de cámara, la placa sanitaria y el piso alisado del acceso a la cabina. El separador de orina dispone de un conducto que conduce dichos líquidos a una zanja de infiltración a la que también está conectado el mingitorio.

La planta muestra las partes que están siendo descritas y que son complementadas por medio de los cortes. La cabina, como área de uso de la letrina, es un sector con terminación de cemento alisado en el acceso y escalones. Junto a la puerta se encuentra un escalón que ayuda a subir a la placa sanitaria sobre-elevada a 40cm.

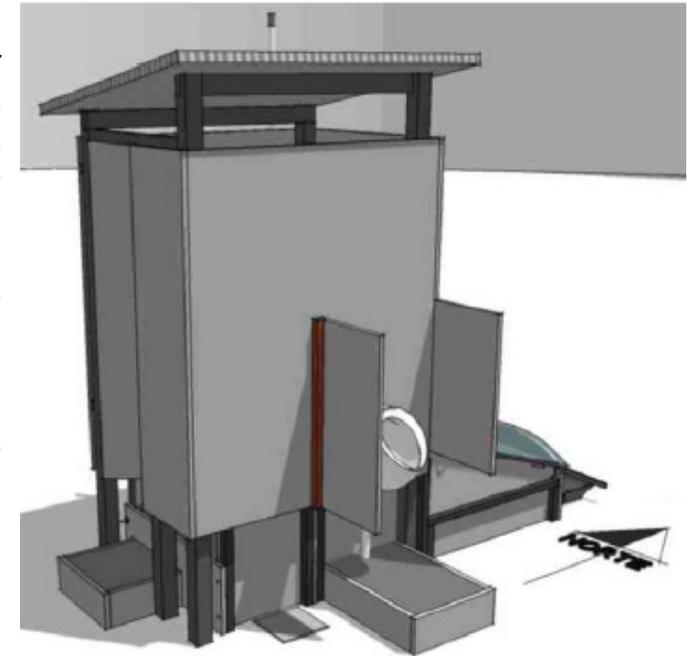
Los cortes muestran la forma en que con ayuda del escalón lateral, la persona puede subir sobre la placa si la va a utilizar en cuclillas, (que es de hecho la posición recomendada por esta consultoría en base a la información que puede ser leída en el apartado “Cuclillas” de la biblioteca electrónica) y si la va a utilizar en la posición “sentado” dispone de un soporte adaptador que facilita dicha operación.

El hueco sanitario va provisto de una tapa de madera o similar para evitar la entrada de insectos por esta vía, cuando no se utiliza el sanitario y para que los olores no salgan por el hueco a la cabina.

Es necesario que el poblador verifique la acumulación de materia, dejándola secar y luego de algún tiempo acumulando la que ya está seca, con ayuda del clasificador que separa la cámara en dos secciones. Para cuando sea necesario reducir el volumen, se hace una segunda selección y se acumula la materia seca en el siguiente compartimiento.



Placa sanitaria con separador de orina y canaleta posterior para el agua de lluvia y tapa para el hueco sanitario



Cabina prefabricada con placas cementicias

Implantación y orientación del Sistema Seco Solar

Aún cuando ya nos hemos referido a este aspecto, lo repetimos de forma específica dada la importancia que la energía tiene para este tipo de sanitario, dado que es necesario realizar la correcta elección de un sitio soleado, donde ni la vegetación ni la edificación preexistente o a construir vayan a arrojar sombras sobre el área de la tapa transparente de la cámara de deshidratación. Para ello es necesario prever que en el invierno el sol tiene un recorrido con menor altura, por lo que las sombras arrojadas por objetos cercanos alcanzan mayores distancias.

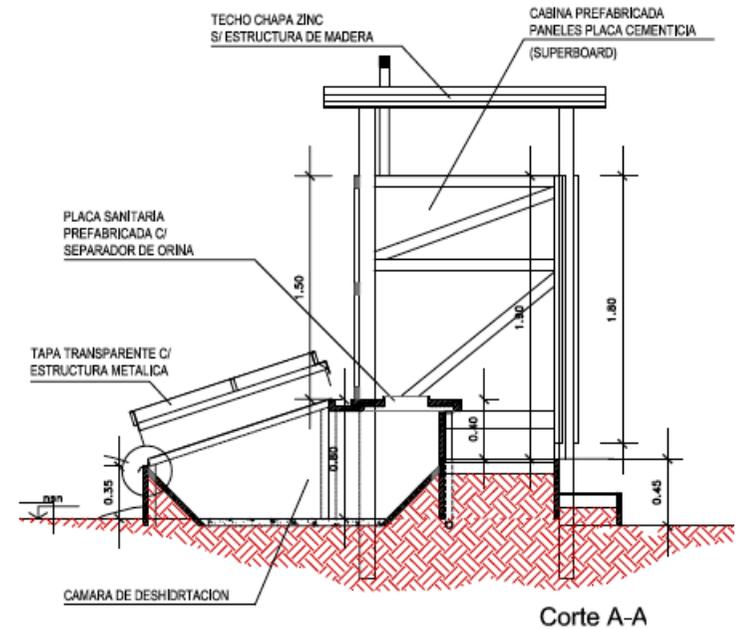
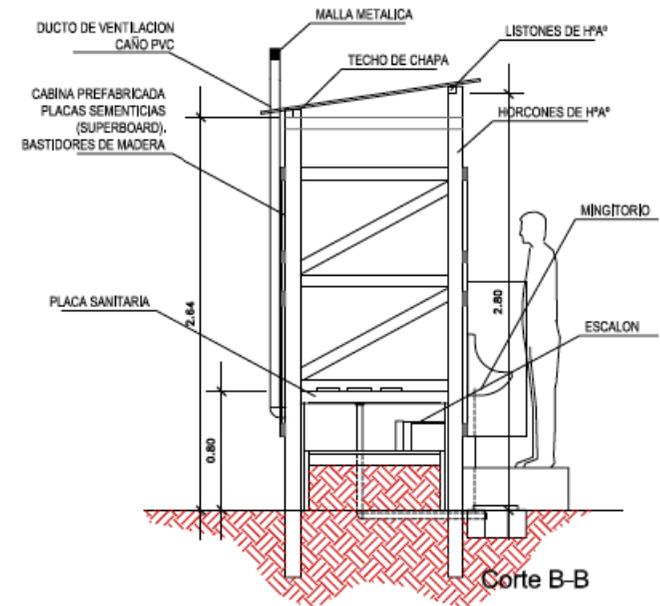
La fachada posterior del sanitario seco solar, fachada Norte, debe quedar efectivamente orientada hacia ese cuadrante. Hay que observar si no se tiene experiencia previa, cual es la dirección de los rayos del sol a la mañana, al medio día y a la tarde, con lo que la tapa de la cámara de deshidratación debe quedar orientada hacia el sol del mediodía (norte), pero es condición necesaria hacer esta operación con ayuda de la brújula.

La construcción de un Sanitario Seco Solar

Para la construcción del sistema es necesario que el nivel de la cámara de deshidratación se establezca en 10 cm sobre el nivel de máxima inundación en el momento de una lluvia fuerte, la misma debe quedar sobreelevada sobre el nivel de terreno. La pendiente del piso de esta cámara tiene una pendiente de 15% prevista en dirección al frente, además de las dos pendientes de terminación a 45°.

El revoque tipo sanitario de la cámara de deshidratación debe ser controlado para que no quede ninguna hendidura ni a nivel de piso, ni a nivel de paredes y la losa debe ser trabajada antes de ser colocada para asegurar que no queden huecos que den alojamiento a insectos. Los encuentros entre piso y paredes laterales deben ser redondeados por razones sanitarias de limpieza de la cámara. Se recomienda verter líquidos para observar como los mismos se comportan, no quedando ninguna parte detenida por desniveles u otros detalles que pudieran impedir su desplazamiento hacia el área central de la cámara.

La placa sanitaria será construida conforme lo indica el plano correspondiente con dos posa-pies, el separador de orina y un hueco de las dimensiones establecidas,



Cortes del sanitario donde se observa el perfil de la cámara de deshidratación, la placa sanitaria y el caño del separador de orina que conduce a la zanja de infiltración

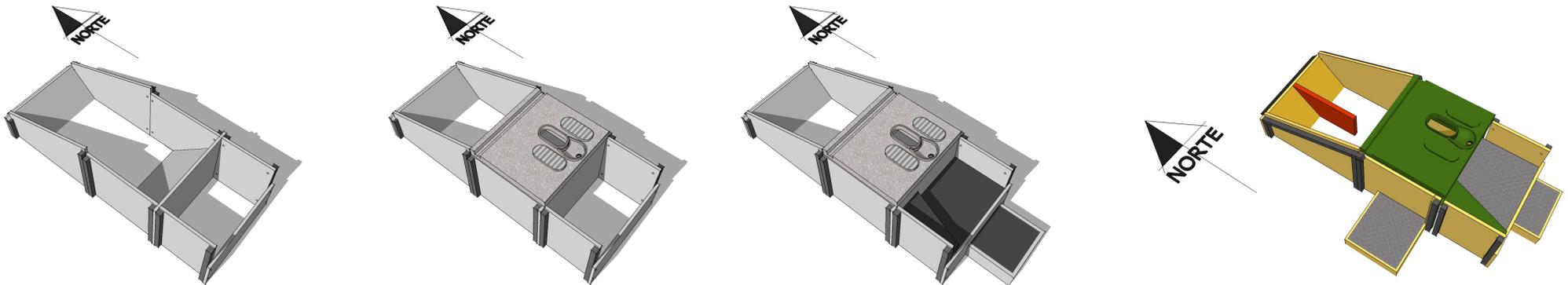
provisto de una tapa de madera. En relación a esta placa es necesario tener en cuenta que antes de colocarla se debe mejorar cualquiera de las irregularidades que la misma presente en su cara inferior de tapa de la cámara de deshidratación.

Al construir los muros de la cabina, en el sector correspondiente a la placa sanitaria que atraviesa la cámara, la misma ya va provista de los hierros necesarios para su estabilidad y como dintel por lo que queda a criterio del constructor colocar varillas de refuerzo sobre la losa para continuar la construcción de los muros de la cabina.

Al construir los muros laterales de la cámara, se colocara la salida del tubo de ventilación de 50mm en la cara lateral, conforme lo indican los planos.

El tubo de ventilación irá provisto en su remate superior de una malla mosquitero fijada con tres vueltas de alambre en forma de anillo. Se debe verificar una vez que la cámara de deshidratación ha sido terminada y la malla colocada, que no queden huecos por los que puedan ingresar insectos a la misma.

Se han previsto uno o mas carteles con escritos mínimos y gráficos aclaratorios sobre lo que no se debe tirar por el hueco de la cámara (papel u otro elemento sólido). Tampoco se deben tirar líquidos a la misma cámara. Uno de los carteles recomienda disponer de una papelerera en la cabina para depositar los papeles y otros objetos sólidos que no deben ir a la cámara.



Secuencia constructiva con tecnología prefabricada de placas

Letrina Mejorada - LM-

Apuntes complementarios para la construcción y mantenimiento

Introducción

En general, al comparar una letrina con un sistema seco como ya hemos indicado al inicio de este capítulo, el sanitario seco al realizar el tratamiento de las heces, da un paso necesario para el reciclaje de las mismas y convertirlas en abono, tratamiento que no se da en el caso de las letrinas, incluso en el caso de las “mejoradas” las propuestas apuntan a dar seguridad al usuario contra accidentes por inadecuada construcción del sanitario y aportar a la comodidad de los mismos.

Posibilidades de uso de la Letrina Mejorada

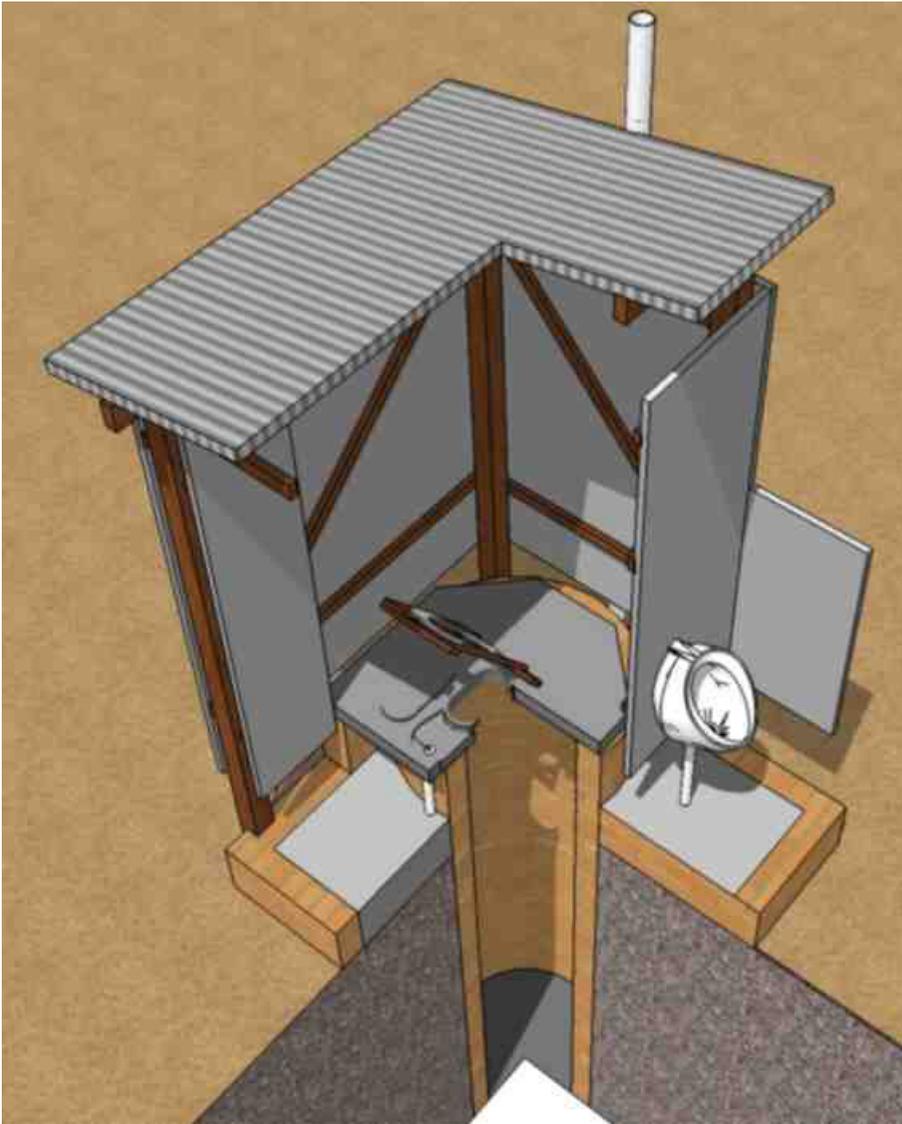
La letrina mejorada puede aislar las heces del terreno, lo que obligaría a retirar los barros por medio de camiones con sistemas “atmosféricos”, que succionen las mismas para ubicarlas posteriormente en otro sitio, en el estado en que se encuentran.

El sistema al ser utilizado debe ser tapado de forma tal que los olores de la cámara no vayan a la cabina y aún cuando el mismo dispone de un tubo de ventilación, en el momento del uso necesariamente llegarán olores desde la cámara.

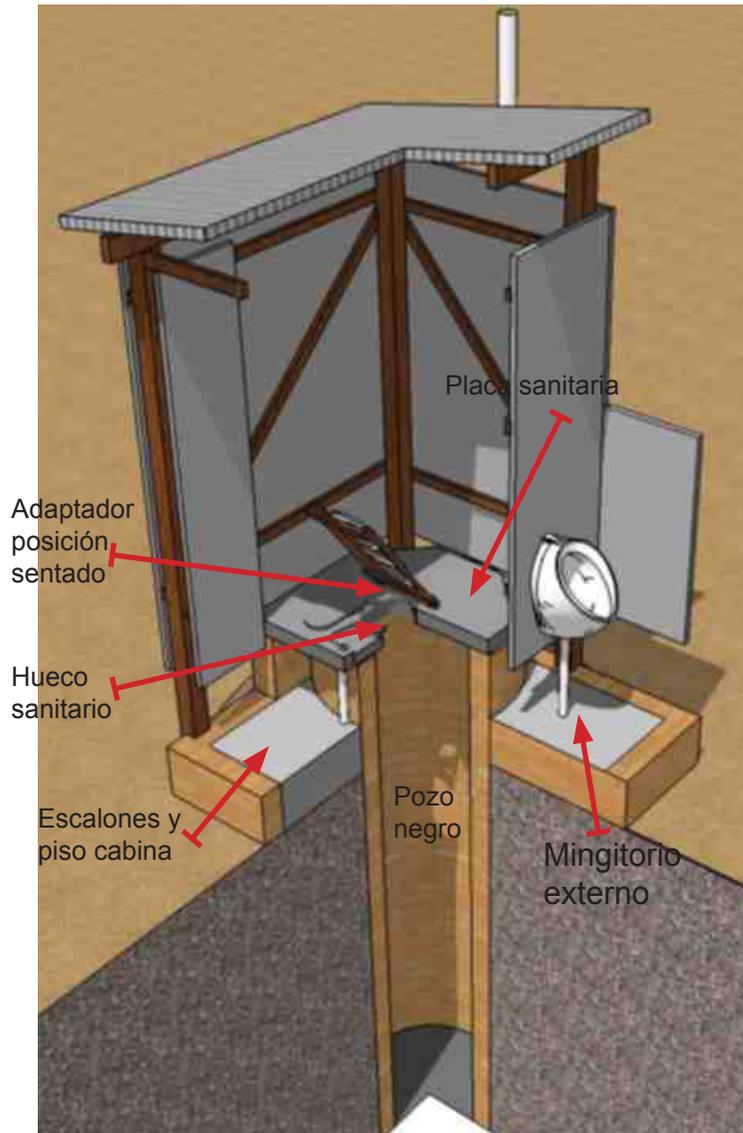
La opción de separar la orina es recomendada para reducir los olores a lo que se agrega en el diseño que se propone, un mingitorio externo a la cabina, para el uso de los varones.

La placa sanitaria, como en el caso de los SSS admite ser usada en posición de cuclillas o bien sentado con el adaptador que se observa en la imagen.

En caso de que la familia piense en cambiar el sitio de la letrina, lo que perdería en caso de haber hecho el mejoramiento es el brocal (que en este caso puede limitarse a 1 m de profundidad y los 40 cm que se sobreeleva para permitir que una persona utilice la instalación en posición sentado. La



Vista a vuelo de pájaro del sistema que compone el sanitario seco solar, donde se observa la sección del mingitorio y la cámara de deshidratación con la tapa transparente



placa es transportable, así como también la cabina prefabricada que se propone construída en madera o placas cementicias.

La construcción de la Letrina Mejorada

Para la construcción del sistema es necesario considerar la ubicación de los pozos de agua, observar si el terreno absorbe mucha agua y cuales son las pendientes del mismo, buscando que las aguas que capta un posible pozo somero ubicado en el predio, no sean contaminadas con los barros de la letrina construída, si esta no es revestida para evitarlo.

La placa sanitaria será construida conforme lo indica el plano correspondiente con dos posa-pies, el separador de orina y un hueco de las dimensiones establecidas, provisto de una tapa de madera. En relación a esta placa es necesario tener en cuenta, que la misma disponga de bordes rodeando la boca sanitaria, para evitar que el agua utilizada para la limpieza ingrese al interior del pozo negro.

Se parte de la base de que la persona que va a utilizar el sanitario debe desarroparse, para lo cual se han previsto dos perchas metálicas, así como otro gancho para el papel higiénico y otro para el soporte de la tapa de madera de la boca sanitaria, que una vez utilizado el sanitario debe ser colocada en su sitio.

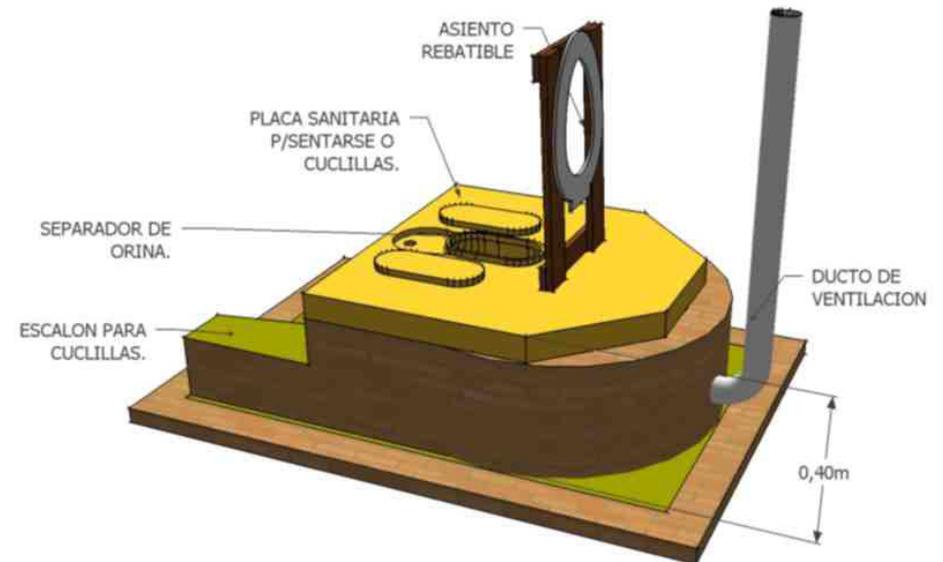
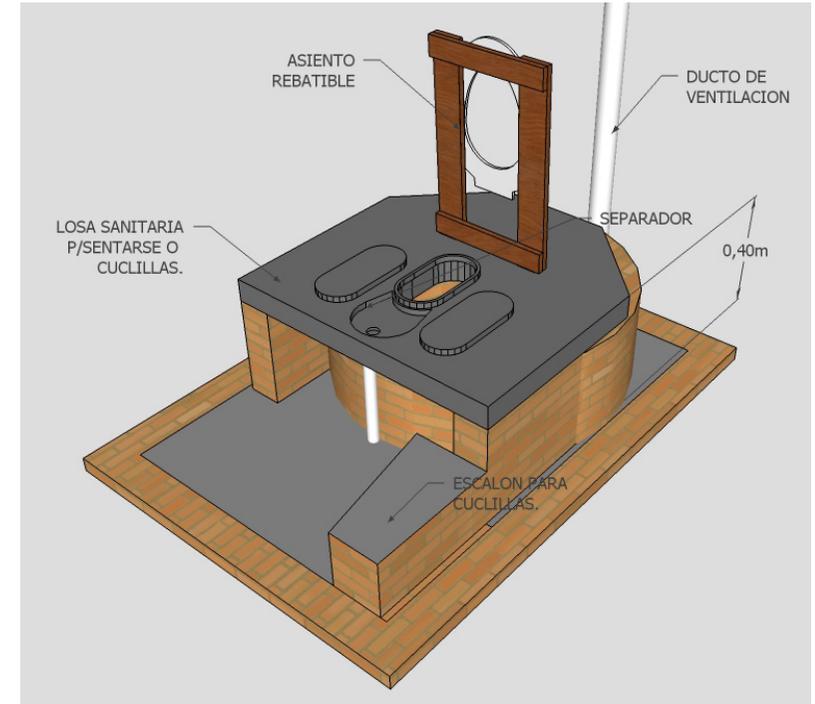
La cabina propiamente dicha, ha sido diseñada con tecnologías convencionales de ladrillo común o hueco, como se observa en los gráficos que acompañan o bien en un formato prefabricado, el que es colocado una vez que la el pozo y el soporte de la placa han sido terminadas, incluyendo así la placa sanitaria y el piso alisado del acceso a la cabina. El separador de orina dispone de un conducto que conduce dichos líquidos a una zanja de infiltración a la que también está conectado el mingitorio.

La planta muestra las partes que están siendo descritas y que son complementadas por medio de los cortes. La cabina, como área de uso de la letrina, es un sector con terminación de cemento alisado en el acceso y escalones. Junto a la puerta se encuentra un escalón que ayuda a subir a la placa sanitaria sobre-elevada a 40cm.

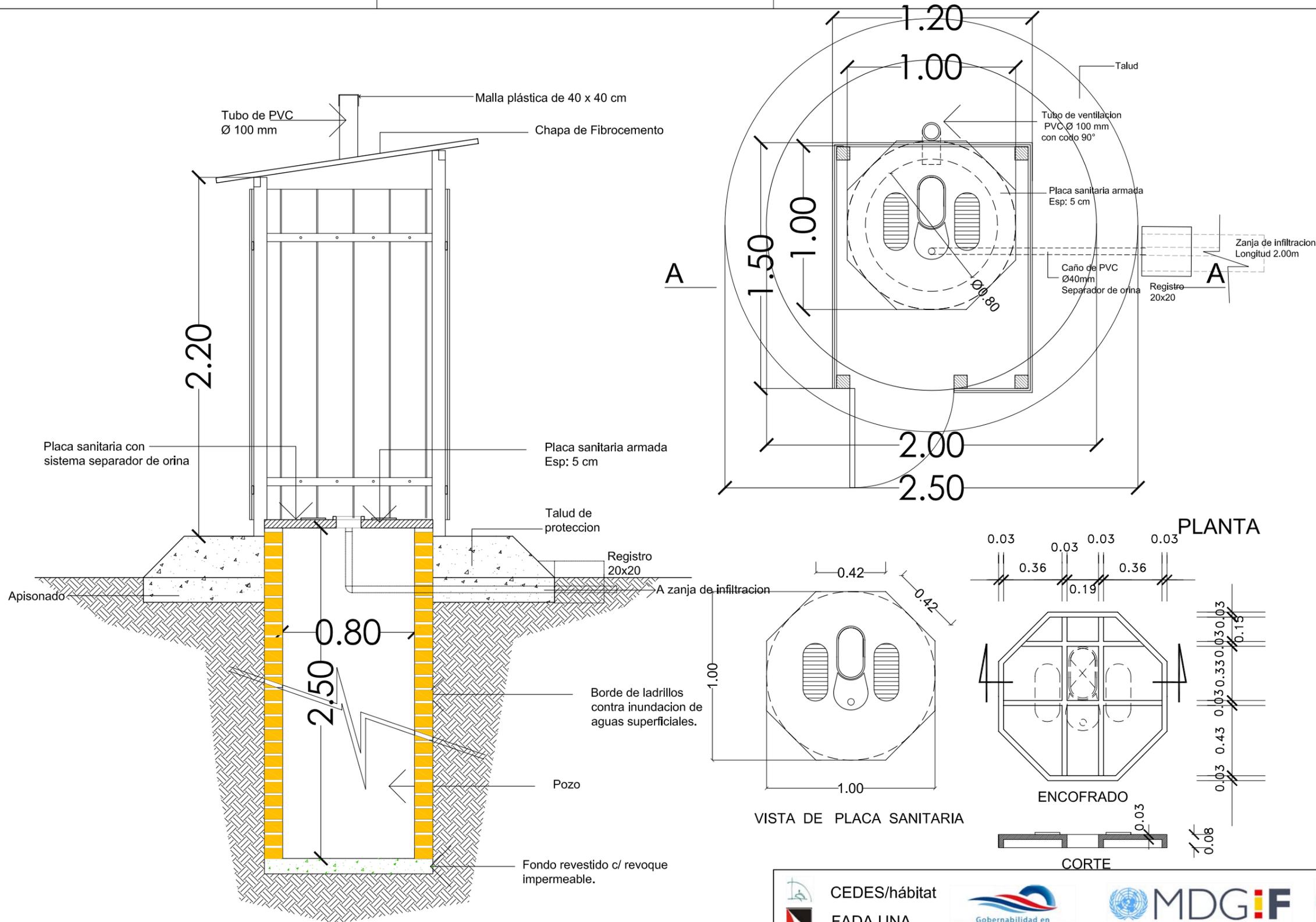
Los cortes muestran la forma en que con ayuda del escalón lateral, la persona puede subir sobre la placa si la va a utilizar en cucillillas, (que es de hecho la posición recomendada por esta consultoría en base a la información que puede ser leída en el apartado “Cucillillas” de la biblioteca electrónica) y si la va a utilizar en la posición “sentado” dispone de un soporte adaptador que facilita dicha operación.

