

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE BAÑO SECO PARA UNA