El hueco sanitario va provisto de una tapa de madera o similar para evitar la entrada de insectos por esta vía, cuando no se utiliza el sanitario y para que los olores no salgan por el hueco a la cabina.

Es necesario que el poblador verifique la acumulación de materia, dejándola secar y luego de algún tiempo acumulando la que ya está seca, con ayuda del clasificador que separa la cámara en dos secciones. Para cuando sea necesario reducir el volumen, se hace una segunda selección y se acumula la materia seca en el siguiente compartimiento.

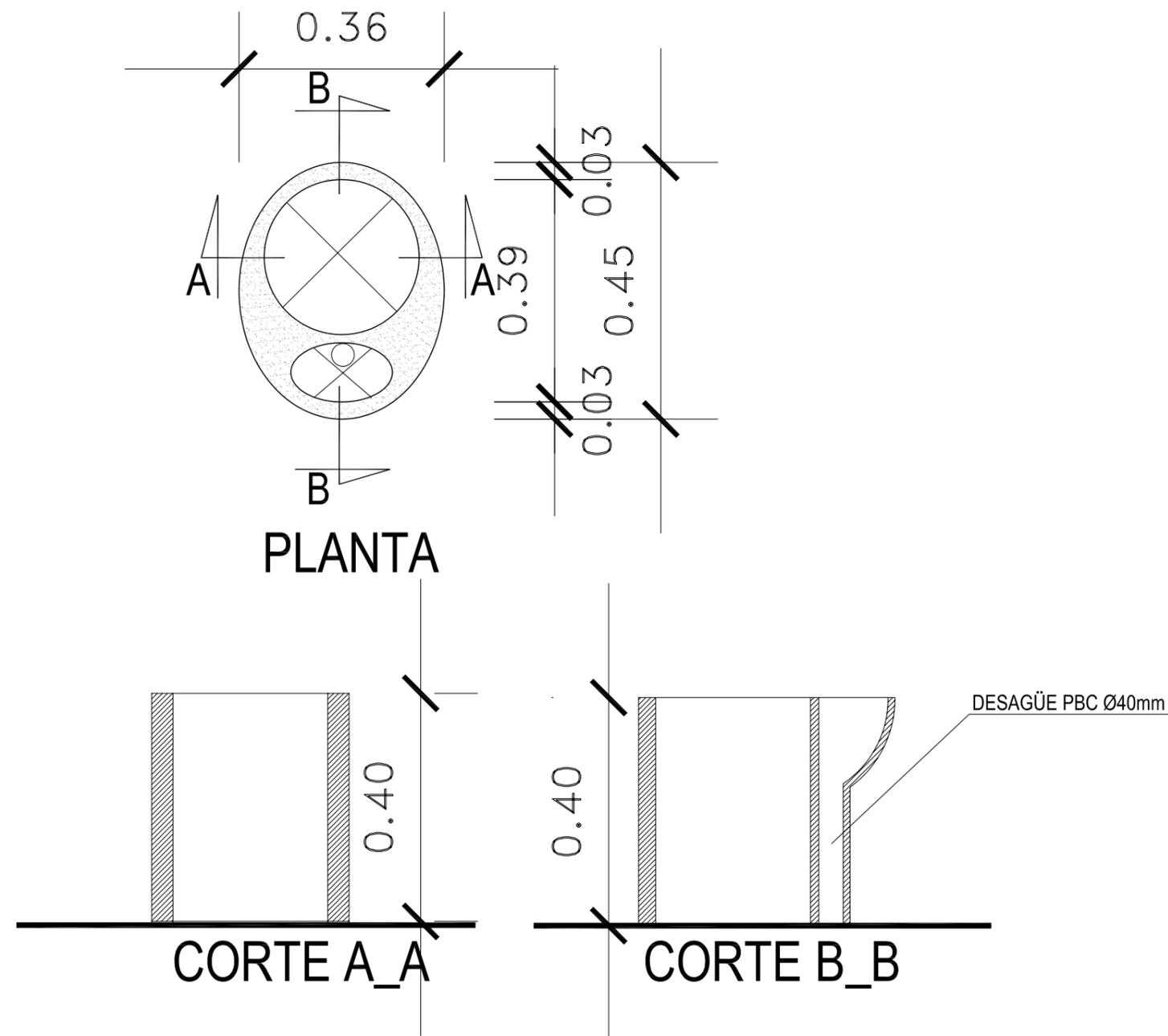


Compilado desde la letrina común a
la letrina mejorada



CORTE A - A

<p>CEDES/habitat</p>	<p>FADA UNA</p>	<p>Gobernabilidad en Agua y Saneamiento</p>	<p>MDG IF FONDO PARA EL LOGRO DE LOS ODM</p>	<p>PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL PARAGUAY</p>
<p>Programa: Fortaleciendo capacidades para la definición y aplicación de políticas de agua y saneamiento.</p>				
<p>Proyecto: Tecnologías apropiadas para agua y saneamiento.</p>				
<p>Prototipo: LETRINA MEJORADA.</p>				<p>Lámina</p> <p>1</p>
<p>Placa sanitaria con separador de orina.</p>				
<p>Planta, corte y detalles.</p>				
				<p>ESCALA: 1/25</p>

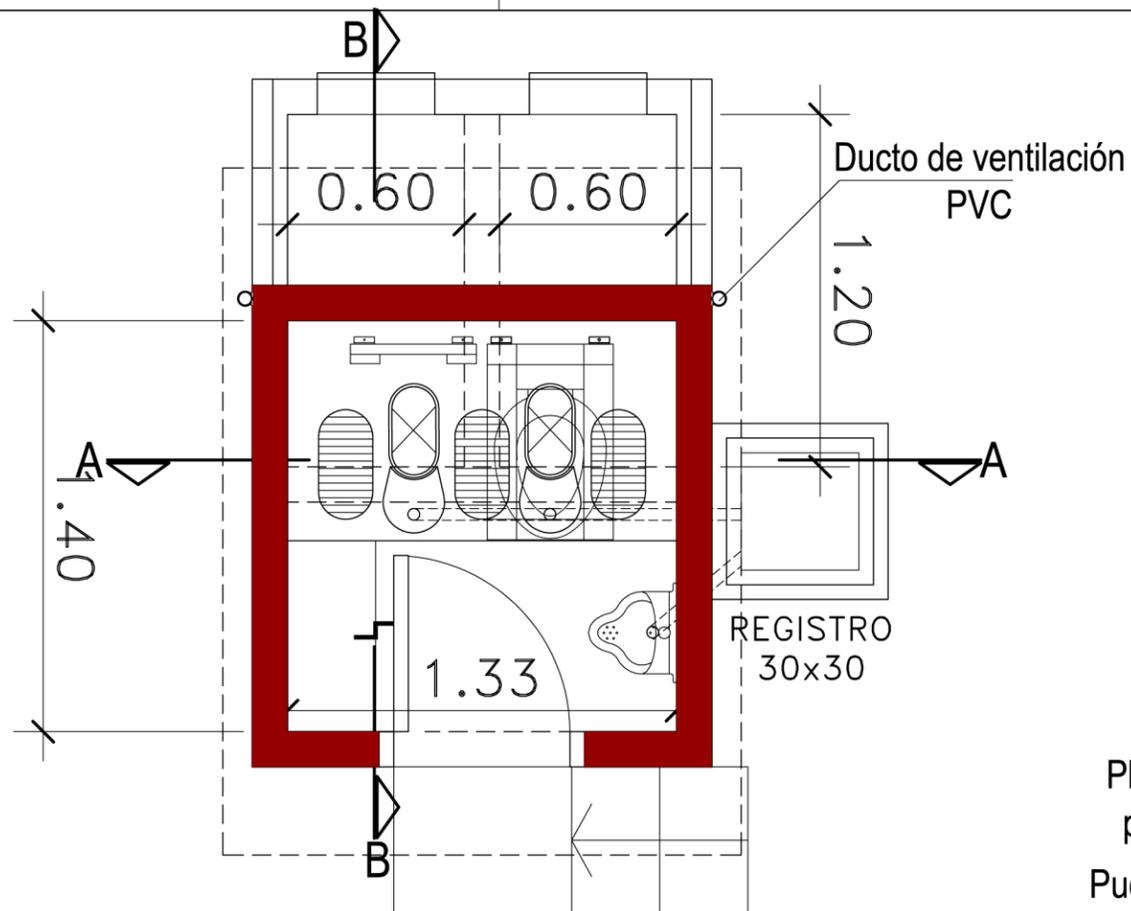


 CEDES/habitat  FADA UNA	 Gobernabilidad en Agua y Saneamiento	 MDGIF FONDO PARA EL LOGRO DE LOS ODM	 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL PARAGUAY
Programa: Fortaleciendo capacidades para la definición y aplicación de políticas de agua y saneamiento.			
Proyecto: Tecnologías apropiadas para agua y saneamiento.			
Prototipo: LETRINA MEJORADA.			Lámina 2
Asiento prefabricado de hºaº.			
Planta y cortes.			
			ESCALA: 1/25

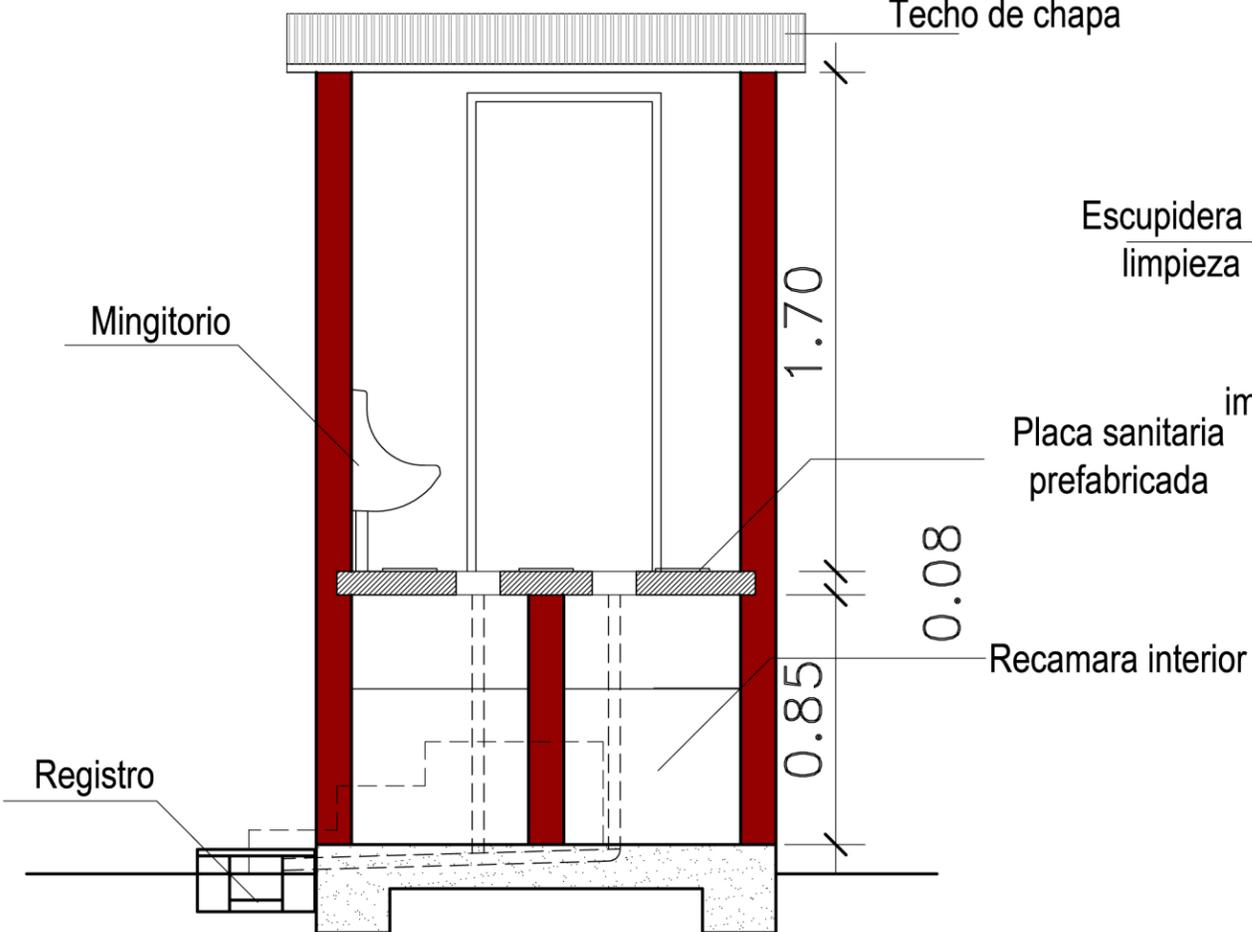
Sistema Seco Compostero

tambien denominado en Centroamérica

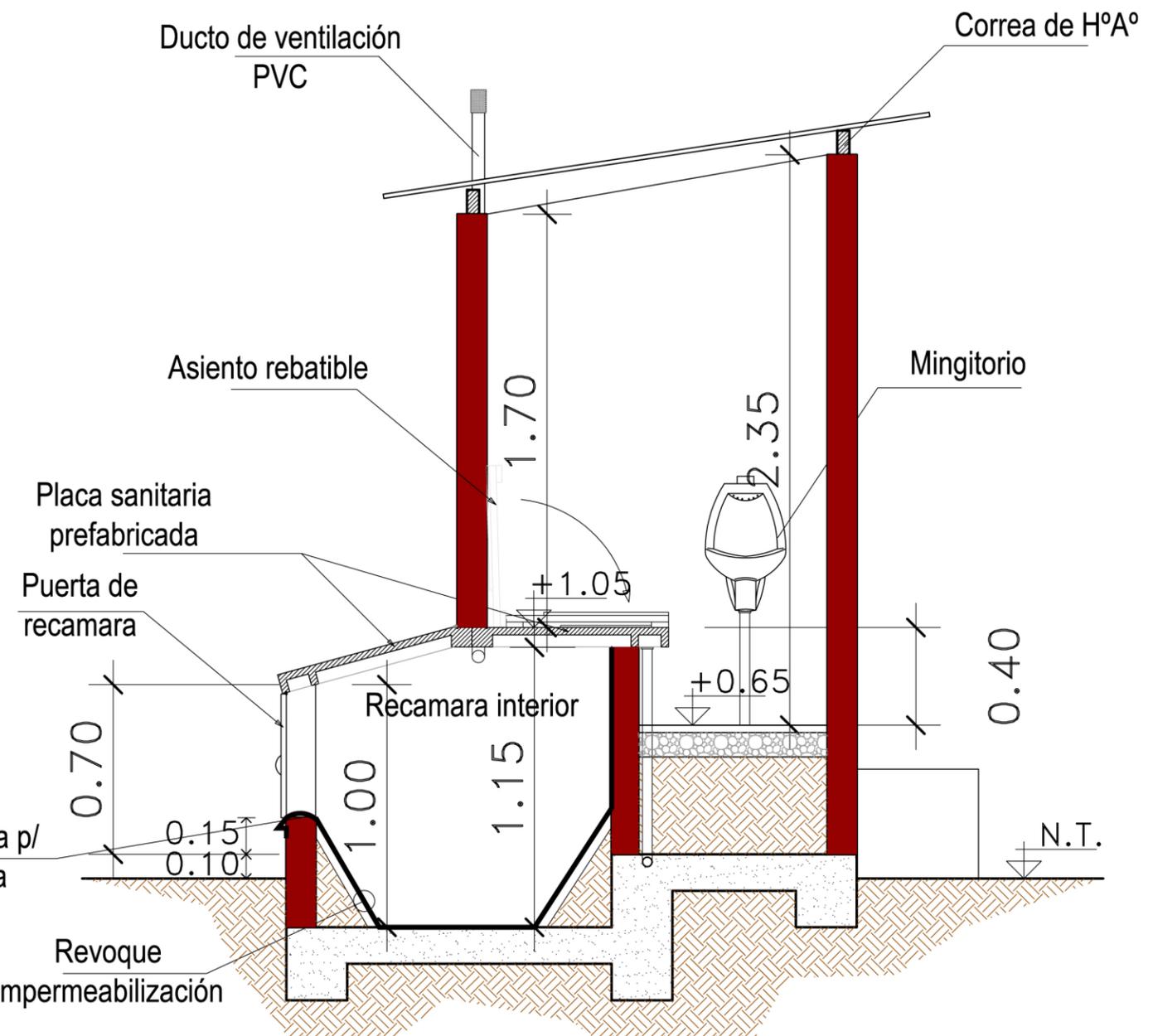
Letrina Abonera Seca Familiar



PLANTA LETRINA ABONERA SECA FAMILIAR ESC.: 1/25
Techo de chapa



CORTE A_A LETRINA ABONERA SECA FAMILIAR ESC.: 1/25



CORTE B_B LETRINA ABONERA SECA FAMILIAR
ESC.: 1/25

CEDES/habitat FADA UNA	Agua y Saneamiento GOBERNABILIDAD EN	MDGIF FONDO PARA EL LOGRO DE LOS ODM	PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL PARAGUAY
Programa: Fortaleciendo capacidades para la definición y aplicación de políticas de agua y saneamiento.			
Proyecto: Tecnologías apropiadas para agua y saneamiento.			
Prototipo: Letrina abonera seca familiar			
Planta y cortes A_A y B_B			ESC.: 1/25
Diseño de Placa Sanitaria propuesta por el Arq. Julio Rodas c/asesoramiento del Ing. Jorge Pusineri			

Presentación de Resultados en SENASA

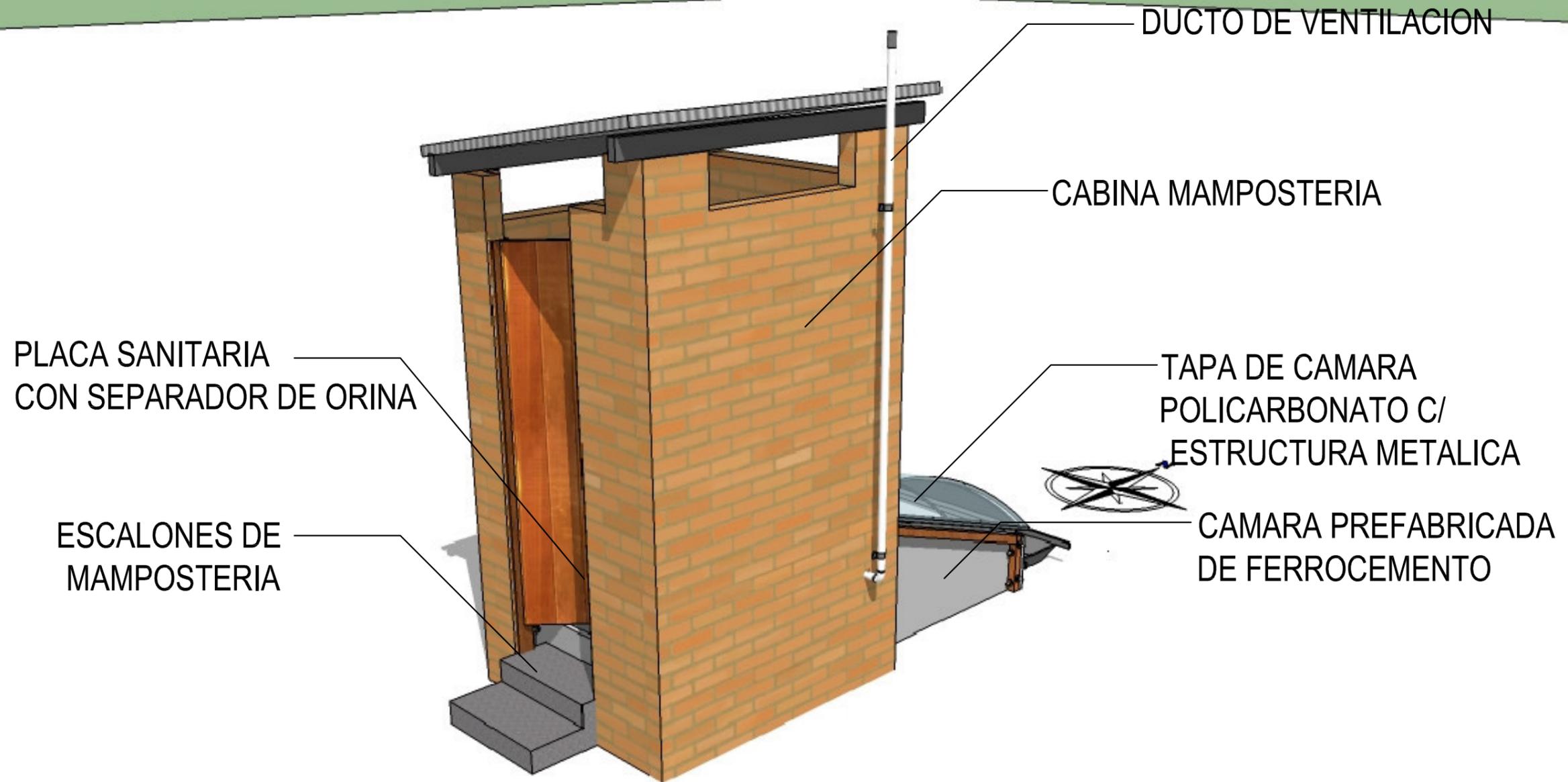
Vistas del Taller y de la Exposición de los Productos de la Investigación



El Sanitario Seco Solar

Prefabricado con placas de
cemento

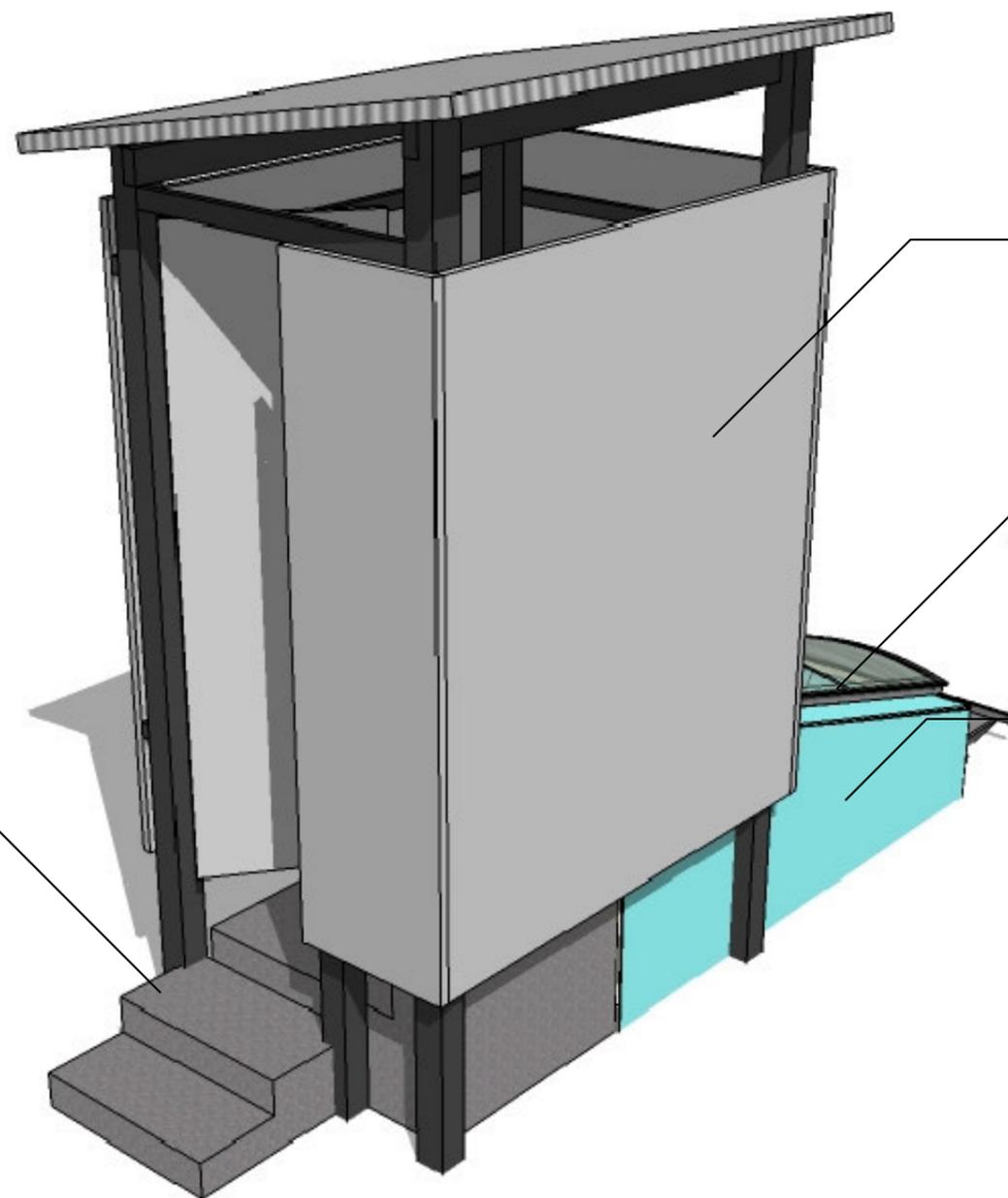








ESCALONES DE
MAMPOSTERIA



CABINA PLACA CEMENTICIA
CON BASTIDOR METALICO

TAPA DE CAMARA
POLICARBONATO C/
ESTRUCTURA METALICA

CAMARA PREFABRICADA
DE FIBRA DE VIDRIO REFORZADA
(FVR)



El Sanitario Seco Solar

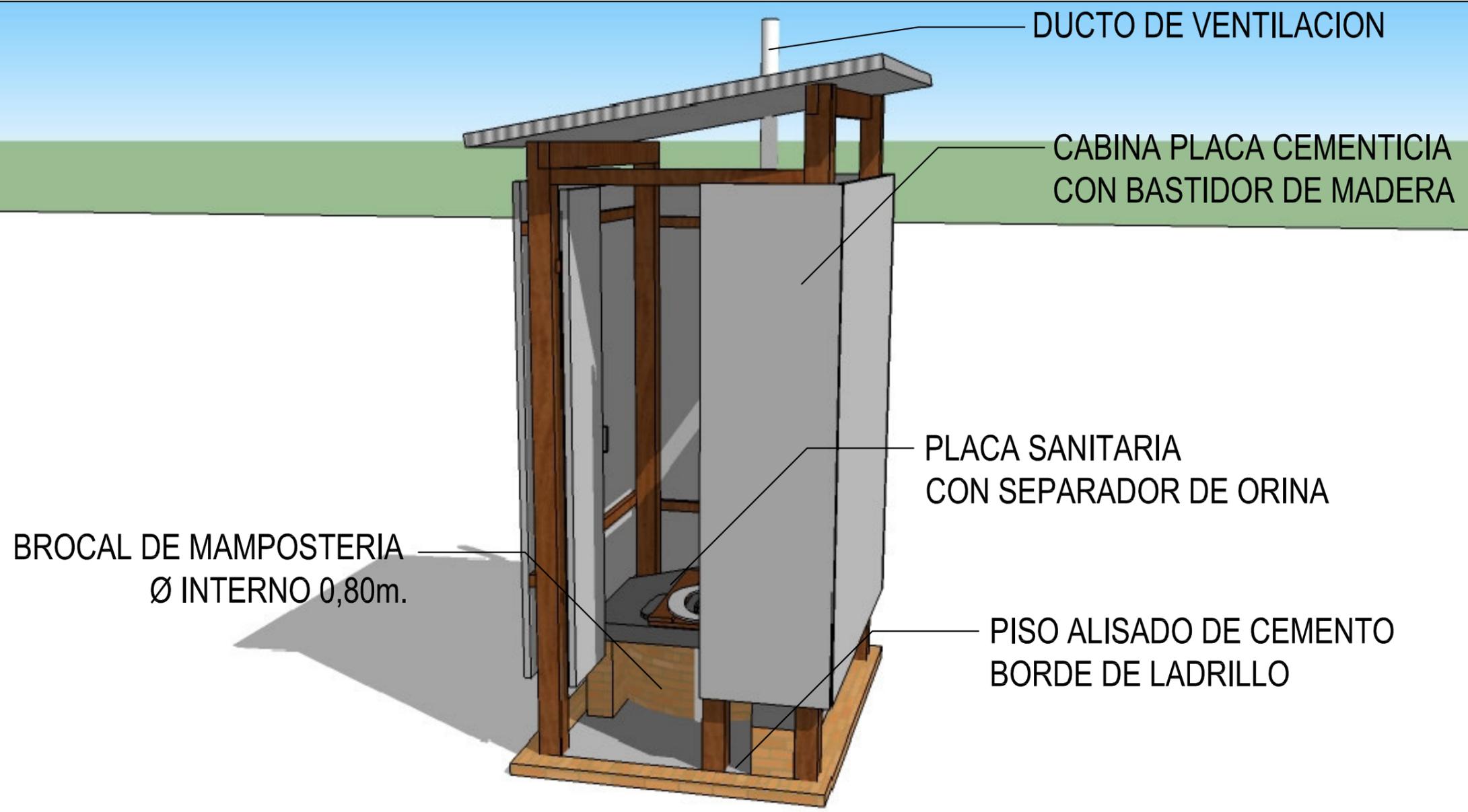
Prefabricado con fibra de vidrio



El Sanitario Seco Solar

Revisión de los prototipos con
los técnicos de SENASA





DUCTO DE VENTILACION

CABINA PLACA CEMENTICIA
CON BASTIDOR DE MADERA

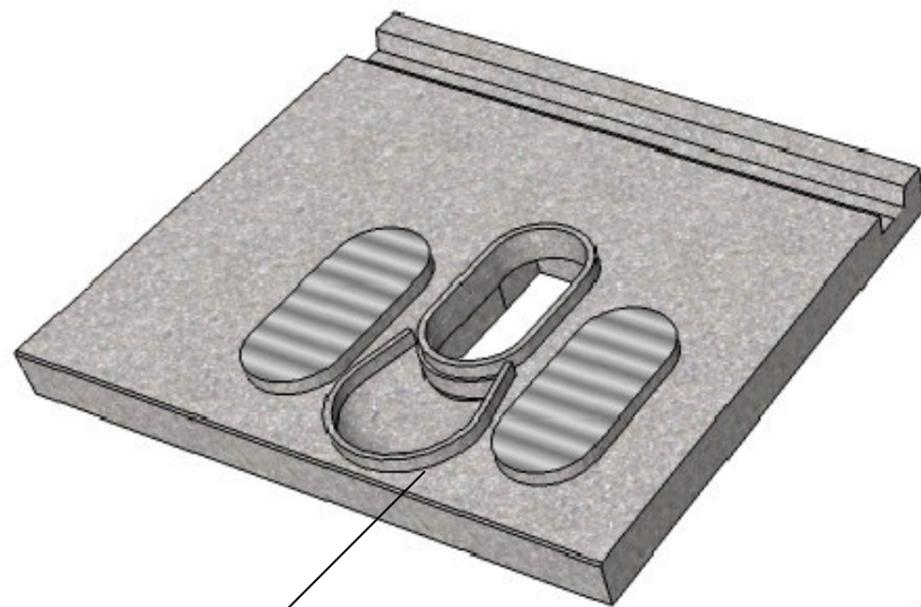
PLACA SANITARIA
CON SEPARADOR DE URINA

PISO ALISADO DE CEMENTO
BORDE DE LADRILLO

BROCAL DE MAMPOSTERIA
Ø INTERNO 0,80m.

La Letrina Mejorada





PLACA SANITARIA DE H°A°
ALIVIANADO CON SEPARADOR
DE ORINA.
PARA SANITARIO SECO SOLAR.



ASIEN TO TAPA DE PVC
EN BASTIDOR DE MADERA
REBATIBLE PARA AMBAS PLACAS.



PLACA SANITARIA DE H°A°
ALIVIANADO CON SEPARADOR
DE ORINA.
PARA LETRINA MEJORADA.



Placa Sanitaria para
letrina mejorada





tecnologías apropiadas AGUA y SANEAMIENTO

Tecnologías apropiadas de sistemas de captación de agua segura y sistemas de saneamiento para comunidades rurales e indígenas dispersas.



UNICEF

Fondo de las Naciones
Unidas para la Infancia



SENASA

Servicio Nacional de
Saneamiento Ambiental



FADA|UNA

Facultad de Arquitectura,
Diseño y Arte UNA

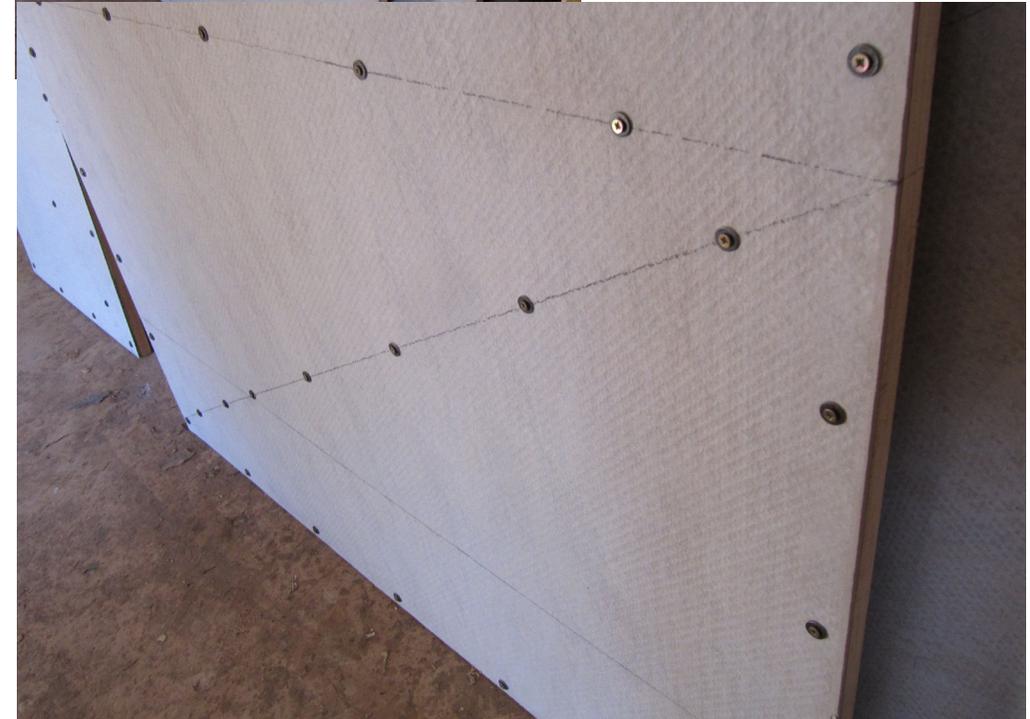


CEDES/hábitat

Centro de Desarrollo ,
Hábitat y Medio Ambiente

Cabina prefabricada

Desarrollar un tipo de cabina prefabricada, que pueda ser construída con dimensiones adecuadas para los distintos prototipos que son fabricados y que sea de materiales resistentes a la intemperie fué uno de los temas investigados. Como se observa en las imágenes, se optó por placas cementicias que tienen la particularidad de ser resistentes a la intemperie, que admiten terminaciones de distintos tipos y que son trabajadas como sistema seco con los bulones correspondientes.







Placa sanitaria

La placa sanitaria es una pieza clave para un sanitario seco o letrina. La búsqueda en este caso inició por las dimensiones de la misma, y crear un separador de orina dentro del espesor de la placa. Para que la placa no pese mucho, se le dió altura a la misma, pero se la hizo nervurada.

Posteriormente se agregó una canaleta para conducir las aguas que bajen por el costado de la cabina hacia los costados, de forma que las aguas no ingresen a la cámara deshidratadora.

En una tercera fase se trabajó la incorporación de un dintel en el cuerpo de la placa, de manera que el costado de una cabina de material cerámico esté en condiciones de apoyar en forma directa sobre la placa. Asimismo se estudió la forma de que el agua de limpieza no ingrese a la cámara deshidratadora.



Placa sanitaria
evolución experimental



Placa sanitaria
encofrado



tapa hueco sanitario



tapa hueco sanitaria

cámara deshidratadora

Se desarrollaron placas de hormigón con refuerzo de mallas de tipo gallinero, para evaluar peso y resistencia de los elementos para la secuencia de transporte y armado en el sitio. Los resultados fueron alentadores, por lo que se pasó de inmediato a la fase de construcción de las cámaras.















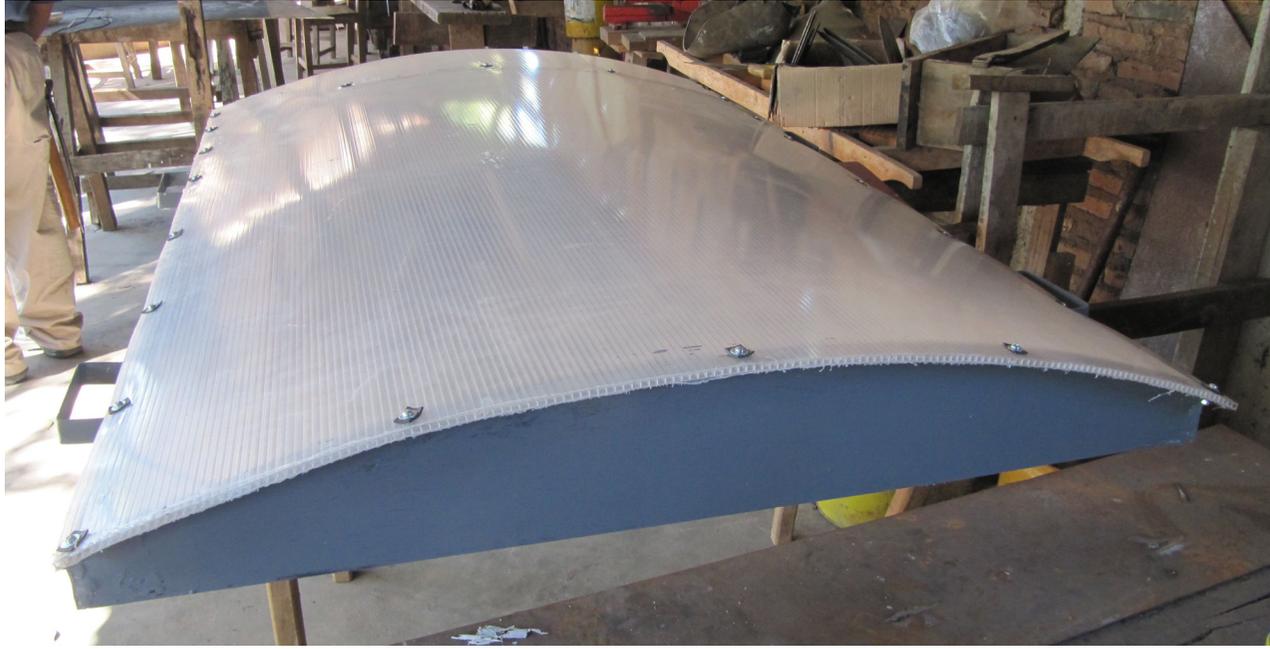
cubierta deshidratador

La tapa del deshidratador fué diseñada en metal con una forma curva para el policarbonato transparente que sería colocado luego como cubierta, de manera a obtener la máxima resistencia por parte del mismo, para que resista granizadas e incluso el impacto de un budoque arrojado con una honda.

tecnologías apropiadas de AGUA y SANEAMIENTO







cámara deshidratadora fibra de vidrio

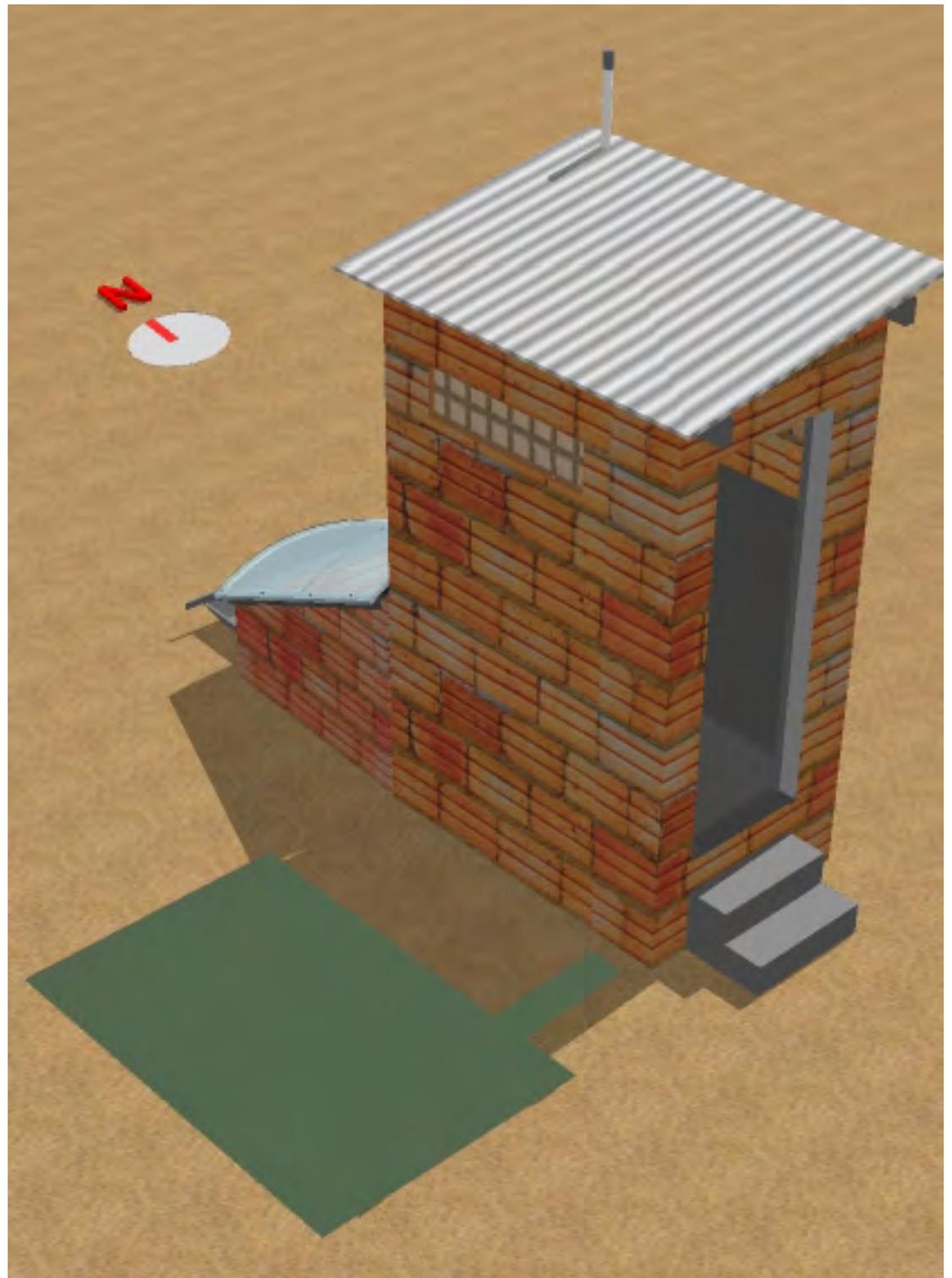
La idea de trabajar con fibra de vidrio surge a partir de la relación dureza, peso de estos elementos, por lo general, de acuerdo a la forma elegida, fáciles de transportar. La idea de construir el prototipo permitió observar las virtudes de la forma elegida y aquellos aspectos que habrán de ser ajustados si el sistema llega a ser utilizado para el saneamiento.







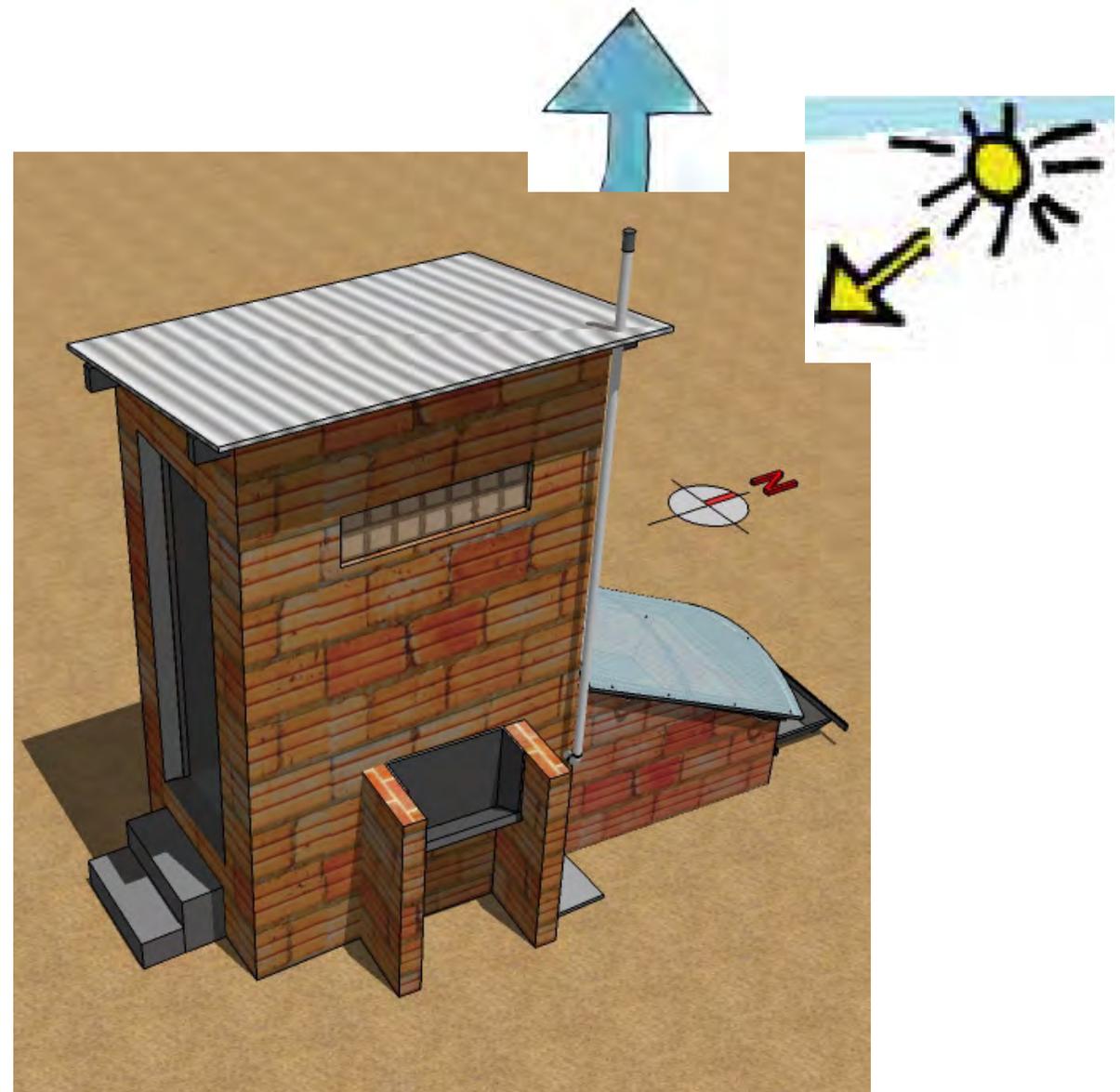
Lo que observamos es una imagen tridimensional de un **sanitario seco solar**, el que representa una de las formas de tratamiento a las heces humanas y que en este caso ha sido adaptada a los requerimientos existentes en nuestro país.



Este sanitario se caracteriza por estar sobreelevado sobre el suelo natural para evitar riesgos de inundación y crear las condiciones para realizar un tratamiento seco de las excretas, con la ayuda de la energía solar y la ventilación forzada.

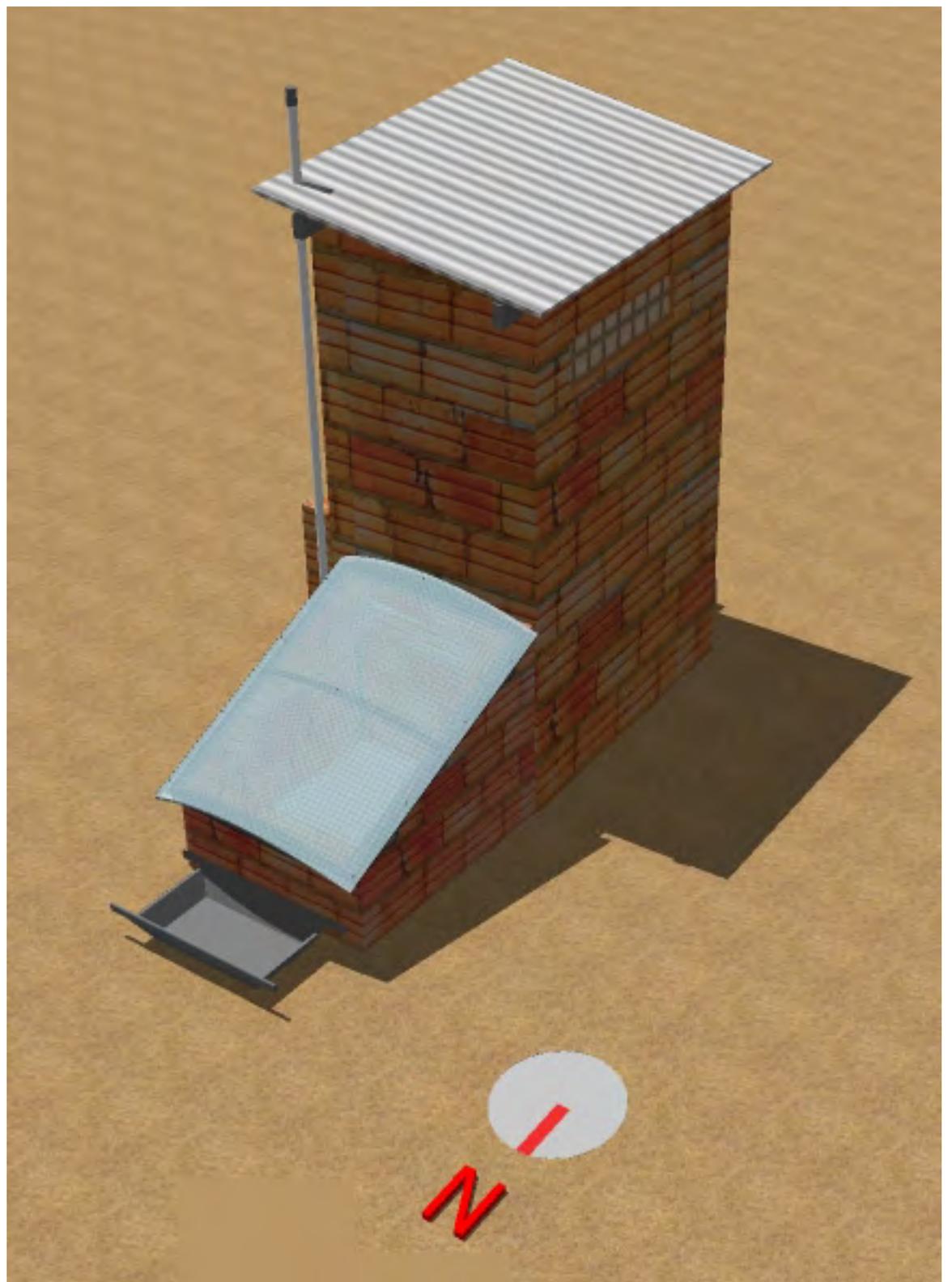
La imagen refuerza la idea de la acción de los rayos solares, que tienen efectos directos germicidas a través de los rayos ultravioletas y el efecto de la energía solar que actúa en forma directa en el interior de la cámara de deshidratación.

Lateralmente se puede disponer de mingitorios para uso del varón de forma a que la higiene de la cabina se mantenga en todo momento.



Para ello es necesario que se elija el sitio para la implantación de la letrina, de forma que el mismo sea soleado y que no existan árboles u otros elementos que arrojen sombras sobre la tapa de la cabina de deshidratación, que es donde debe incidir la energía solar.

Esta fachada debe estar siempre orientada en forma directa al norte como se observa en la imágen.



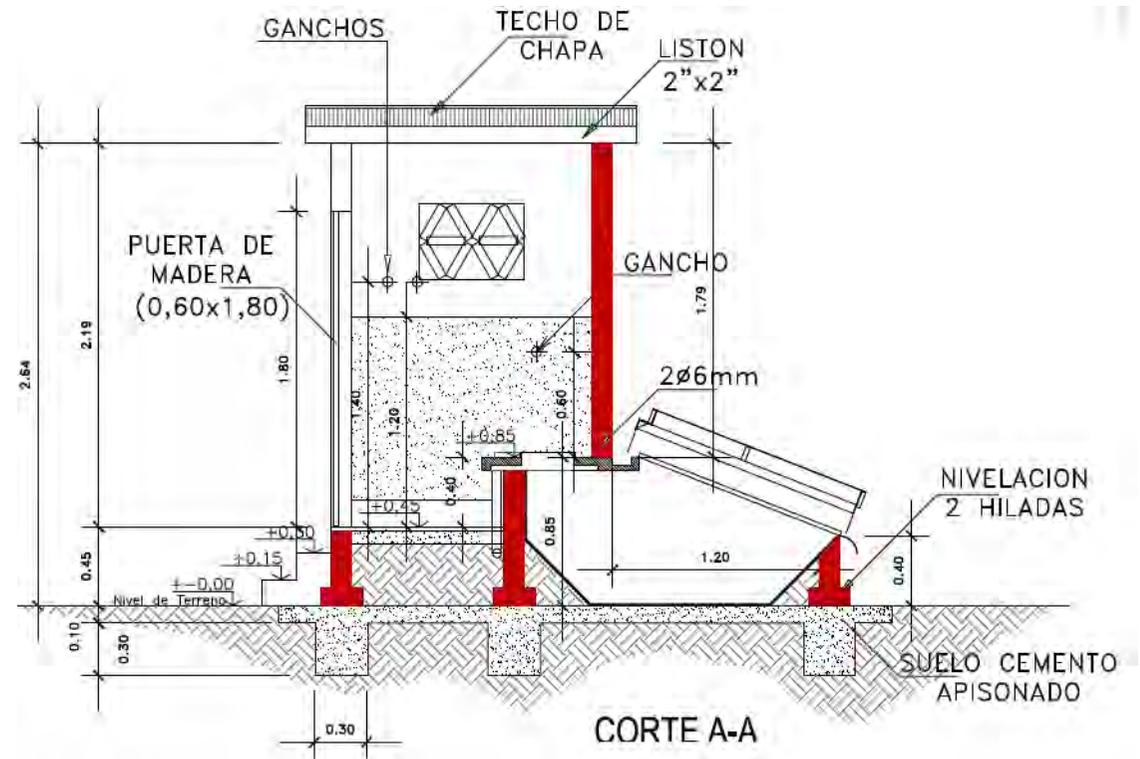
El concepto utilizado se basa en la máxima simplificación posible de las formas de uso por parte de los pobladores a los que va destinado.

La losa sanitaria tiene lo que se denomina un separador de orina.

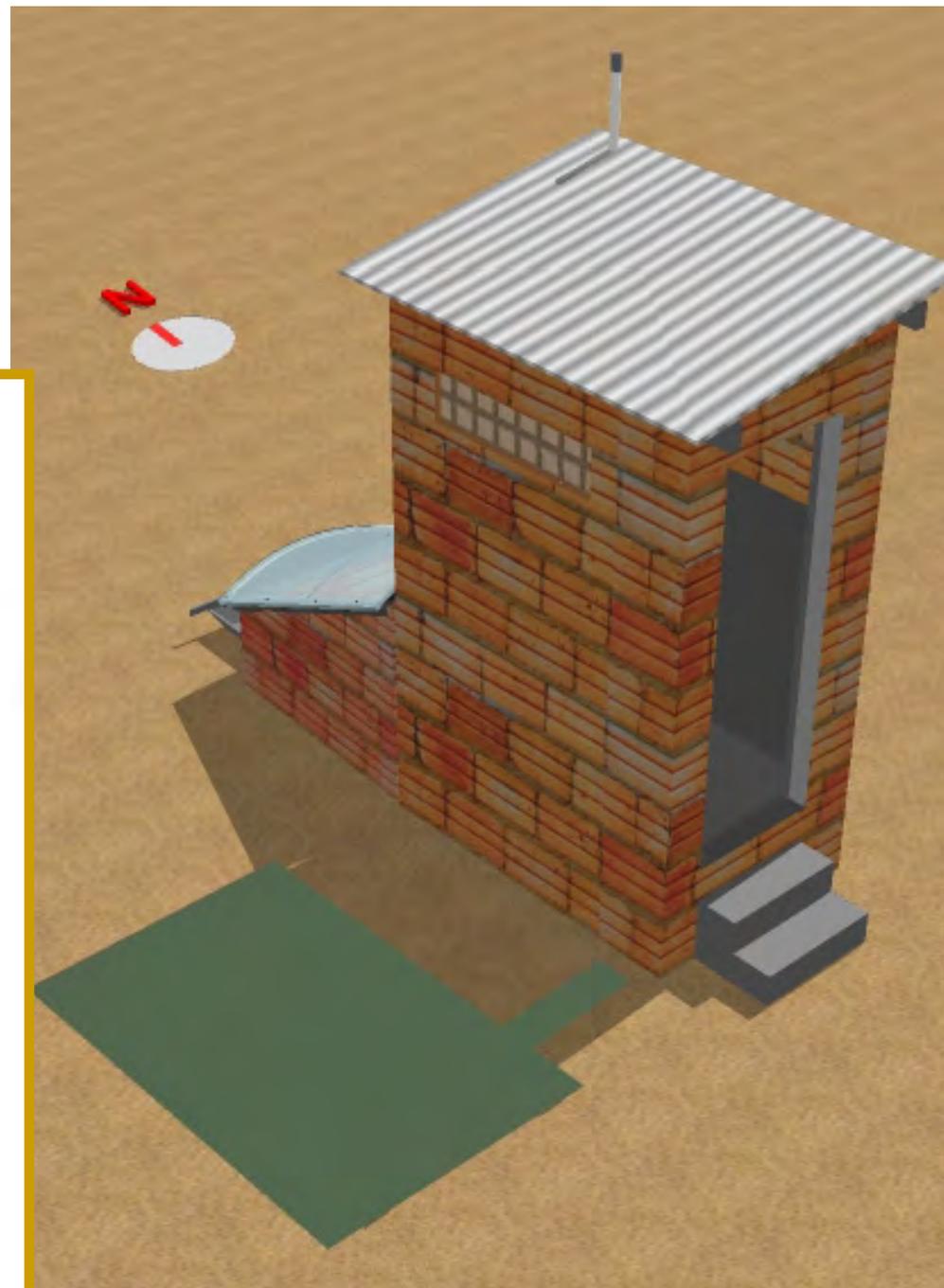
Por respeto a las formas de uso del sanitario, el mismo va provisto de una losa ubicada a la misma altura que un inodoro de asiento.

Con el sistema diseñado se puede utilizar la posición de cuclillas, que dispone de un escalon lateral para llegar al sitio y otra opción es la posición de sentado.

Se hace notar que la posición de cuclillas es considerada mas saludable que la de sentado.

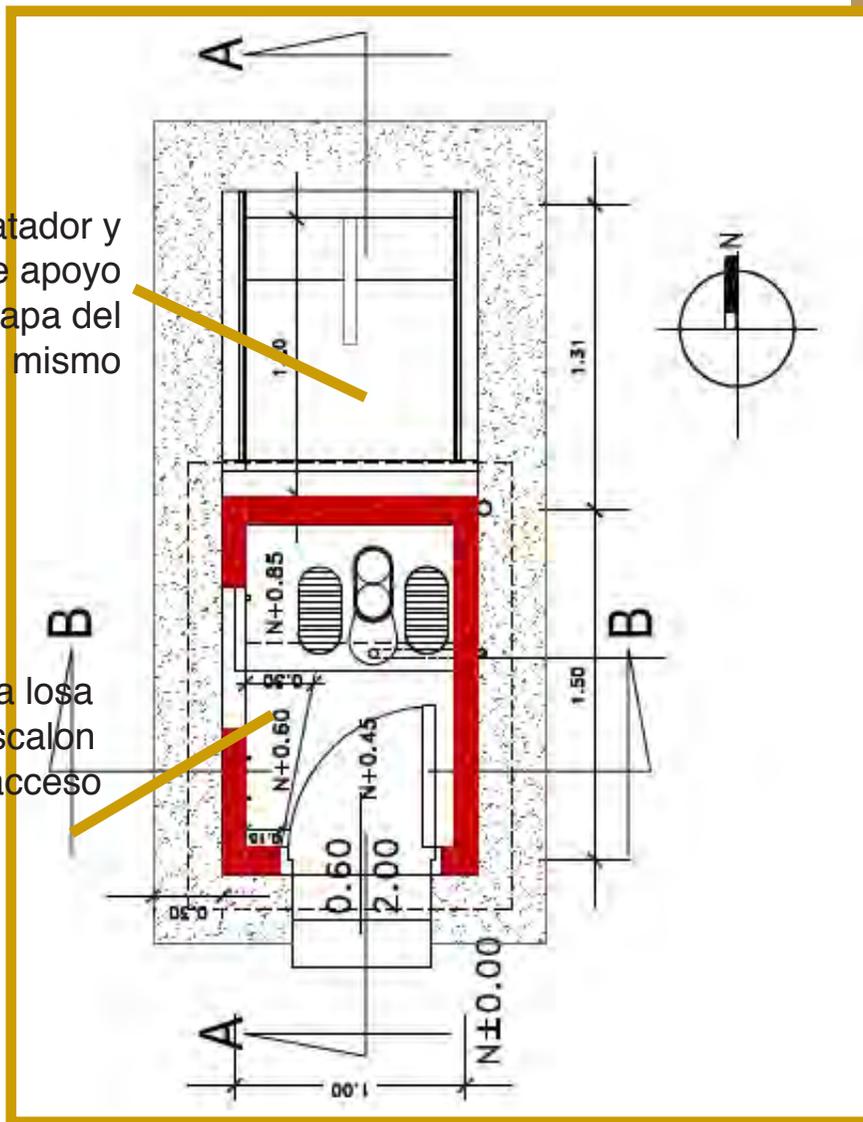


A la cabina se accede a través de escalones y posteriormente en el interior de la cabina hay un escalón que diferencia el área de la losa de letrina de la de acceso.



Deshidratador y marco de apoyo para la tapa del mismo

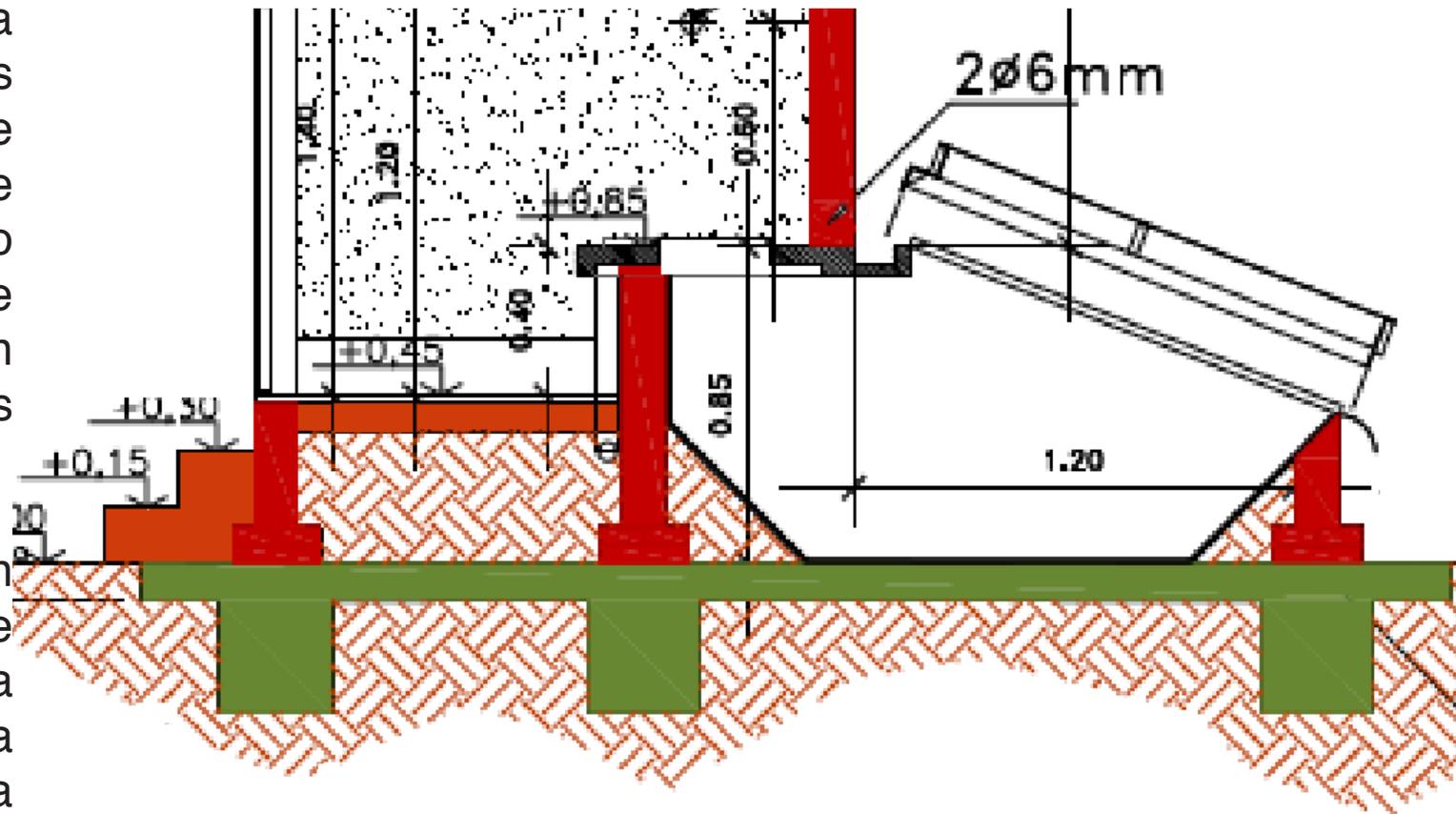
Cabina con la losa sanitaria y escalon lateral para acceso a la posición cuclillas



Observando la cabina vemos que en el interior hay un escalón donde está ubicada la losa sanitaria con sus posapiés sobreelevados y el hueco sanitario.

A través de la boca son depositadas las heces en una cámara de deshidratación y existe una taza para captar la orina .

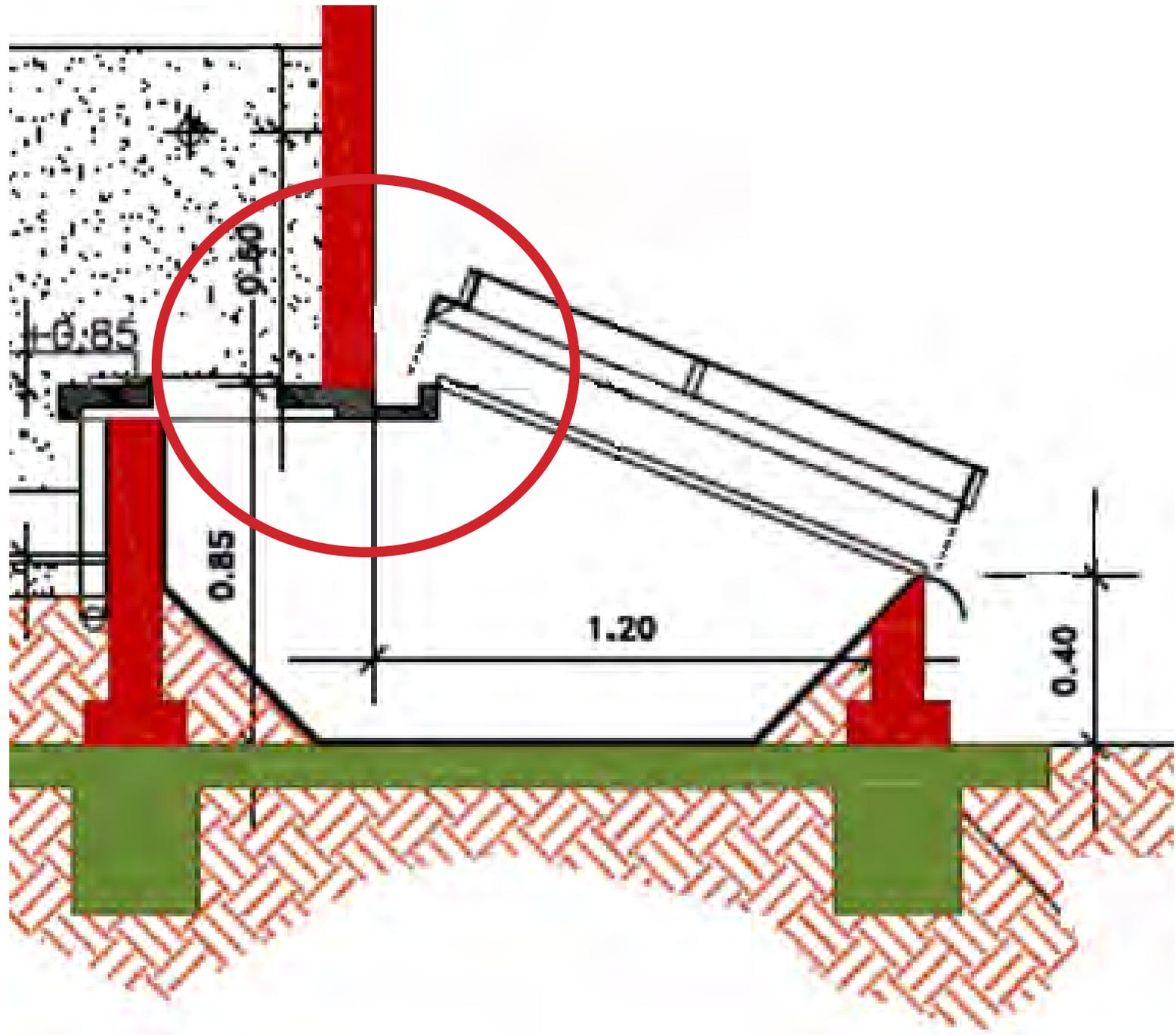
Va también provista de una tapa de madera, para cuando la letrina no es utilizada, pues evita que los olores salgan por este hueco cuando la letrina no se utiliza. Normalmente se espera que la ventilación permita la evacuación de los olores mas alla del techo.



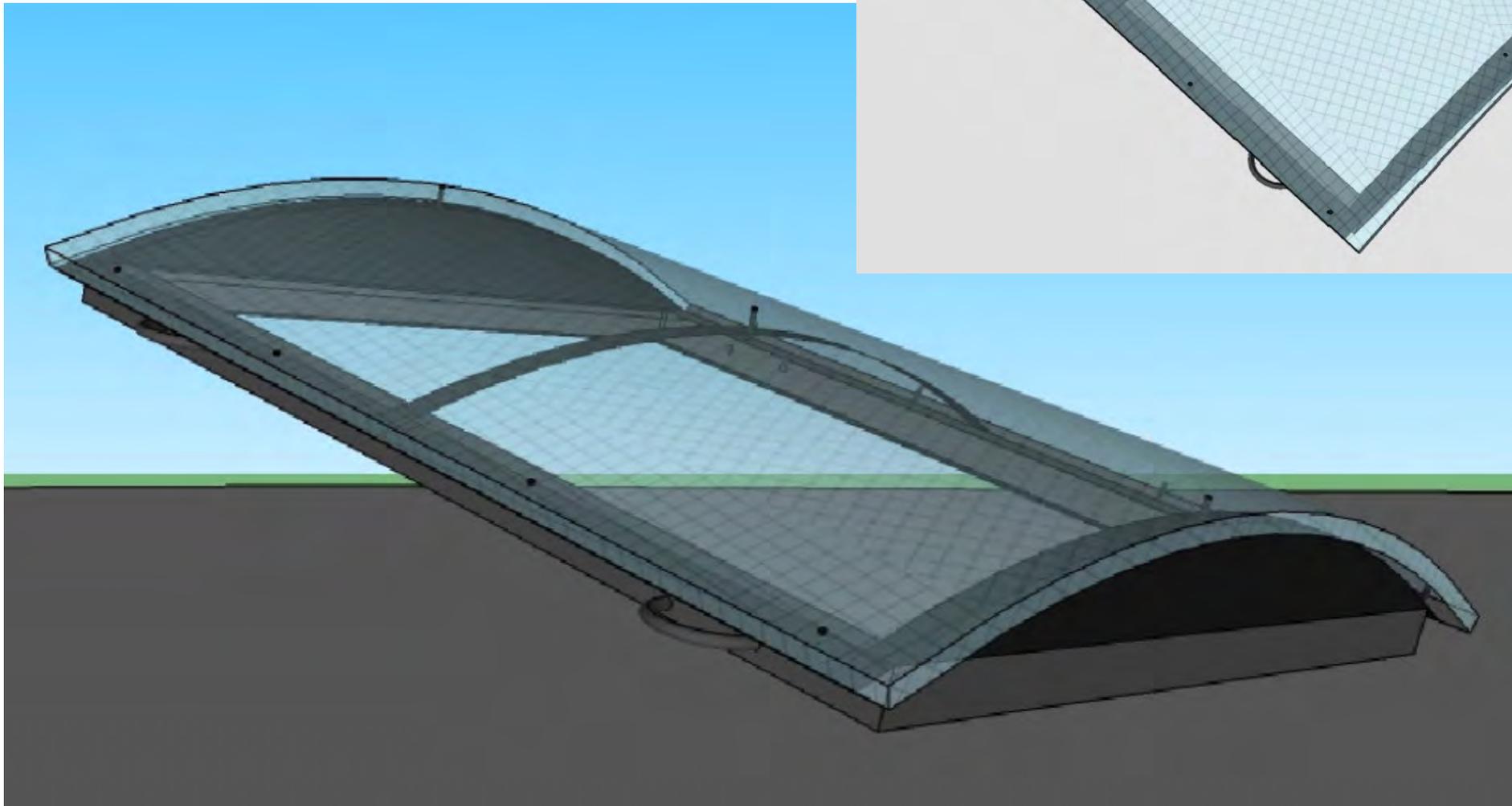
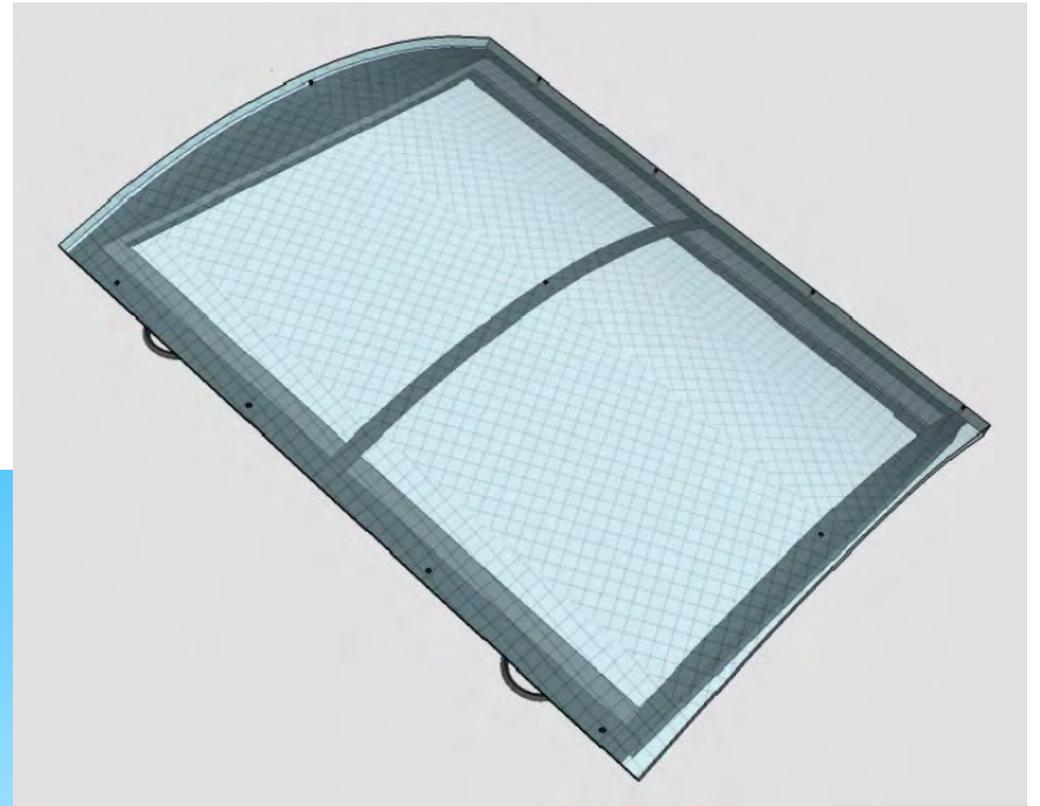
La camara de deshidratación va provista de una pendiente fuerte buscando acumular la materia tratada en la zona con mayor radición directa del sol.

El deshidratador esta cubierto por una tapa transparente, la que permite el ingreso de los rayos solares al interior de la misma y ayuda a elevar la temperatura en ella de forma a facilitar los procesos de secado de las heces allí acumuladas

La losa sanitaria incorpora un dintel para soporte del muro y tambien tiene una canaleta ubicada como parte del sistema de cubierta y protección contra la entrada del agua de lluvia.



Las imágenes muestran la tapa del deshidratador el que cumple la función de crear condiciones adecuadas para que las heces se sequen y que los patógenos sean destruidos.



Finalmente lo mas importante para evaluar los resultados de este prototipo es la respuesta que se obtenga a partir del uso por parte de los pobladores

Son ellos los que definirán hasta que punto la propuesta responde a sus necesidades en diversos sitios del país y si el mismo además de responder a las condiciones técnicas previstas, responde culturalmente y podrá ser un paso adelante para promover el saneamiento ambiental en el marco del respeto a la cultura y promoviendo la salud.





Los sanitarios secos solares construidos en la escuela “Amistad” de FILADELFIA (Chaco) nos permitirán evaluar en el país, con el apoyo de Ustedes, esta tecnología innovativa y amistosa con el medio ambiente

**Construcción de
PROTOTIPOS
de SANITARIOS
MEJORADOS para el
CHACO**

Escuela "Amistad" de Filadelfia (Chaco)
Informe fotográfico del proceso realizado
9 de Julio del 2012

Proyecto "tecnologías apropiadas para AGUA SEGURA y SANEAMIENTO para Boquerón" con el financiamiento de UNICEF para el Programa Conjunto de Objetivos de Desarrollo del Milenio .

Desarrollo de prototipos de saneamiento a cargo FADA|UNA de Asunción y de la ONG CEDES/ hábitat para SENASA - UNICEF.

La imagen de la izquierda muestra dos prototipos de Sanitarios Secos Solares (foto1) y a la derecha (foto2) presenta una letrina mejorada construída tambien en el mismo sitio con fines de evaluación.



Sanitario Seco Solar



Letrina Mejorada Brocal parcial

sanitario seco solar



3



4

Los **sanitarios secos solares** - **SSS** - han sido desarrollados para el Proyecto. La intención es incrementar sustancialmente la acción por temperatura y rayos UV al colocar una tapa transparente de policarbonato. Esta provoca un efecto “invernadero” al interior de la cámara de deshidratación, para secar heces y destruir patógenos.

Se observa asimismo el perfil interior de la cámara, así como el caño que conduce la orina a una zanja de infiltración (foto 5).

Tres escalones conducen a la cabina,



5



6



mingitorios externos y cabina



Los mingitorios externos han sido agregados para los SSS masculinos, para facilitar la limpieza de la cabina (foto 7).

La siguiente (Foto 8) nos muestra los posapies de la losa sanitaria y la luz que proviene de la cámara de deshidratación. La imagen interior de la cabina muestra la doble posibilidad de utilizar el baño con asiento o con cuclillas. Para estos últimos se ha previsto un escalón lateral de acceso (foto 9).



10

interior del sanitario seco solar



11

El diseño del interior del sanitario seco incorpora la opción de uso en cuclillas y sentado conforme los usos culturales del usuario, a sabiendas de las ventajas que aporta la postura de cuclillas. En la imagen se observa la tapa de madera de la cámara de deshidratación (foto10).

Las fotos 11 y 12 permiten observar el asiento en posición cerrado y abierta la tapa de plástico.



12



letrina común mejorada

El pozo que se observa en la imagen foto 14 muestra un brocal que protege el borde contra desmoronamientos y también permite el apisonado del suelo alrededor del mismo pozo. Por medio de este brocal es posible asentar una caseta prefabricada como la que se observa en las imágenes foto 13 y 15, propias del lugar, sin riesgo de que el agua de lluvia que se pudiera acumular en las inmediaciones de la letrina inunde el pozo y desmorone los lados del mismo.

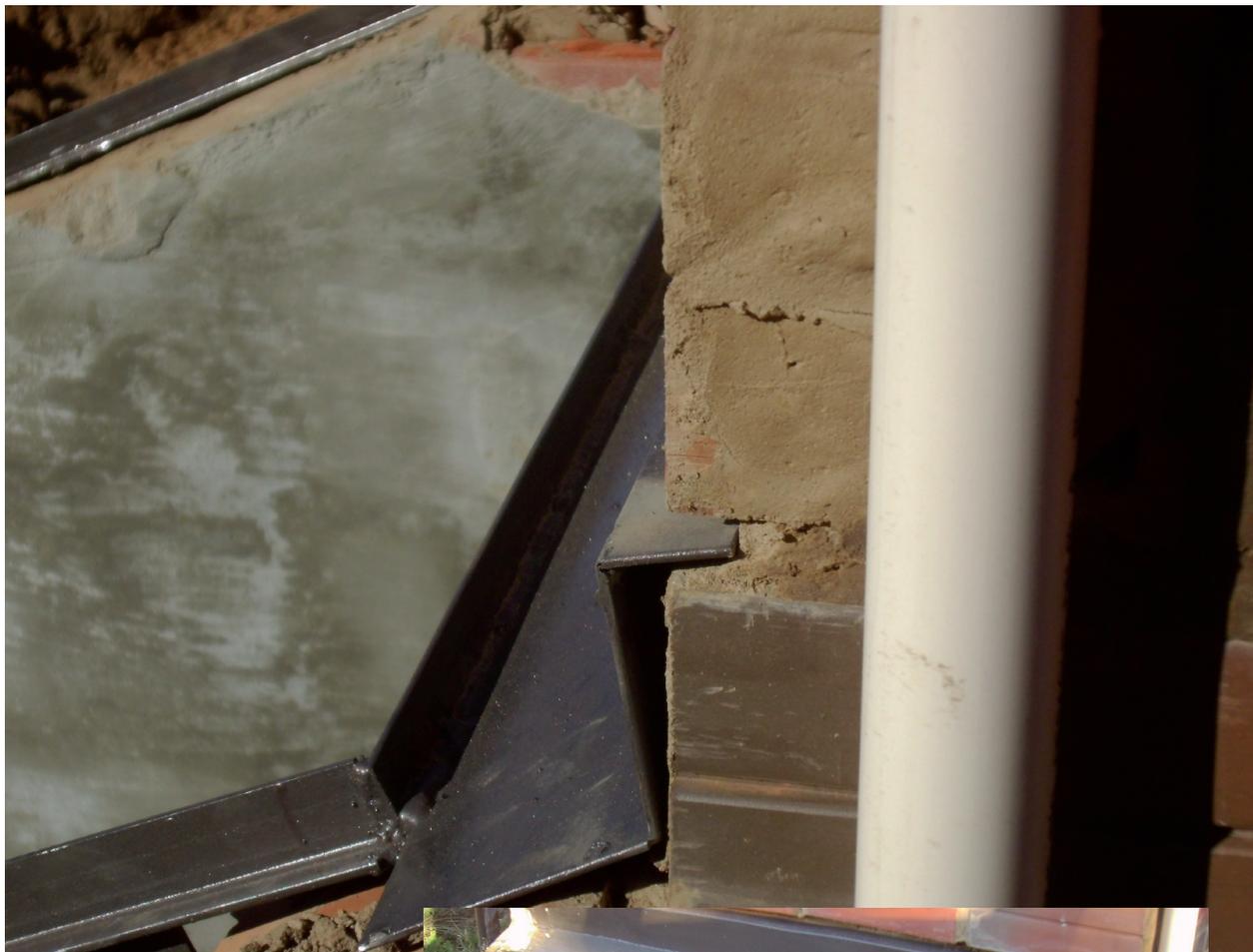
La foto superior 15 muestra un talud realizado con suelo cemento apisonado que acompaña el borde elevado del brocal y que aleja las aguas de lluvia del pozo de la letrina. La siguiente foto muestra el “asiento” de la letrina.

Este sistema es visto en general como inadecuado, al no contemplar ninguna forma de tratamiento de las heces, pero sigue siendo utilizado por muchos proyectos en razón de que reduce el acceso de insectos a las heces y su costo es más accesible.











































San Ramón de Corralito

Plazoleta de acceso y materiales preparados para la construcción de los Sanitarios Secos Solares

La capilla y las partes de las dos cabinas a ser construídas.



Fase inicial de armado de la cámara de deshidratación





Ajuste de partes de ferrocemento y hormigón armado por medio de elementos de sistema seco, en este caso bulones.

Se observa el perfil de la cabina futura y los trabajos de ensamblado de las partes





Avances en la construcción
con problemas de clima
inestable



Montaje de la cabina y detalles constructivos de los lados de la misma en relación a las columnas de soporte y al bastidor de madera pintada.

Montaje de la cabina. Se observan las columnas de soporte de las placas cementicias. La foto de la página siguiente muestra las dos cabinas en proceso de ensamblado.







Detalle de la cañería de separación de orina y el área de absorción de la misma al lado de la cabina. La foto siguiente muestra los escalones con el hormigón recién cargado, previo al uso de la cabina.





Detalles constructivos de fijación de columnas, de fijación de placas cementicias, detalles de tapas y terminación piso

Vista posterior de los sanitarios ya terminados



Vista desde el frente de los sanitarios ya terminados con las tapas de las cámaras de deshidratación en primer plano







































Innovación tecnológica con acompañamiento social



Informes de las actividades del área social del Proyecto para la capacitación de las comunidades donde se instalaron los prototipos de Letrinas Mejoradas y Sanitarios Secos Solares



El Sanitario Seco Solar desde el Área Social

El sanitario seco solar -SSS- es un aporte innovativo tanto para el área de las comunidades rurales como -y en mucho mayor medida- para las comunidades indígenas. Si fuera sólo una letrina y como tal, representara una construcción con los materiales “deseados” –por lo general los materiales convencionales tales como el ladrillo, las tejas, el piso- y la imagen fuera de innovación y modernización, ya habría un factor novedad que inicialmente resulta atractivo para posibles usuarios, pues va relacionado a trabajo y objetos que son aportados a la comunidad y dan “imagen” a quienes lo tienen. En contraste hay otro de evaluación sobre si el “objeto” vale la pena, que determina el uso del mismo a largo plazo y su adopción, indiferencia o rechazo como parte de lo cotidiano en una comunidad. Ninguno de estos resultados es evaluable en un plazo tan breve como la vida del proyecto y los resultados reales de la introducción de tecnologías como las de los sanitarios secos solares deberían ser evaluados al cabo de un año o dos de uso para ver de que manera se desarrolla la introducción de este factor externo en el medio al cual se ha propuesto su uso y si las condiciones que determinan que las mismas cumplan su función de higiene y salud, se cumplen al ponerlas al servicio de una comunidad.

Conforme la experiencia acumulada en varios campos relacionados al hábitat rural campesino e indígena, al introducir tecnologías innovativas, hay una primer fase de interés por lo novedoso, porque puede significar una mejora a la calidad de vida, pero tiene que haber algún nexo entre lo que se propone como aporte tecnológico y los valores y deseos de los pobladores en el área donde se quiere trabajar, o bien un acuerdo con los mismos, para obtener el apoyo para “probar” la nueva tecnología, fundamentalmente evitando el rechazo a lo desconocido y tratando de que los mismos asuman el proyecto como algo valioso para ellos.

Lo que hemos intentado realizar en el marco de este proyecto, es asumir que lo que hemos insertado en los sitios de experimentación, son objetos para cumplir una función, similar a la que realiza la naturaleza en la experiencia directa, incluso diaria de ellos, que es que el sol seca las heces de los animales domésticos, del perro por ejemplo o del ganado desde el caballo a las vacas, y que al secarse estas pierden olor, incluso uno puede moverlas sin que sean molestas para quien lo hace.



Una de las charlas en la escuela “Amistad” de Filadelfia, con la presencia del Maestro

El intento de relacionar las heces humanas con las vacunas, es que estas últimas son muy comunes en el área rural y -como decíamos antes-, a las mismas, una vez secas, se las puede remover sin que causen molestias y además se encuentran formas de uso para algunos “revoques con bosta de vaca” (para reducir las fisuras del estaqueo) o bien recuerdo que mi abuela hacía reunir bosta de vaca con hojas de eucalipto, las que se quemaban al atardecer, para espantar con el humo a los mosquitos, fabricando artesanalmente un ancestro de los “espirales” antimosquitos. Establecer estas relaciones busca sacarle el contenido de tabú y de rechazo a lo que puede significar tener que realizar actividades en relación directa a las heces humanas.

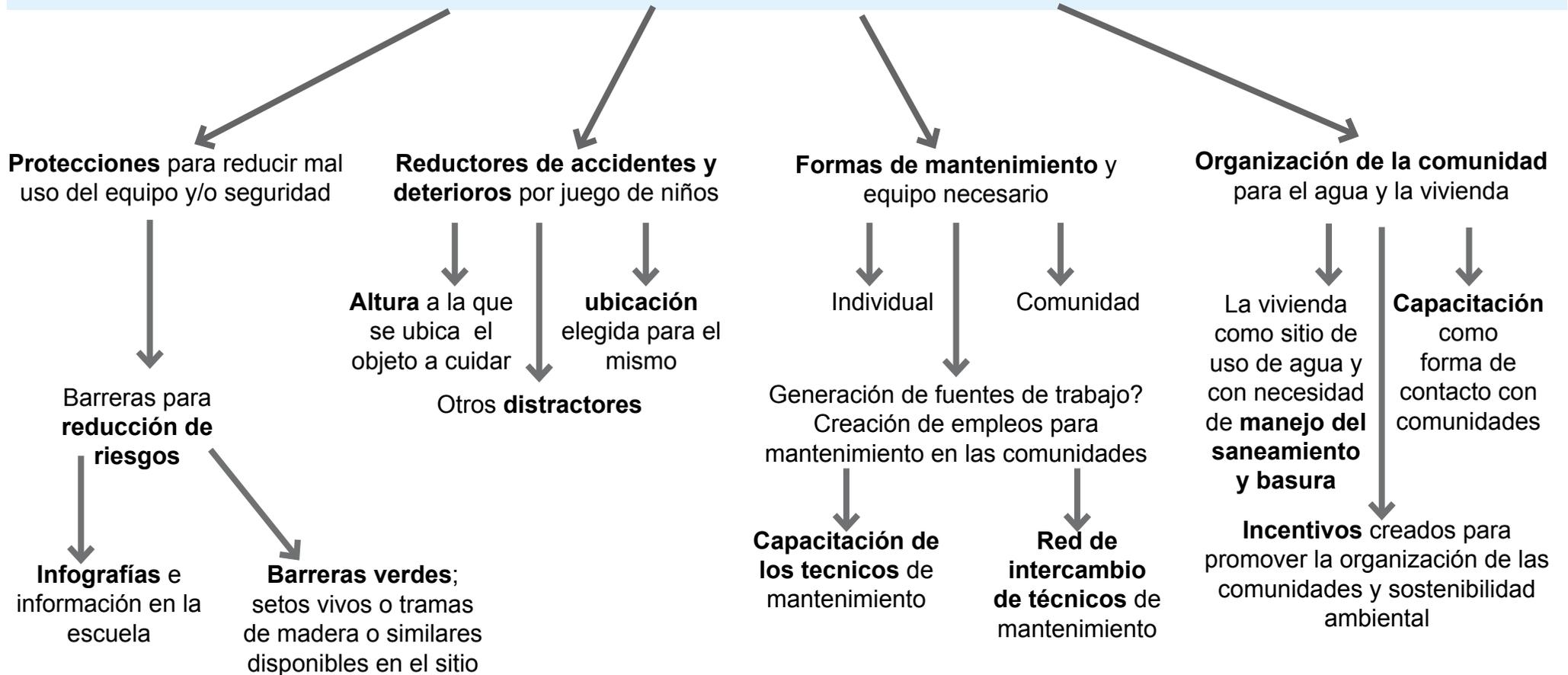
En un país donde cuando llueve, lo hace torrencialmente, acompañado de vientos, es importante pensar de que los raudales son uno de los factores que mas afectan a una obra cualquiera y hay que ver de no colocar una letrina o un sistema seco en el curso de un raudal. En el caso del Chaco, la existencia de grandes extensiones de suelo arcilloso impermeable hace que el agua suba de nivel en muchos sitios, alcanzando hasta 20 cm sobre la cota normal del suelo, lo que obliga a pensar, en el caso de recurrir a un sistema seco, que el mismo debe quedar por encima de los niveles de inundación. Es aquí donde los pobladores son quienes saben por donde va el agua en días de lluvia y uno de los motivos de fracaso de un proyecto vinculado a SSS sería no considerar esta información y no contar con el apoyo de los pobladores en todos los aspectos vinculados a la implantación de sanitarios secos solares.

A nivel de diseño uno de los aspectos a ser tomados en cuenta y a precautelar son los que tienen que ver con la seguridad contra el mal uso y previendo accidentes, pensando especialmente en la seguridad para niños, como es el caso de la altura de los tomacorrientes en un ambiente dado, cuando hablamos de electricidad. En proyectos que incorporan partes que pueden ocasionar daño para un niño, como ser un ducto de cocina de metal que se calienta y podría quemar las manos a un observador desprevenido, este debe ser protegido a través del diseño, creando barreras que impidan llegar al objeto u otras protecciones para quienes se encuentran o juegan cerca. Observando los resultados de la puesta en el terreno de unos SSS de una generación anterior a la desarrollada en este proyecto -tapa metálica del deshidratador- en una comunidad Mbya de Caaguazu, surgió el tema de la necesidad de crear barreras para que los niños, quienes habían descubierto que la tapa al ser golpeada producía sonidos varios y por lo tanto podía ser utilizada como elemento de percusión, por lo que generó la necesidad de crear barreras para que los mismos no se acerquen a dichas tapas. En alguna de las reuniones con técnicos en el Chaco escuchamos a un grupo de profesionales menonitas que trabaja con indígenas, quienes manifestaron que también allí se atiende a estos aspectos, como ser la colocación de ductos de agua y caños de bajada de agua hacia aljibes, entre otros a alturas que los niños no puedan



Formas de participación

Factores sociales y culturales que intervienen en el diseño técnico



recursos de diseño

talud niveles colores
 escala proporciones
 distancias mínimas
 costos orientación
 equipos montaje materiales
 terminaciones

transmisión de pautas de uso

incorporación consensuada de nuevos hábitos

gestión de los recursos agua y reciclaje

comprensión del funcionamiento óptimo de los sistemas

asegurar la sostenibilidad del sistema

uso correcto vida útil

mantenimiento diario

mantenimiento periódico

uso adecuado

alcanzar, dado que en la cultura indígena, el niño no es reprimido por hacer algo, se lo deja hacer. Si algo tiene que ser cuidado y mantenido, es importante que quede fuera del alcance de eventuales juegos de niños.

Se ha sugerido así entre otras posibilidades, la utilización de barreras verdes para evitar la presencia de niños en sitios donde no hay otra forma de proteger elementos necesarios y difíciles de mantener si alguien se propone destruirlos, aun cuando sea jugando. A la inversa, algunos elementos pueden ser introducidos por medio de la infografía e información en la escuela, sobre como utilizar ciertos elementos de la vida cotidiana y este tipo de material podría acompañar la introducción de elementos innovativos en una comunidad, para lo que es sumamente importante el trabajo con los maestros.

La colocación de distractores, como ser algunos juegos de niños, podría también ser una forma de reducir la atención de los niños hacia ciertas novedades y desviarla así de otros objetos. Uno de los problemas mas serios que enfrentan los programas que introducen tecnologías, es el mantenimiento. Algo que no es mantenido se transforma en un objeto visual que no cumple su función original. Es el caso de muchos molinos de viento y de muchos sanitarios. Los ejemplos observados revelan varios aspectos a ser considerados, probablemente al mismo tiempo y que involucran el apoyo técnico y la capacitación del usuario para el mantenimiento de los equipos. Otras valoraciones de tipo cultural se dan como cuando se insiste en la necesidad de que los mayores duerman separados de los menores, sin saber que el encuentro sexual de la pareja no es en el dormitorio de la vivienda y que además ellos tienen la costumbre de dormir agrupados. El mantenimiento ocurre cuando un objeto necesario deja de funcionar y el usuario lo percibe y considera necesario proceder a repararlo, y finalmente tiene el conocimiento y los medios necesarios para hacerlo.

Percibir quiere decir que hay una actividad que se realizaba y ya no se realiza, y para el usuario hay un déficit, una pérdida, como sería el caso de una moto que no arranca o una radio o celular que no tienen batería y ya no hay medio de transporte, no hay música o no hay comunicación. El usuario siente que ha perdido algo y desea recuperarlo. Es el caso de una comunidad Mbya denominada Ñembiara, ubicada en Caaguazu a 18 km de un poblado donde algunos trabajaban o deben ir para adquirir algunos insumos. Caminar esa distancia no es mucho en un monte pero si es mas difícil en medio de un sojal, sin sombra alguna, por lo que la bicicleta parece haber sido tomada como respuesta al problema. Uno de los indígenas entendía de bicicletas y dedicándose a este medio, que no requiere de motor o combustible alguno, aunque es de tecnología refinada, demostró que en caso de que falle, puede ser reparada. ¿De donde adquirió el conocimiento



Una de las charlas en la escuela "Amistad" a cargo de la Arq. Claudia Netto.



técnico?... , no lo supe, ni lo pude consultar en el momento, por observar su improvisado taller y sus improvisadas herramientas, pero arreglaba bicicletas en medio de la nada, en Ñembiara. El primer paso que lleva al inicio de un proceso de mantenimiento es entonces percibir una necesidad, que es el caso del agua en el caso del Chaco, donde si molino deja de funcionar, significa que la comunidad ha quedado sin agua a no ser que disponga de otras fuentes para abastecerse, como ser un tajamar o aljibes. Si hay otros medios de acceder al agua es probable que el molino quede en “compás de espera” hasta que alguien que cumpla el resto de la “ecuación del mantenimiento” que la presentamos en forma experimental, para ser incluso ampliada y/o reformulada, de los pasos necesarios para hacerlo:

MANTENIMIENTO = problema técnico surgido + percepción del déficit + aceptación de que la responsabilidad de solucionar el problema es propia + conocimientos técnicos para solucionar el problema + medios necesarios para hacerlo (herramientas y repuestos) + voluntad de hacerlo + forma de retribución por hacerlo.

1. problema técnico surgido: este primer factor es tema de trabajo en el campo del diseño, dado que se da mucha importancia a lograr elementos, ya sea mecánicos o constructivos que requieran bajo mantenimiento. Ello significa en muchos casos recurrir a materiales de alta calidad, lo que también significa altos costos. Cuando los costos no deben subir demasiado, elementos sencillos de obtener o fabricar y técnicas sencillas de difundir y aprender, pueden ser la respuesta, pero es probable que mas a menudo se tendrá que intervenir para que el sistema se mantenga funcionando.
2. percepción del déficit: como en el ejemplo de la moto que no funciona, es la percepción del déficit la que impulsa a la acción, para recuperar algo necesario.
3. aceptación de que la responsabilidad de solucionar el problema es propia: citando un relato sobre “Potrero Jara”, donde se trataba de un puente caído en el camino a un proyecto que debíamos construir en el Departamento de Paraguari, en la comunidad de Guazú Cuá y donde habiendo agotado nosotros como “interesados” en la reconstrucción del puente, las vías oficiales a nivel ministerios, gobernaciones y municipios para que el puente sea reparado, organizamos un viaje a la comunidad para convencer a los pobladores de la importancia del proyecto y de que nos ayuden a reparar el mismo. Cuando llegamos al sitio del puente caído habían obreros trabajando y con mucha alegría preguntamos, a nombre de cual “institución” trabajaban. Nos respondieron, que eran vecinos del lugar, que tenían que sacar sus cosechas, por lo que se organizaron, uno de los vecinos donó el tronco para hacer la reparación y ellos estaban trabajando para solucionar el problema. Cuando preguntamos como podíamos colaborar, exhibieron una lista de firmas y donaciones que estaban recibiendo de quienes normalmente usaban ese puente y como

nosotros, estaban interesados en el que puente sea arreglado. No encuentro mejor ejemplo de responsabilidad en la solución de “mis” problemas, la que en muchos casos debiera cuando menos llegar a la “co-responsabilidad”.

4. conocimientos técnicos para solucionar el problema: muchas veces encontramos personas capacitables para resolver ciertos problemas y con la voluntad de hacerlo, el problema que ocurre luego, a menudo, es que habiendo sido capacitada y realizando de manera eficiente su rol, la persona es llamada a otro sitio, donde también tienen interés en contar con alguien con ese perfil.

5. medios necesarios para hacerlo (herramientas y repuestos): de todos los problemas, este parece relativamente sencillo de cumplir, aún cuando todos sabemos el tiempo que uno tarda en llegar a una ferretería a comprar la válvula de repuesto para reparar una canilla. Esta variable agrega factores que son: tiempo de gestión, comunicación, transporte y costos.

6. voluntad de hacerlo: surge de el nivel de necesidad percibida. Así fue que llegando a una comunidad denominada Mbocaya'i encontramos a un adulto y un niño trabajando arduamente con una rueda. Preguntamos si podíamos ayudar y dijeron que necesitaban de una herramienta y alguien que les ayude. Quedó uno de nosotros trabajando con ellos y cuando lo recogimos ya de regreso nos comentó en que consistía el problema, la moto necesitaba el arreglo de un rulemán, el rulemán costaba 2,5 U\$D y el arreglo otros 2,5 U\$D. Como el poblador no tenía para pagar el servicio se puso a solucionar el mismo el problema.

7. forma de retribución por hacerlo: en medios donde la solidaridad es la moneda de cambio, las formas de retribución son variadas, por lo general en especies y si el nivel de necesidad es alto con muy escasos recursos, la sola solidaridad es en muchos casos la forma de pago.

En el marco del proyecto se venía tratando la posibilidad de encarar institucionalmente el tema del mantenimiento, creando una forma de apoyo institucionalizada a través de un “taller móvil” que recorra sitios donde existen equipos de deben ser mantenidos, lo que equivale a costos del vehiculo, del chofer y del técnico que realiza las tareas. Esta tarea encarada por terceros, podría ser un primer paso, para recuperar muchos sistemas existentes en sitios alejados, donde los medios con que cuentan las comunidades no son suficientes para realizar los mantenimientos necesarios de los equipos y podría ser un primer paso para la creación de la conciencia de que todo lo que se mueve y mucho de lo que no se mueve, debe ser mantenido.

Otro aspecto a ser considerado en relación a este campo tiene que ver con la necesidad de mantenimiento en los sanitarios secos solares, donde el material que se acumula debe ser organizado de acuerdo al tiempo de permanencia en la cámara, dado que el mismo se clasifica de dicha manera, de forma a retirar primero el mas antiguo, que sería de esta manera el que ha



Uno de los sanitarios secos solares en Filadelfia



Uno de los carteles colocados en los baños

recibido mas tratamiento solar, mientras que el mas fresco queda en proceso de deshidratación. Esta necesidad de “descargar” en forma periódica la cámara de deshidratación, debería ser verificada de forma periódica y para ello sería oportuno recurrir a un técnico que apoye a las comunidades en la primer fase de uso. Posteriormente en la propia comunidad podría alguien asumir esta tarea contra el pago en la especie que sea, por realizar esta no tan gratificante tarea y quien no quiera realizar pagos tendrá que asumir en forma personal la misma.

Apuntes sobre los contactos en las comunidades

Las jornadas de capacitación se realizaron coordinadas por la Lic. Elena Alarcón con el apoyo de un equipo técnico para explicar el funcionamiento de los equipos y que al inicio fueron los Arquitectos Emma Gill y Silvio Ríos y posteriormente se sumó la arquitecta Claudia Netto quien desarrolló parte de las capacitaciones en Filadelfia y la fase de Caazapa.

En las reuniones se explicaba que Sanitario Seco Solar posee una cámara deshidratadora totalmente revocada y donde las heces son recolectadas, de ésta manera no tienen contacto con el suelo. Con esto se evita la contaminación, como ocurre en el caso de la letrina convencional, evitando que si hubiere alguna napa de agua cercana a la superficie, la misma no es afectada por el sanitario. Otra ventaja de éste sistema es el tratamiento que se le da a las heces, al ser las mismas deshidratadas gracias a la energía solar, que suma varios factores que actúan para ello (rayos U.V. + alta temperaturas + efecto trampa o invernadero) eliminando a los patógenos y convirtiendo al residuo en recurso inocuo y reutilizable.

Los usuarios del nuevo sistema, manifestaron la seguridad que sintieron en el uso con respecto a la letrina tradicional, ya que en el método convencional, suele construirse al ras del suelo y el pozo ciego muchas veces no tiene ningún tipo de contención lateral del terreno. Con las lluvias fuertes que se presentan en nuestro país, las aguas al penetrar al foso, arrastran a su vez la tierra de los bordes del pozo al interior del mismo y esto puede producir el desmoronamiento y a su vez que el agua contaminada contamine el área cercana al mismo. El Sanitario Seco Solar -SSS- está construido sobre-elevado con relación al suelo.

El Sanitario también es de fácil uso y mantenimiento, pero es importante dar las charlas explicativas correspondientes, ya que es un sistema nuevo y especializado, fácil de comprender, pero que requiere de explicaciones. Las actividades de capacitación fueron realizadas en base a charlas y material gráfico (carteles para la escuela y los sanitarios y proyección de audiovisuales).

Hay una tendencia lógica de no apropiación a lo desconocido. Notamos que en algunos sitios no se hacía el uso adecuado. Ello se debió a que no se hicieron las charlas de orientación en forma

inmediata a la terminación de los prototipos. Por desconocimiento en algún caso se usaron las cabinas para el aseo personal, tirando agua a la cámara deshidratadora, arrojando alguna basura no orgánica a la misma y también olvidaron tapar el hueco sanitario al no ser utilizado el sanitario, con lo que se producían olores molestos. En todos los casos fue por falta de información. La incorporación de la tapa de asiento rebatible para dar posibilidad a las diferentes posiciones de uso (cuclillas y sentada) fueron muy novedosas y se destacó entre las personas a pesar de las risas y comentarios, la importancia de mantener la posición de cuclillas a la hora de ir de cuerpo, y también algunos participantes agradecieron la alternativa de la tapa de asiento ya que muchos de ellos se sienten más cómodos en la posición sentada.



Actividades en la comunidad Mbya de Cerrito, cerca de Abai en Caazapa. Se observa la letrina común preexistente y los dos sistemas solares prefabricadas.



Se observa otra perspectiva de los sanitarios secos solares prefabricadas con el cartel informativo de la forma de uso e imágenes del cacique y una de las pobladoras de Cerrito preparando un almuerzo.





Las imágenes corresponden a la comunidad de San Ramón de Corralito y los miembros de la Comisión Vecinal participan en las charlas sobre el uso de los Sanitarios Secos Solares.

En los archivos que acompañan se encuentra la información utilizada para la capacitación, así como las fotos de referencia de cada uno de los eventos.



En una de las comunidades indígenas se instaló el SSS en la escuela, la comunidad se mostró sumamente agradecida y preguntaron sobre la posibilidad de recibir asistencia técnica en cuanto a capacitación en la mano de obra para replicar el modelo en sus viviendas, ya que los mismos viven a una distancia considerable del lugar de implantación y en sus viviendas no cuentan con el servicio adecuado. Un dato interesante en la comunidad de Cerrito fue que las familias que viven cerca de los SSS de la escuela, los están utilizando de forma regular. En la otra comunidad preguntaron sobre la posibilidad de construir con materiales de la zona, lo que nos llevó a concluir que no solo hay una aceptación en el uso sino que hay una intención de apropiación.

Es sumamente importante la participación, el acompañamiento y el incentivo con la población en las diferentes etapas: previa, durante y después de la implantación del nuevo sistema. En especial es importante esta última, ya que sólo después de ser utilizado el sistema, se pueden terminar de aclarar las dudas relacionadas al uso y mantenimiento. Creemos que de esto depende el éxito en la implantación del nuevo sistema incorporado para mejorar las condiciones de saneamiento de éstos sectores tanto de comunidades rurales como indígenas que se encuentran más desprotegidos en la actualidad.

Cantidad de participantes en jornadas de capacitación

COMUNIDAD	ACTIVIDAD	Nº DE HOMBRES	Nº DE MUJERES	Nº DE NIÑOS	Nº DE NIÑAS
Fladelfia - Escuela Amistad	1	1	4	-	-
	2	1	-	31	21
	3	1	-	16	17
San Ramón Corralito - Caazapa	1	6	8	-	-
	2	6	6	-	-
Comunidad Indígena Cerrito - Abai	1	9	7	-	-
	2	10	5	-	-
Taller de Presentación de resultados	1	15	10	-	-
		49	33	47	38



Emopotí jepojeaa ndoguahei mba asykuera

Las manos limpias previenen enfermedades

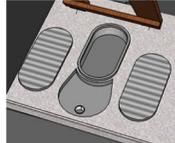


OCTUBRE 2012

USO ADECUADO DEL SANITARIO SECO SOLAR



Según su costumbre una persona se puede sentar o permanecer en cuclilla. Es más saludable usar la posición de cuclilla.



Para los sólidos está el hueco y para los líquidos hay una taza. Ellos deben ir separados para el proceso de deshidratación de las heces.



No tirar la basura dentro de la taza y mantener la tapa cerrada para evitar los malos olores

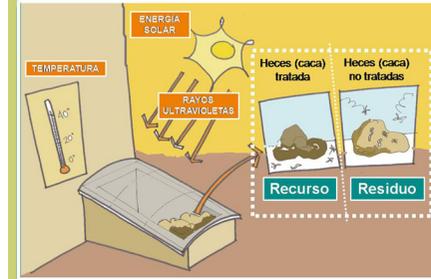


PROYECTO DE AGUA SEGURA Y SANEAMIENTO



OCTUBRE 2012

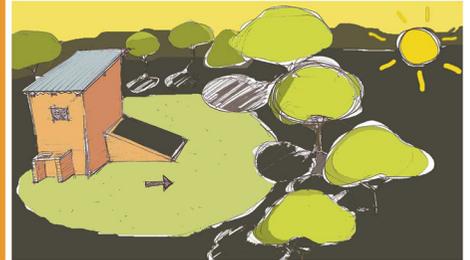
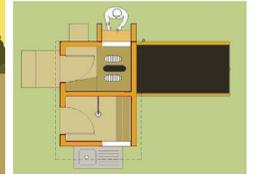
FUNCIONAMIENTO DEL SANITARIO SECO SOLAR



Los RAYOS del SOL + el CALOR + el EFECTO que genera la tapa transparente que acumula el calor, "secan" (deshidratan) la materia orgánica matando a los agentes patógenos que son los principales transmisores de enfermedades



Para el buen funcionamiento del Sanitario Seco Solar y del proceso de deshidratación de las heces (caca) es muy importante que el mismo esté orientado al NORTE porque así recibe sol desde la mañana y toda la tarde. No debe haber sombras de árboles ni edificaciones sobre la tapa solar y se debe mantener el entorno bien



TECNOLOGÍAS APROPIADAS



2012

Postura en Cuclillas - Factor social y cultural a considerar

Pro y Contra

El concepto del “baño moderno” ha traído consigo al inodoro para sentarse

La posición de cuclillas es natural para el ser humano y tiene una serie de ventajas desde el punto de vista de la fisiología del aparato digestivo, eliminando según la bibliografía varias afecciones propias de este sistema.

La postura en cuclillas hace que por la presión de las piernas sobre el abdomen, la persona pueda eliminar las heces sin hacer fuerza muscular y en eso consiste la diferencia, dado que en la postura sentada hay que forzar la expulsión con los músculos, lo cual causa con el tiempo una serie de afecciones que están descritas en la bibliografía correspondiente a “Cuclillas y salud” de la biblioteca-e sobre Saneamiento.

En el área rural del Paraguay es usual recurrir a letrinas de posición en cuclillas como solución sanitaria, pero, las mismas por lo general se destacan por ser muy primitivas y es penoso para el usuario utilizarlas. Existen sin embargo tazas turcas de porcelana y metal que tienen muy buena imagen y funcionan por arrastre de agua desde una cisterna elevada como se observa en la pagina siguiente.

Por medio de ellas es posible ofrecer soluciones por arrastre de agua en un formato de uso culturalmente aceptado y práctico, además de apoyar una costrumbre saludable para la familia.



Sanitario en el Japón para ser utilizado mirando la pared del fondo

Foto “Inodoros en Japon”, Wikipedia

En el Japòn moderno y en las colonias japonesas existentes en el Paraguay es posible observar sistemas avanzados que recurren a lo que conocemos aquí como la “taza turca”.

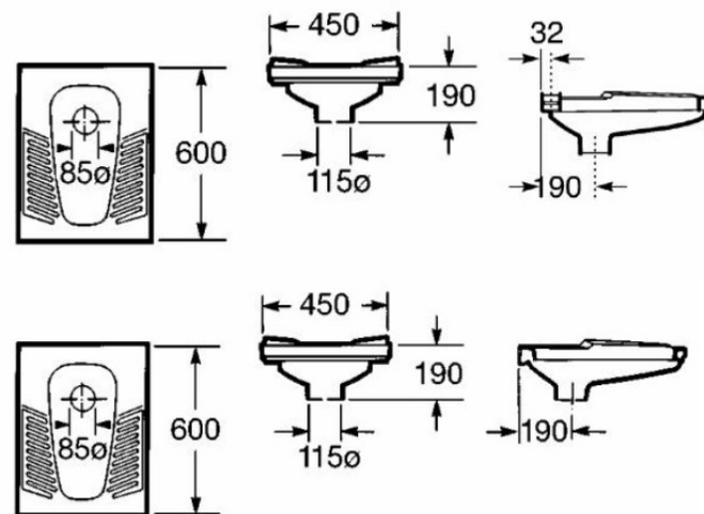
Una de las ventajas que ofrece este tipo de sistemas, es en el caso de un sanitario público donde la persona no necesita tomar contacto con una superficie, como es el caso del inodoro de sentarse, a condición de que disponga de un lugar adecuado para desvestirse.

Las tazas que se observan en algunos casos traen incorporado el sifón y en otros hay que agregarlos.

En el caso de que una persona este utilizando un sanitario de tipo “sentado” es probable que tenga dificultades si desea cambiar de hábito y recurrir a las cuclillas, dado que el inodoro usual no se encuentra preparado para ese fin.

Las imágenes de la siguiente pagina muestran dos casos extremos, por una parte un inodoro de asiento que viene de fábrica diseñado con un soporte lateral para pies y en la otra imagen una adaptación de una taza turca, por medios “rústicos” al formato de asiento, dado que ambos métodos tienen sus seguidores y detractores, por lo que puede observarse en varios sitios de la red internacional.

La siguiente imagen muestra el choque cultural entre personas que han adoptado el inodoro sentado en áreas urbanas, pero que al ser utilizado los mismos por personas



Imágenes de tazas turcas a partir de información de la red.

Fotos de la red Internacional

acostumbradas a las cuclillas, estás buscan replicarla sobre los bordes del inodoro, con los riesgos que ello conlleva.

La imagen captada en el Chaco es muy elocuente en este sentido.

Se afirma por lo general que la gente en el área rural pide inodoros y es probable que eso ocurra, porque lo que están pidiendo es la imagen de “lo moderno”. Sin embargo en conversaciones en una comunidad de cerca de 40 familias en Canindeyú, sólo en una de las casas había un inodoro de asiento que utilizaba el dueño de casa, pero su señora y su hija preferían seguir utilizando el de cuclillas. En obras realizadas en la zona de Mbutuy se consultó con los pobladores sobre cual sistema de sanitario instalar y pidieron inodoros tipo asiento. Mientras la obra terminaba, se podía observar que muchos los utilizaban ubicándose con los pies en el borde del sanitario como indica la figura (que no hay que hacer).

En la siguiente página se ha extractado parte de un documento que expresa algunas de las razones de salud por las que las cuclillas son recomendables. La bibliografía cita que la posición de cuclillas fue tradicionalmente la posición en que las madres daban a luz en el pasado, posición a la que recurren hoy aún mujeres de diversas etnias en nuestro país y que en países como México se encuentran incluso legisladas.

Fotos arriba: Sanitario preparado para ser usado como asiento o en cuclillas. Sanitario con taza turca readaptada a sanitario de asiento.

Fotos de la red Internacional

Cartel en un baño en el Chaco avisando a los que usarán en el baño, que deben sentarse para usarlo y no pararse en cuclillas sobre el artefacto.

Foto: Francisco Desvars



Ventajas de sentarse en cuclillas

(Beneficios para la salud de la posición natural en cuclillas http://www.naturesplatform.com/health_benefits_sp.html - incluyendo el gráfico)

1. Hace la eliminación más rápida, más fácil y más completa. Esto ayuda a prevenir el “estancamiento fecal”, factor central en el cáncer de colon, la apendicitis y la inflamación intestinal.
2. Protege los nervios que controlan la próstata, la vejiga y el útero, evitando que se restiren y se dañen.
3. Sella con seguridad la válvula ileocecal, entre el colon y el intestino delgado. En la postura sentada convencional, esta válvula carece de soporte y muchas veces gotea durante la evacuación, contaminando el intestino delgado.
4. Relaja el músculo puborrectal que normalmente cierra el recto para mantener la continencia.
5. Usa los muslos para soportar el colon e impedir tensiones. Las tensiones crónicas en el inodoro pueden causar hernias, diverticulitis y prolapso del órgano pélvico.
6. Es un muy eficaz tratamiento no invasivo para las hemorroides, según indican publicaciones clínicas de investigación.
7. En las mujeres embarazadas, estar en cuclillas evita la presión sobre el útero cuando van al baño. Estar en cuclillas diariamente ayuda a preparar a la futura madre para un parto más natural.



Para quienes deseen experimentar las posibilidades de cambio de postura en el sanitario, finalmente proponemos un adaptador

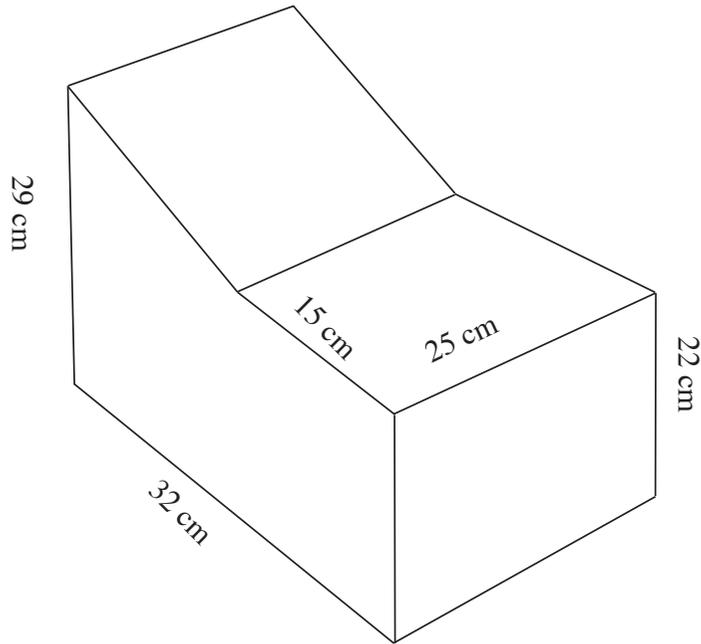
Adaptador para cuclillas en el inodoro de asiento

Como se ha visto en la imágenes anteriores, hay varias formas de adaptar un inodoro de asiento para convertirlo en otro apto para cuclillas.

Las dimensiones que se proponen dimensiones en altura son relativamente cómodas, dado que uno se sienta y luego levanta los pies. La inclinación posterior permite asumir la postura de cuclillas sin cansancio para quienes no estamos acostumbrados como los orientales a esta postura para sentarse normalmente.

Hice una prueba con una altura de 28 cm delante y 35 cm atras, pero es hoy aún algo incomoda para mi asi que sigo usando la mas baja.

El sistema es suficientemente estable, construído en madera de 2,5 cm de espesor pero debería tener soportes de goma alejadas del piso, por las humedades.



tecnologías apropiadas

AGUA SEGURA y

SANEAMIENTO

Tecnologías apropiadas de sistemas de captación de agua segura y sistemas de saneamiento para comunidades rurales e indígenas dispersas.



UNICEF

Fondo de las Naciones
Unidas para la Infancia



SENASA

Servicio Nacional de
Saneamiento Ambiental



FADA|UNA

Facultad de Arquitectura,
Diseño y Arte UNA



CEDES/hábitat

Centro de Desarrollo ,
Hábitat y Medio Ambiente

talleres de
Promoción
Social
FILADELFIA

INFORME : AGOSTO SETIEMBRE 2012

ASUNCIÓN - PARAGUAY



Escuela "Amistad" de Filadelfia (Chaco)
Informe fotográfico
TALLERES DE PROMOCIÓN SOCIAL

PROMOCIÓN SOCIAL DE LOS PROTOTIPOS de SANITARIOS MEJORADOS para el CHACO

Proyecto “tecnologías apropiadas para AGUA SEGURA y SANEAMIENTO para Boquerón” con el financiamiento de UNICEF para el Programa Conjunto de Objetivos del Milenio y el desarrollo de prototipos a cargo de SENASA, FADAJUNA de Asunción y de la ONG CEDES/hábitat.

1º TALLER DE PROMOCION SOCIAL



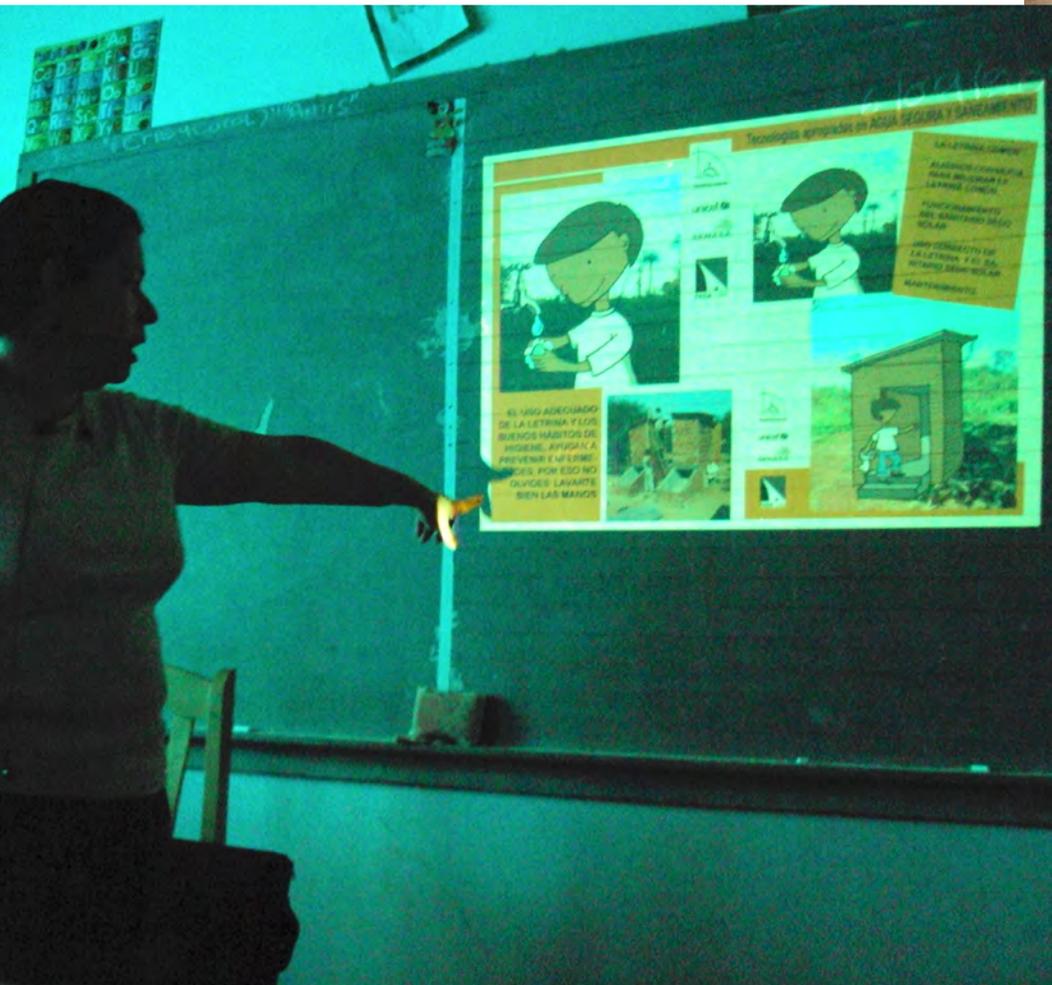
Escuela “Amistad” de Filadelfia (Chaco)

Informe fotográfico

TALLERES DE PROMOCIÓN SOCIAL

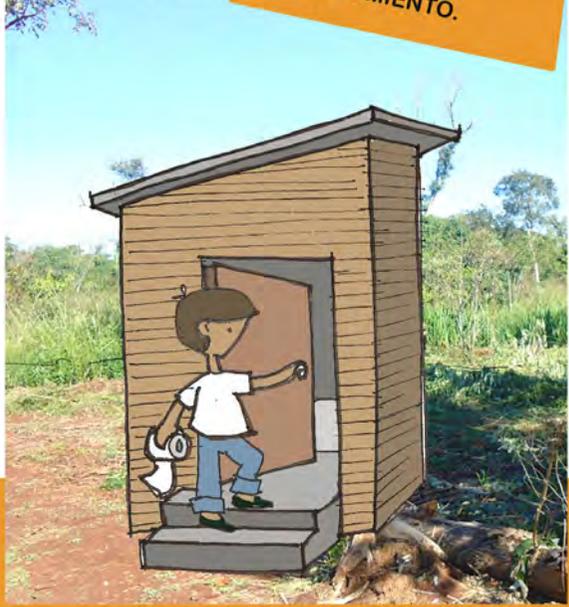
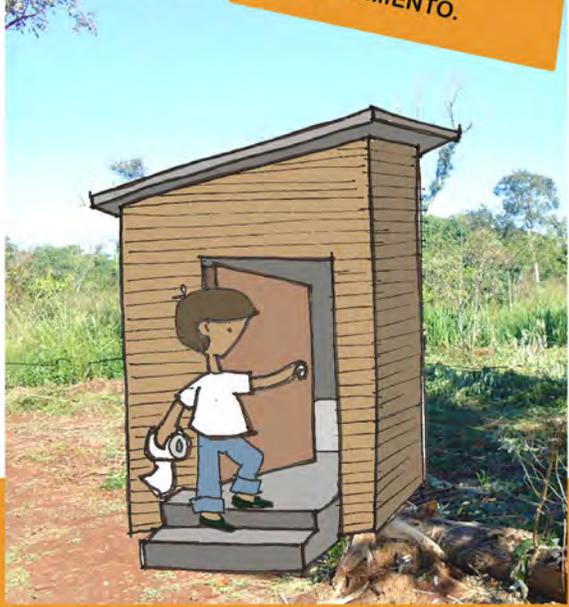
Escuela "Amistad" de Filadelfia (Chaco)
Informe fotográfico
TALLERES DE PROMOCIÓN SOCIAL

2º TALLER DE PROMOCION SOCIAL



TALLER DE PROMOCION SOCIAL

Tecnologías apropiadas en AGUA SEGURA Y SANEAMIENTO



LA LETRINA COMÚN
ALGUNOS CONSEJOS PARA MEJORAR LA LETRINA COMÚN.
FUNCIONAMIENTO DEL SANITARIO SECO SOLAR
USO CORRECTO DE LA LETRINA Y EL SANITARIO SECO SOLAR
MANTENIMIENTO.

EL USO ADECUADO DE LA LETRINA Y LOS BUENOS HÁBITOS DE HIGIENE, AYUDAN A PREVENIR ENFERMEDADES, POR ESO NO OLVIDES LAVARTE BIEN LAS MANOS

CEDES/hábitat
unicef
SENASA
FADA / UNA

CEDES/hábitat
unicef
SENASA
FADA / UNA

Diapositivas del Material de Apoyo de los Talleres de Promoción Social Escuela "Amistad" de Filadelfia (Chaco)

Ilustración Diseño Arq. Claudia Netto Sisa
Guión Silvio Ríos
Fotomontaje F. Desvars

TALLER DE PROMOCION SOCIAL

LA LETRINA COMÚN ALGUNOS CONSEJOS PARA MEJORARLA



PROBLEMAS



La letrina común si está construida a nivel del terreno, con las lluvias el agua entra y se erosionan los bordes puede ocasionar desmoronamientos y accidentes



SOLUCIONES



Podemos mejorar la letrina ubicándola sobre un borde de ladrillos que evitará el desmoronamiento del terreno y también la eleva con relación al terreno para evitar las aguas de lluvia.

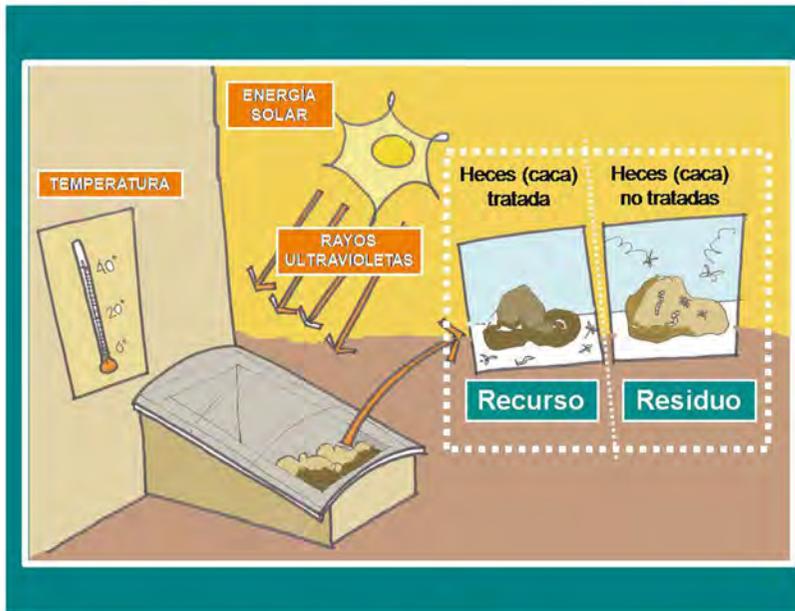


Diapositivas del Material de Apoyo de los Talleres de Promoción Social Escuela "Amistad" de Filadelfia (Chaco)

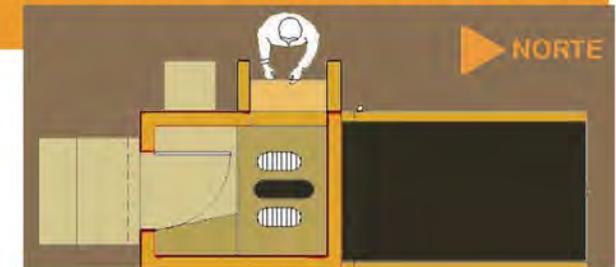
Ilustración Diseño Arq. Claudia Netto Sisa
Guión Silvio Ríos
Fotomontaje F. Desvars

TALLER DE PROMOCION SOCIAL

FUNCIONAMIENTO DEL SANITARIO SECO SOLAR

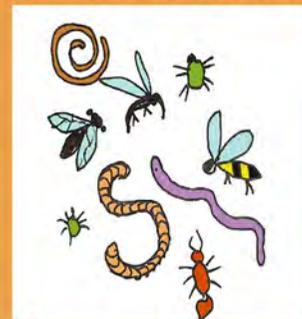


Para el buen funcionamiento del Sanitario Seco Solar y del proceso de deshidratación de las heces (caca) es muy importante que el mismo esté orientado al NORTE porque así recibe sol desde la mañana y toda la tarde. No debe haber sombras de árboles ni edificaciones sobre la tapa solar y se debe mantener el entorno bien despejado.



Los RAYOS del SOL + el CALOR + el EFECTO que genera la tapa transparente que acumula el calor, “secan” (deshidratan) la materia orgánica matando a los agentes patógenos que son los principales transmisores de enfermedades

AGENTES PATÓGENOS



Diapositivas del Material de Apoyo de los Talleres de Promoción Social Escuela “Amistad” de Filadelfia (Chaco)

Ilustración Diseño Arq. Claudia Netto Sisa
Guión Silvio Ríos
Fotomontaje F. Desvars

TALLER DE PROMOCION SOCIAL

USO ADECUADO DEL SANITARIO SECO SOLAR



El Sanitario Seco Solar puede ser utilizado con diferentes posiciones según sea más cómodo.

Para los sólidos está el hueco y para los líquidos hay una taza. Ellos deben ir separados para el proceso de deshidratación de las heces.



Según su costumbre una persona se puede sentar o permanecer en cuclilla. Es más saludable usar la posición de cuclilla.



Se debe tapar la letrina para evitar los malos



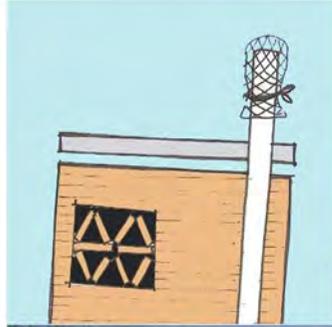
Es importante no tirar papeles ni otros desechos para optimizar el funcionamiento del Sanitario Seco Solar.

Diapositivas del Material de Apoyo de los Talleres de Promoción Social Escuela "Amistad" de Filadelfia (Chaco)

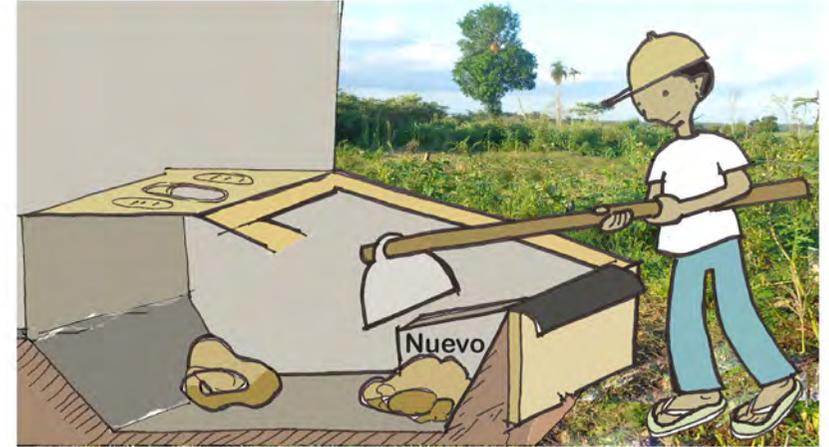
Ilustración Diseño Arq. Claudia Netto Sisa
Guión Silvio Ríos
Fotomontaje F. Desvars

TALLER DE PROMOCION SOCIAL

CUIDADOS Y MANTENIMIENTO DEL SANITARIO SECO SOLAR



Al caño de ventilación es conveniente ponerle en la punta una protección hecha de tela metálica para evitar que entren insectos



A los 6 meses se recomienda apartar la materia que se juntó con la ayuda de una azada. Así al año esta "materia" puede sacarse para enterrarla como abono.

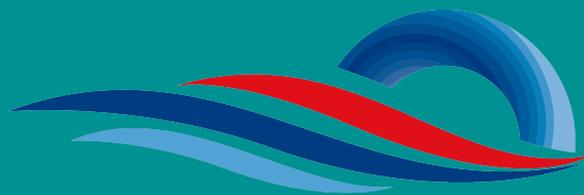
Diapositivas del Material de Apoyo de los Talleres de Promoción Social Escuela "Amistad" de Filadelfia (Chaco)

Ilustración Diseño Arq. Claudia Netto Sisa
Guión Silvio Ríos
Fotomontaje F. Desvars

tecnologías apropiadas

AGUA SEGURA y

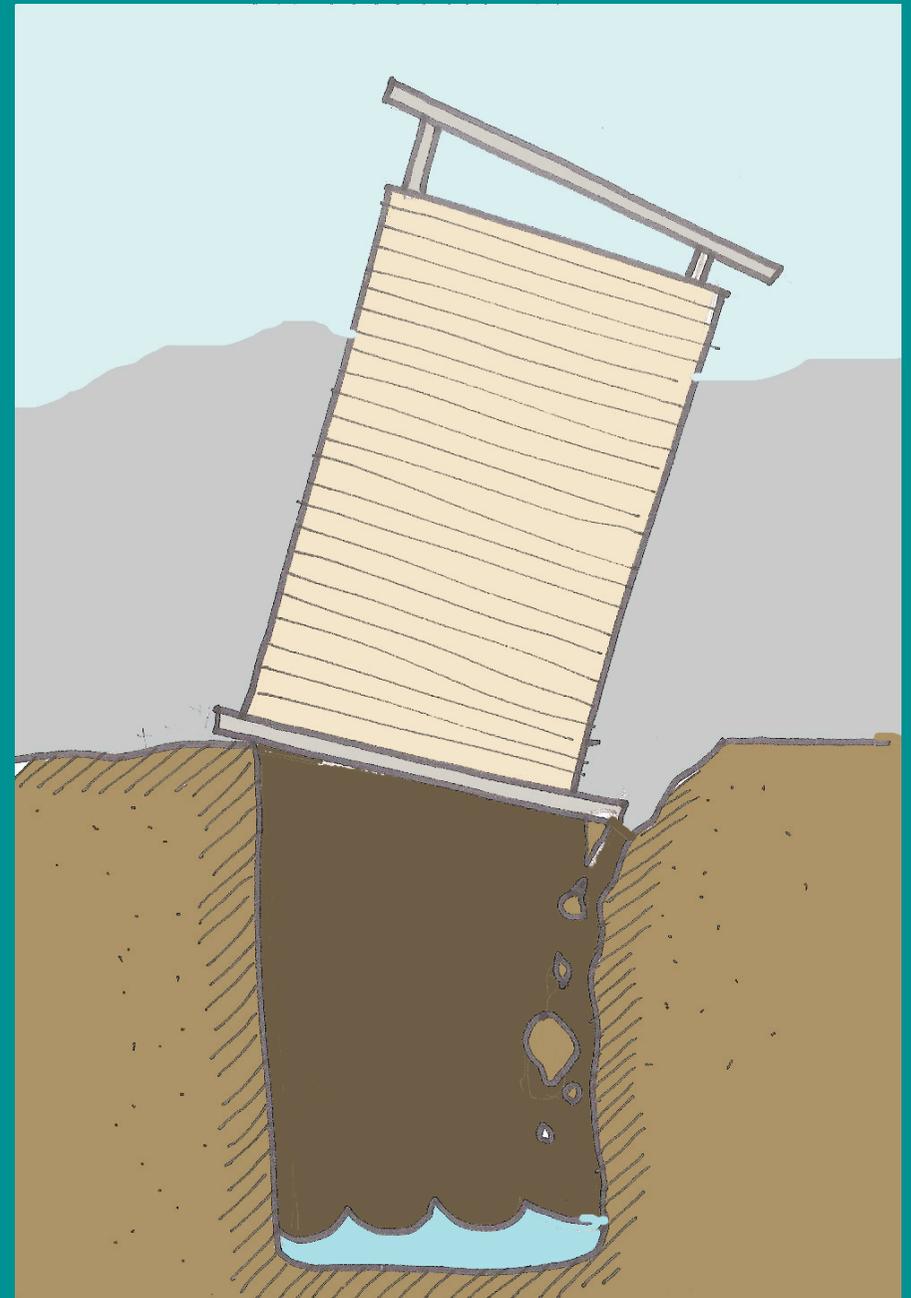
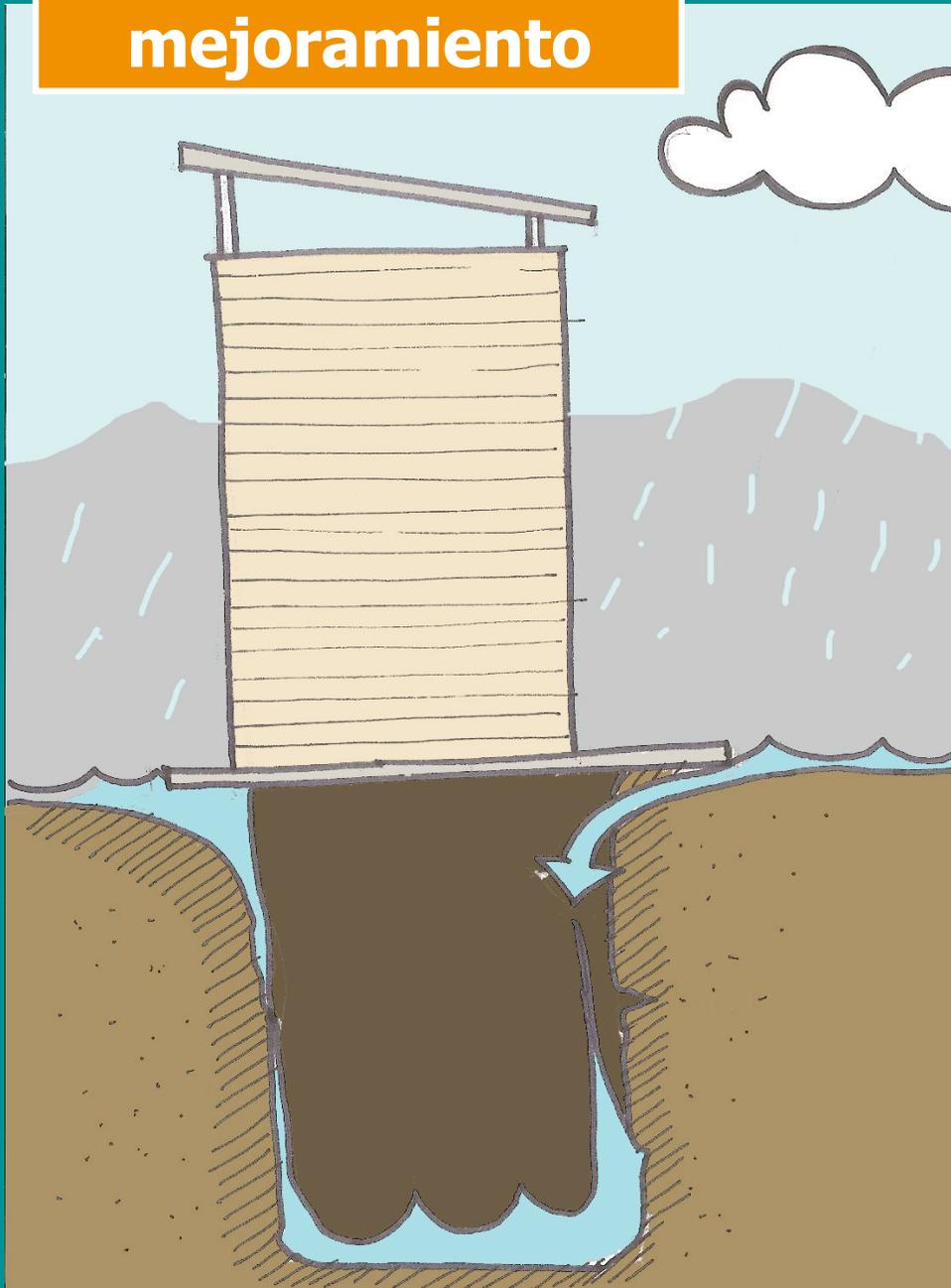
SANEAMIENTO



Gobernabilidad en
Agua y Saneamiento

	UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
	SENASA	Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental
	FADA UNA	Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte UNA
	CEDES/hábitat	Centro de Desarrollo , Hábitat y Medio Ambiente

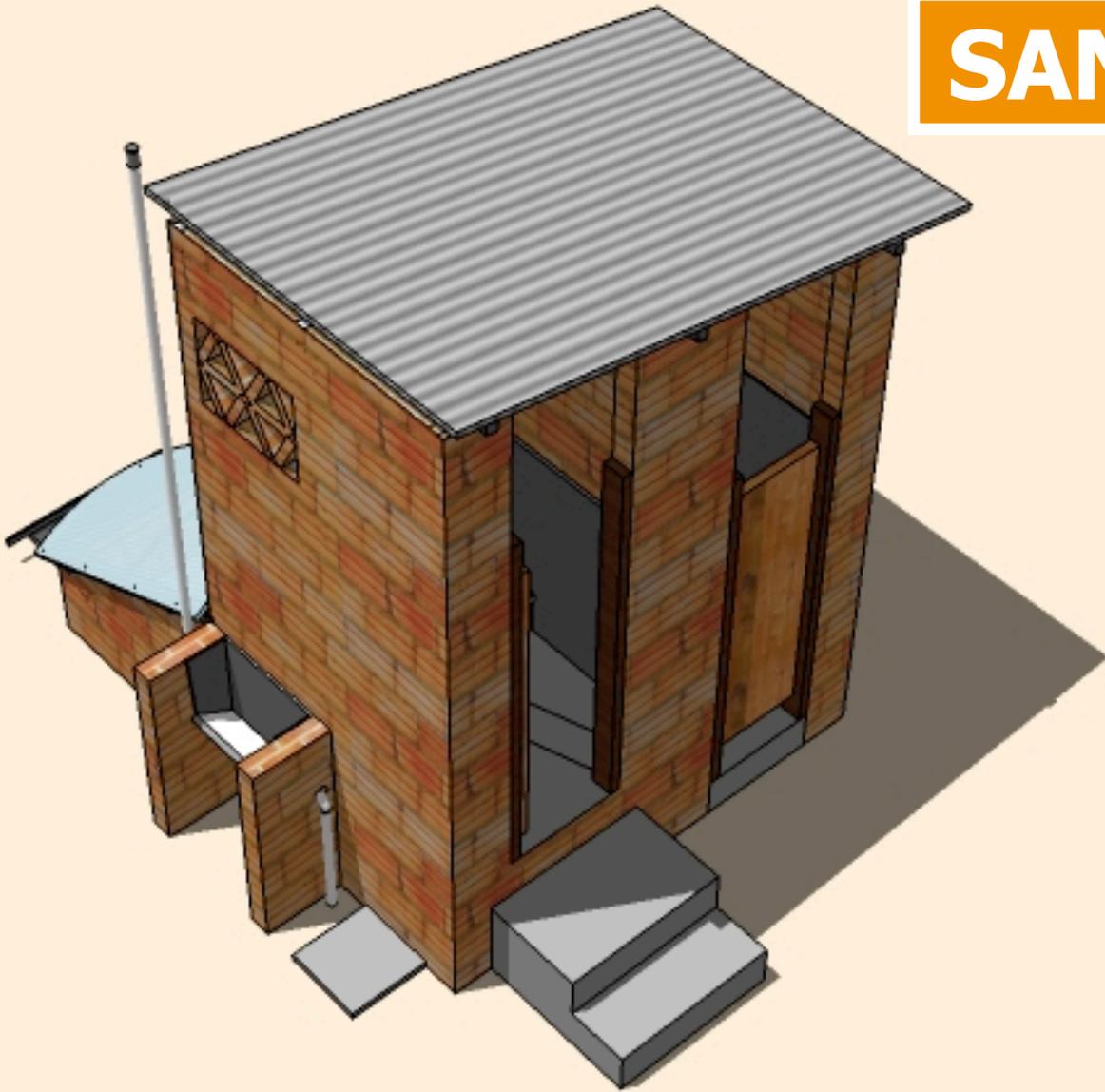
Letrina común sin mejoramiento

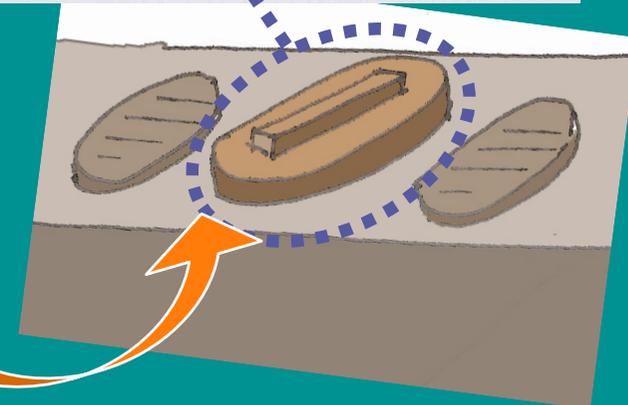
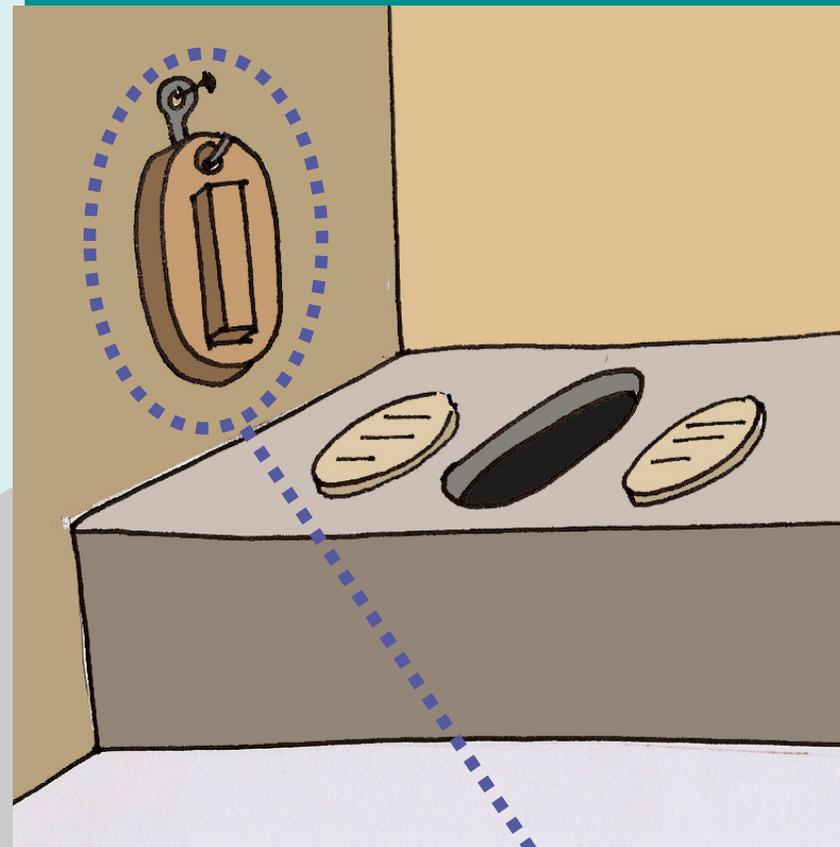
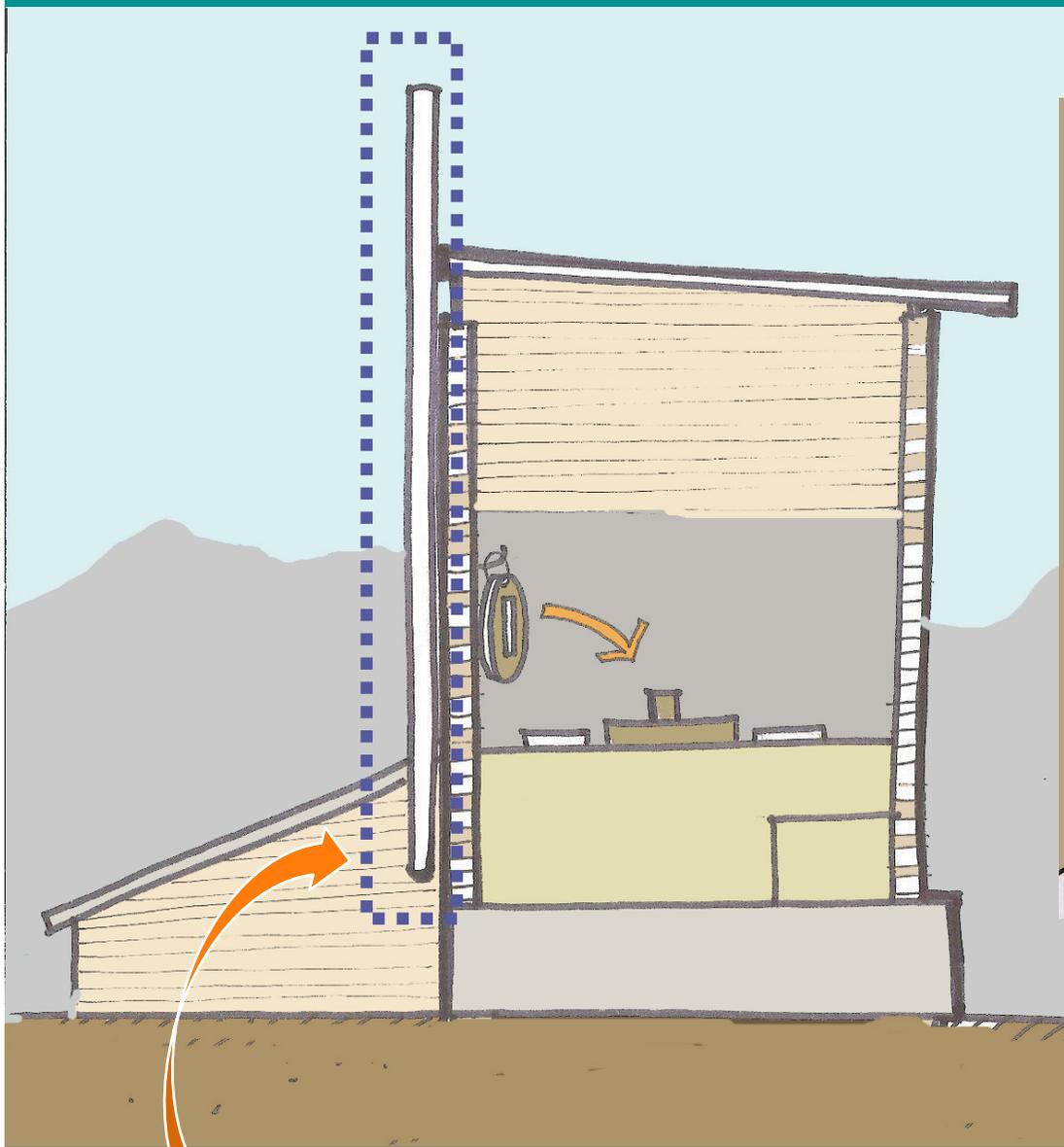


Letrina mejorada



SANITARIO SECO





Para evitar malos olores

ENERGÍA
SOLAR

TEMPERATURA

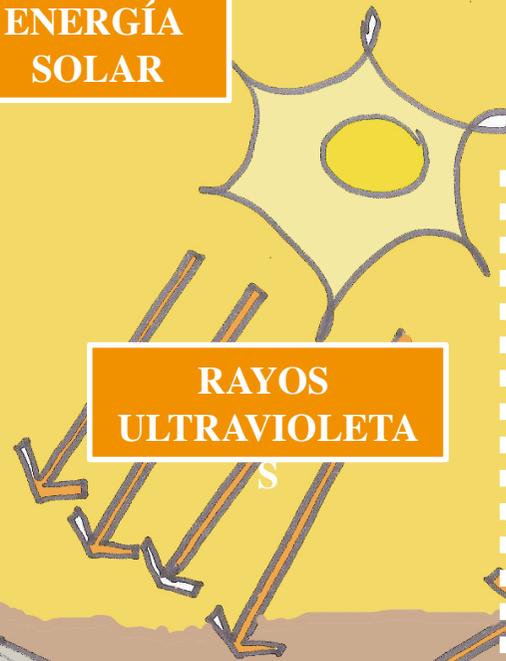
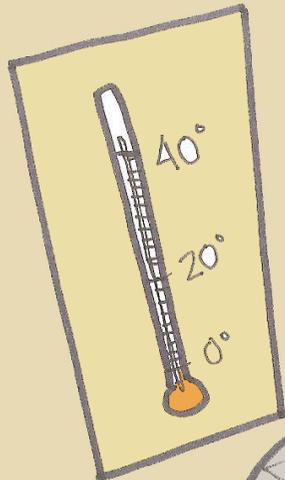
RAYOS
ULTRAVIOLETA

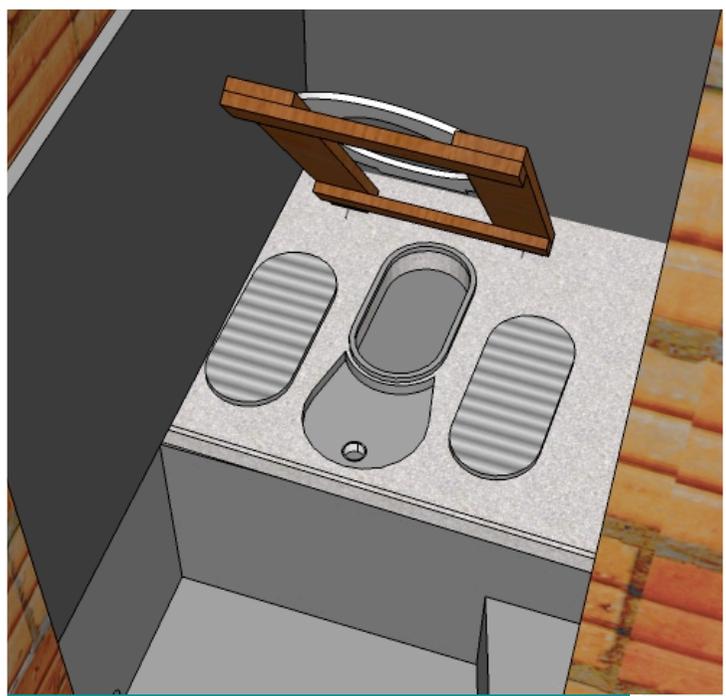
Heces (caca)
tratada

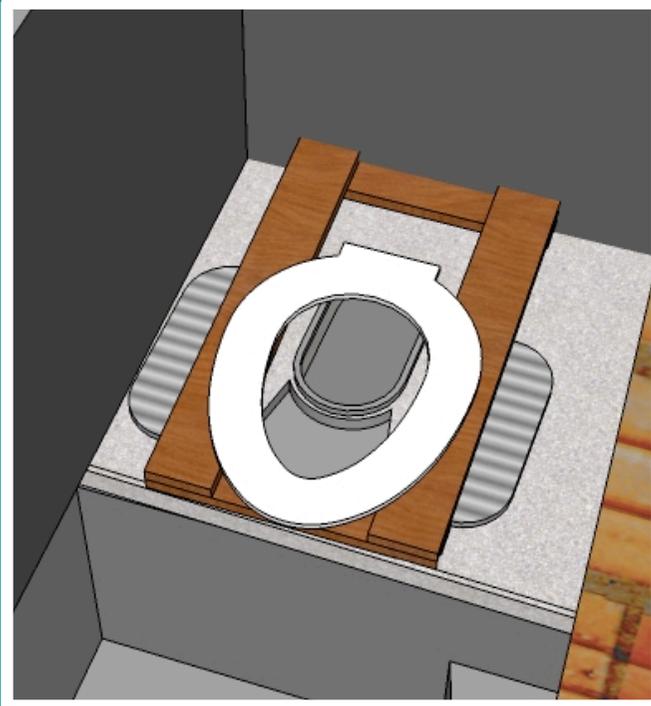
Heces (caca) no
tratadas

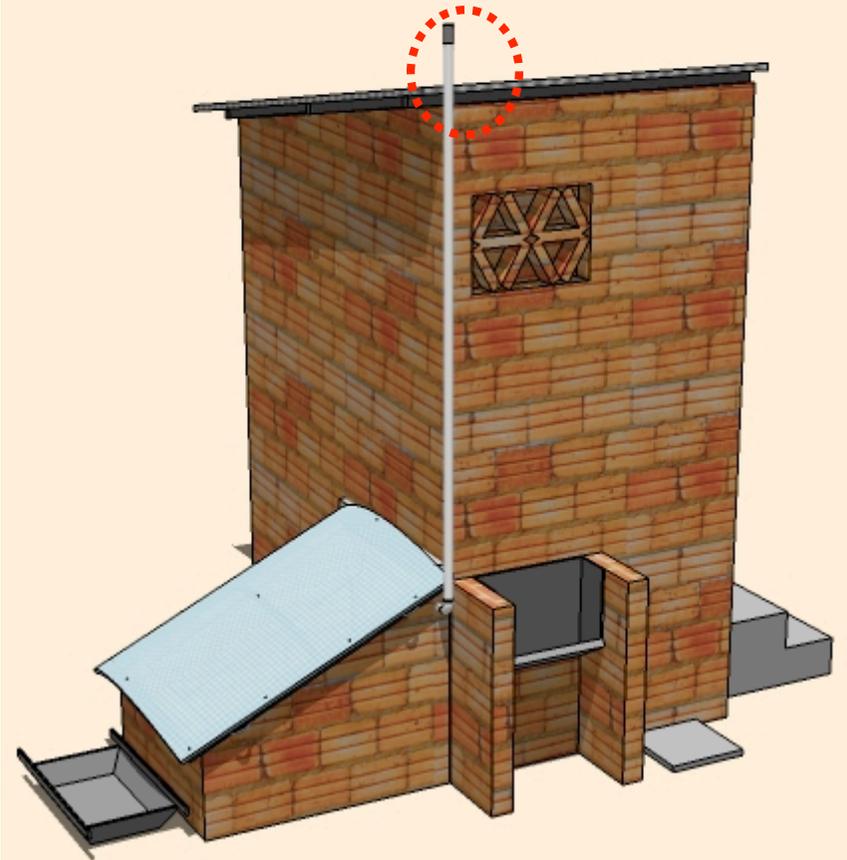
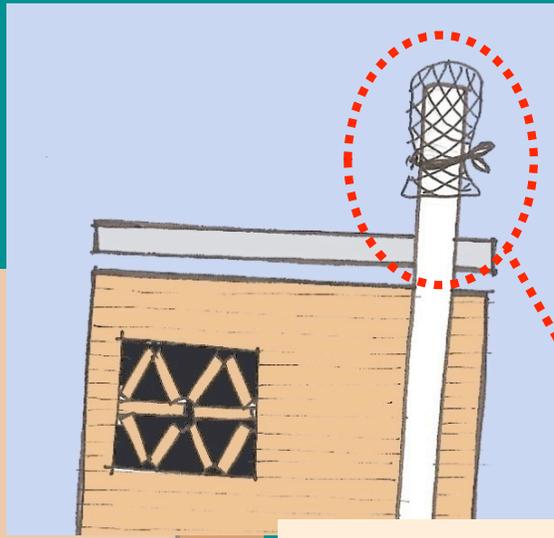
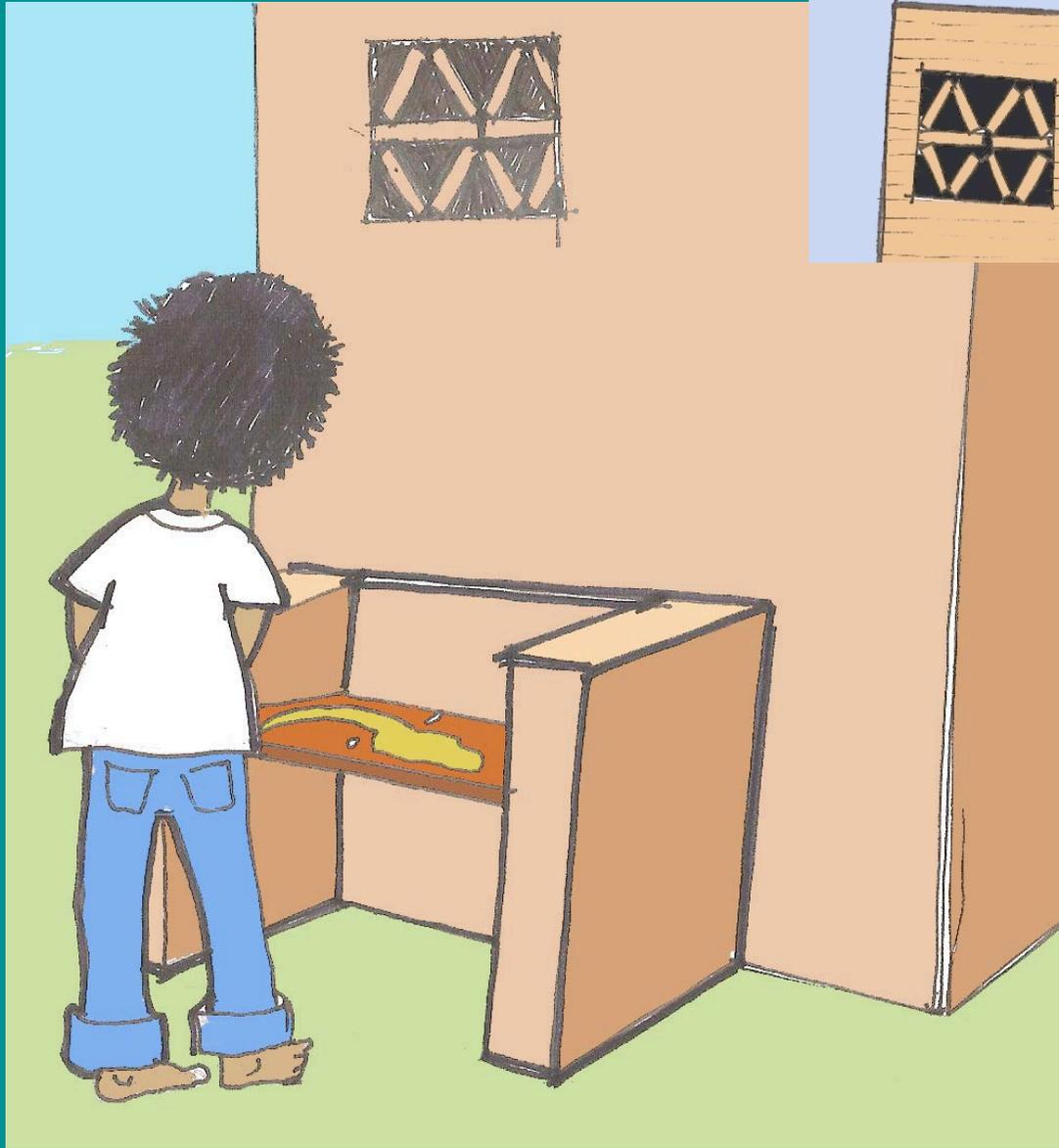
Recurso

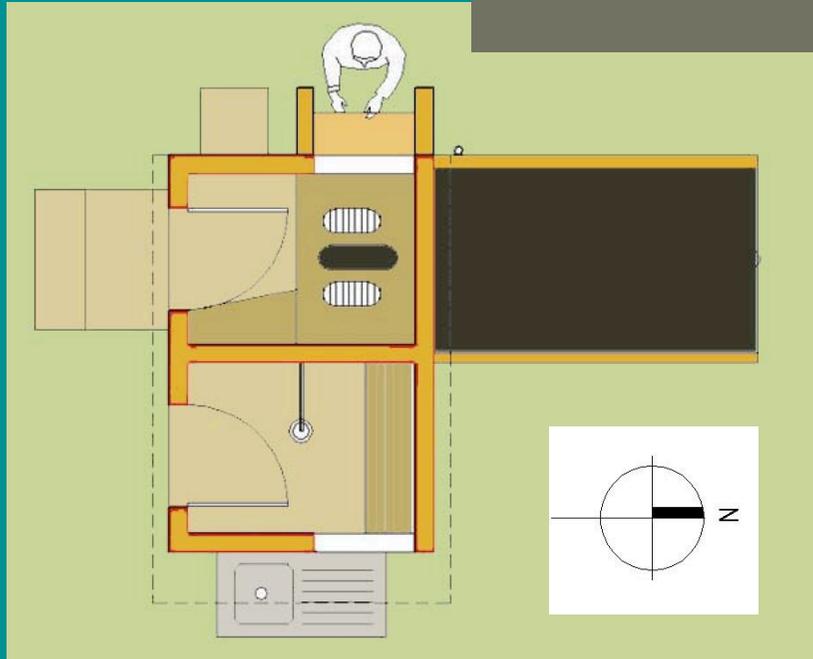
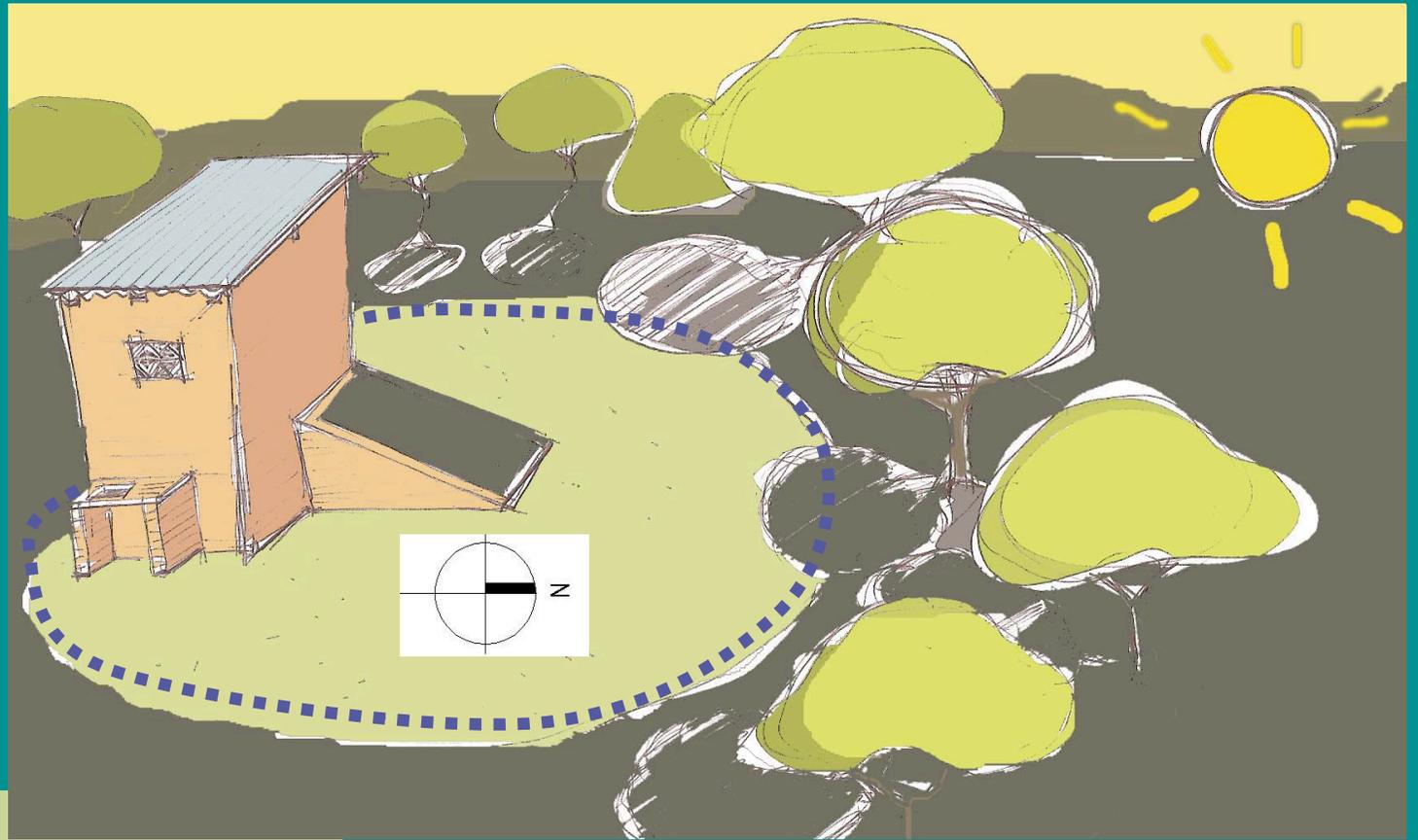
Residuo

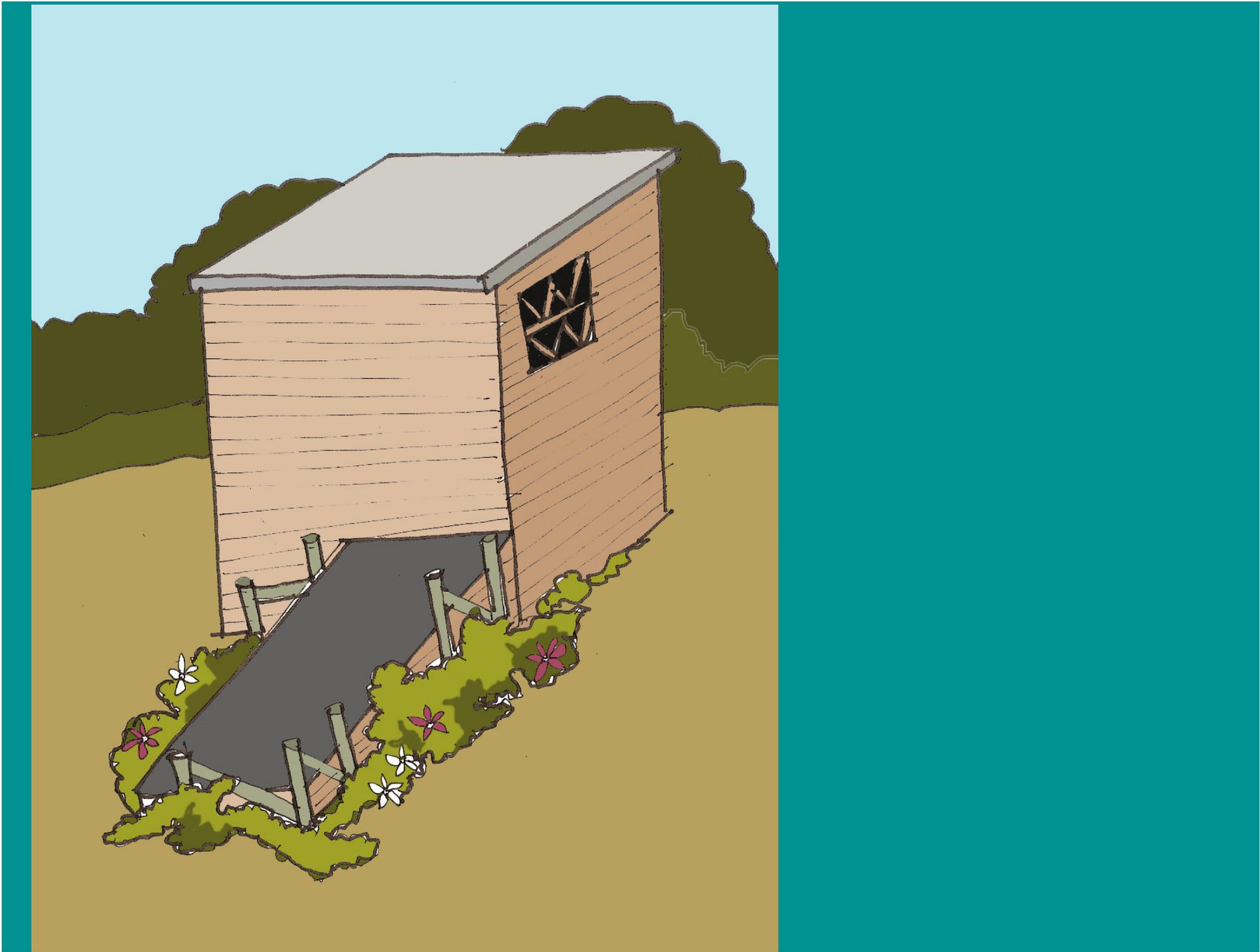




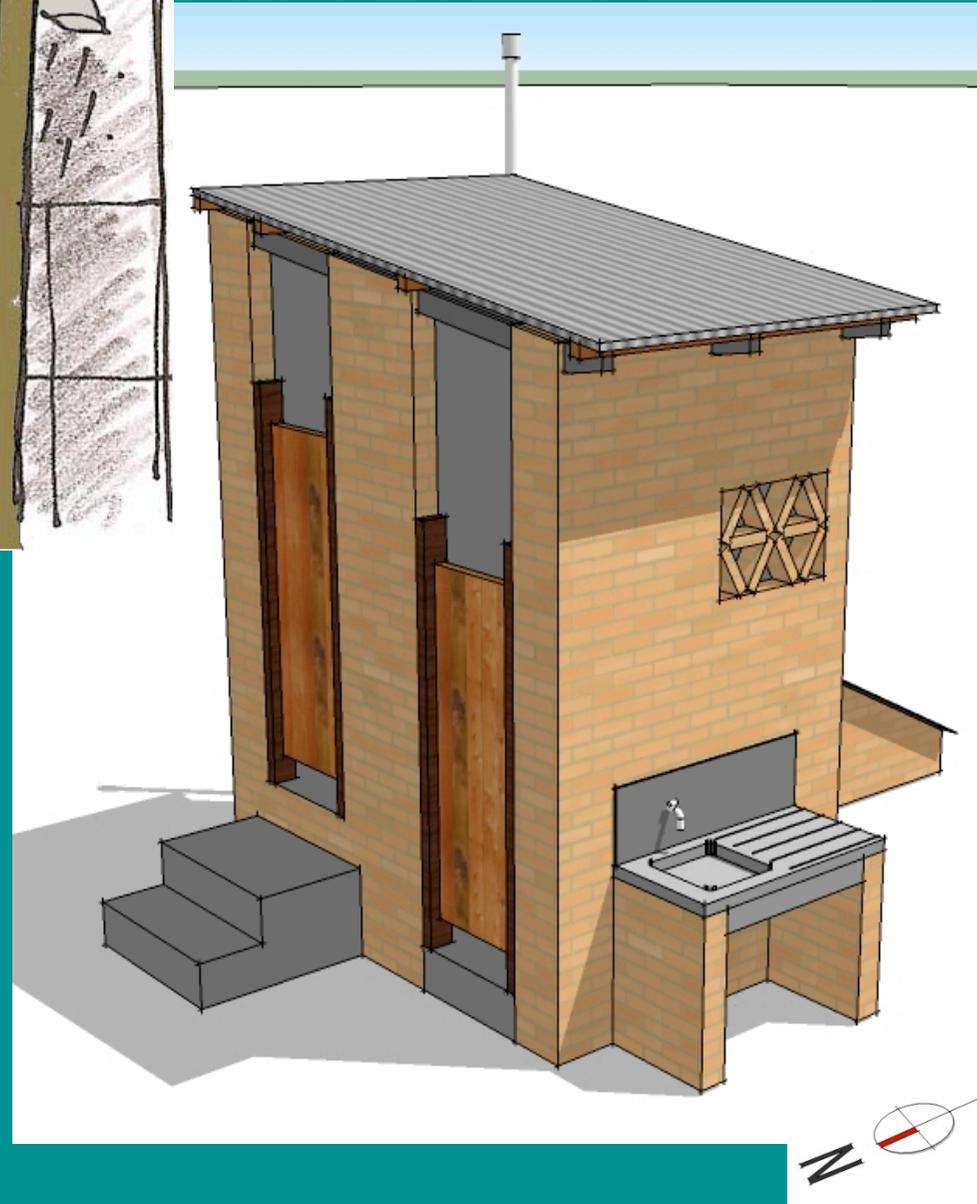
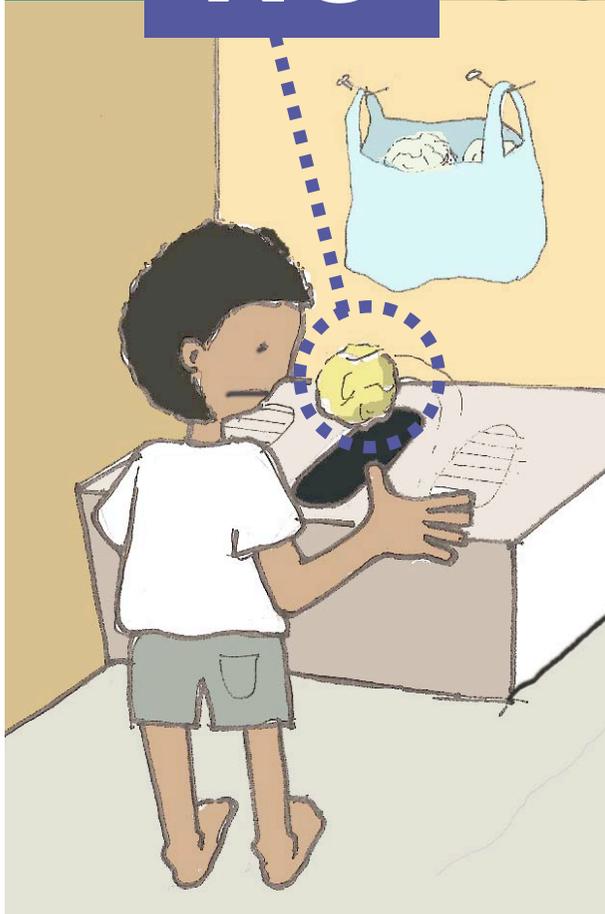


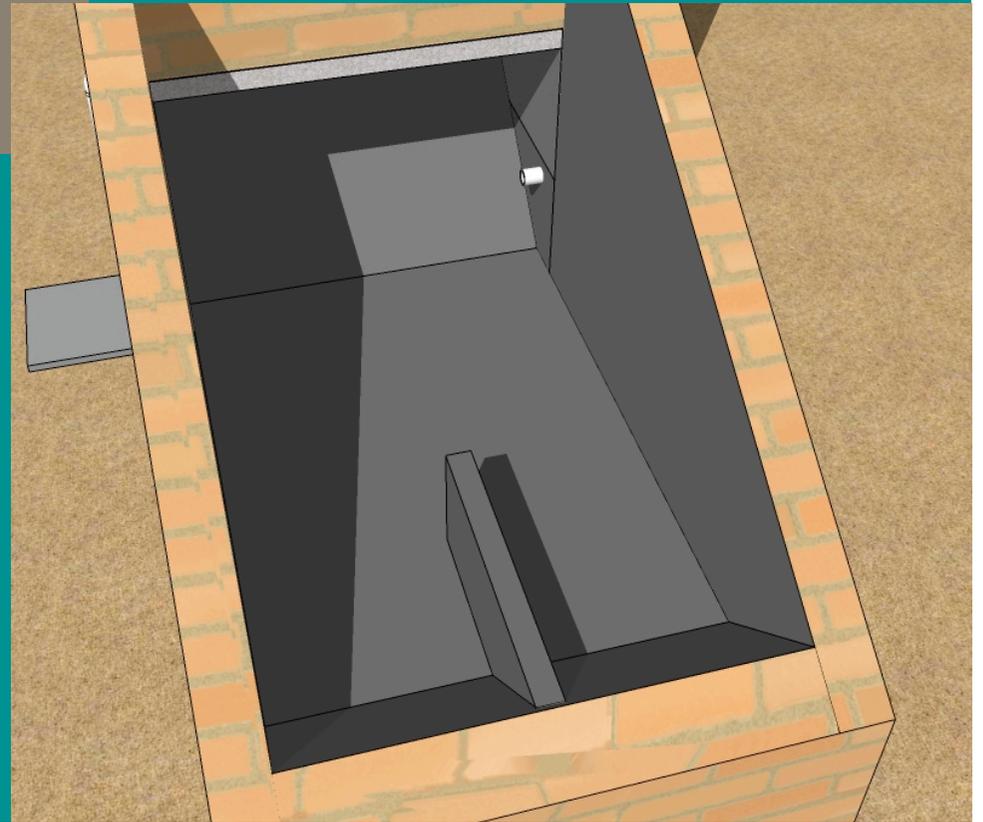
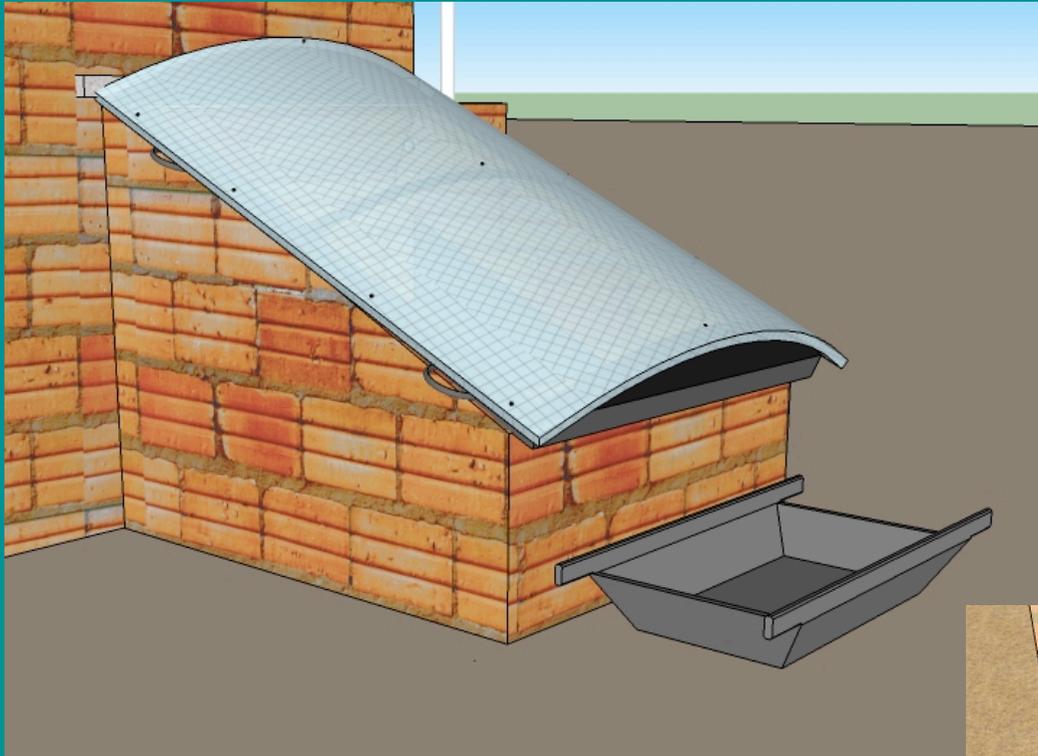




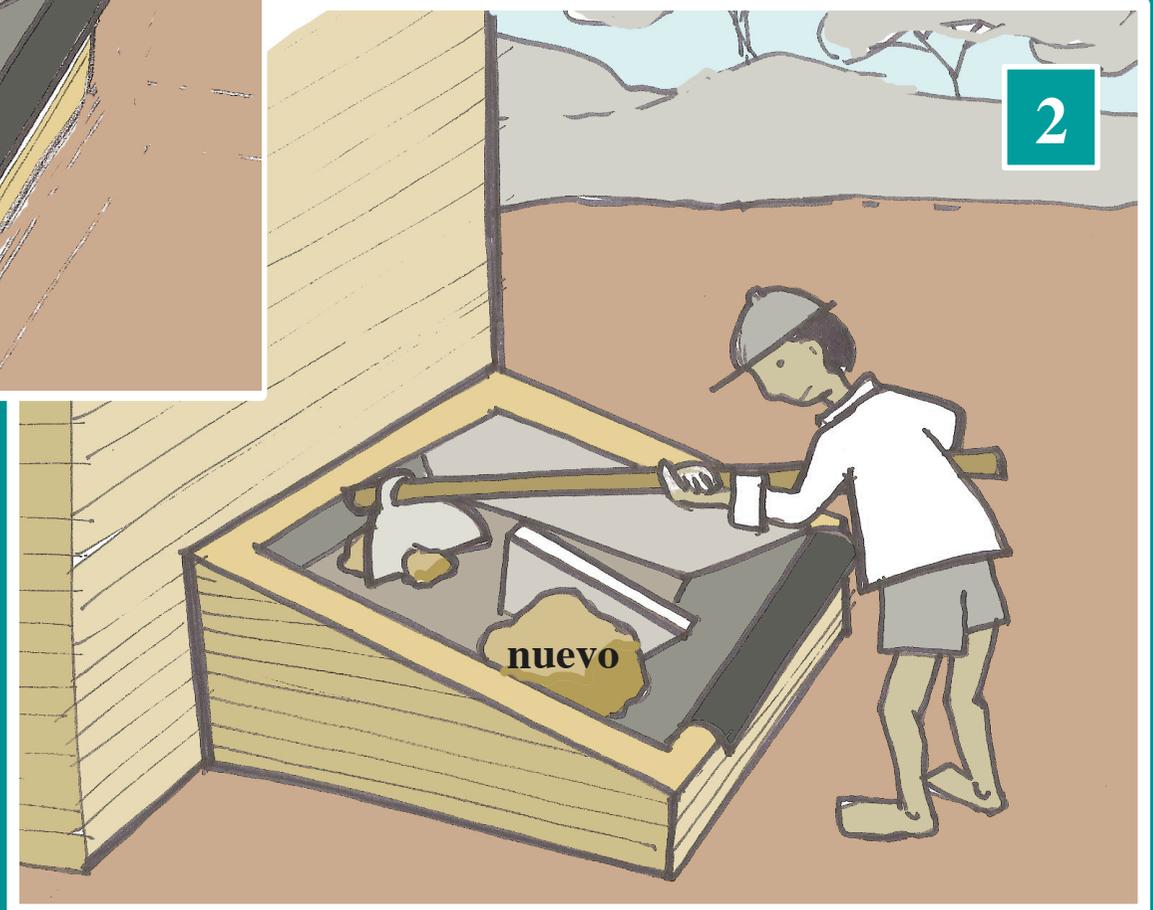
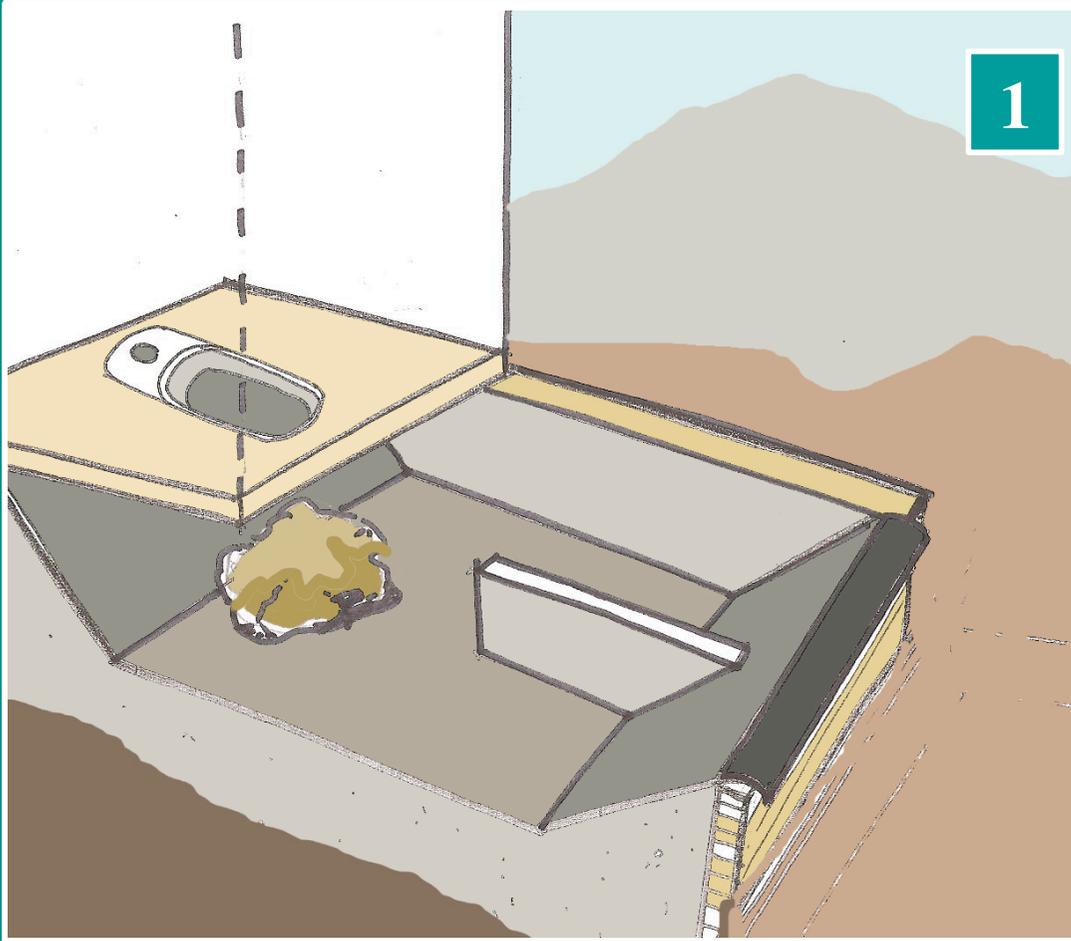


NO

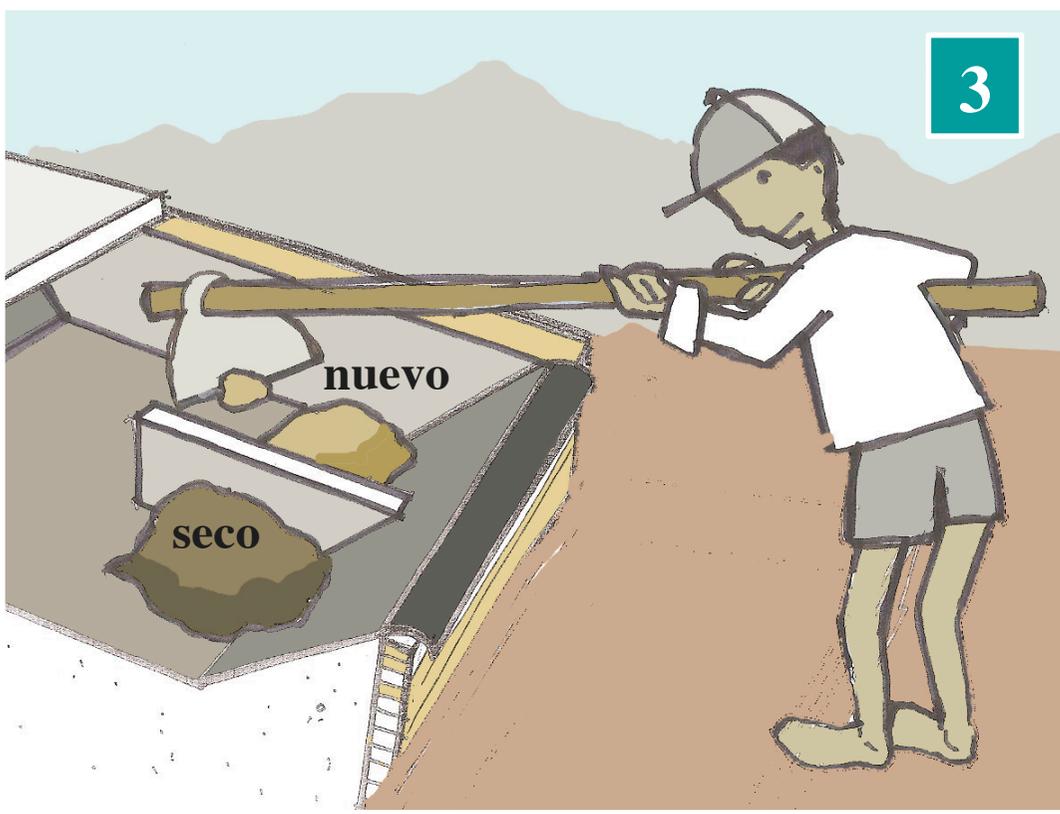




Separación de heces según etapas



3



4

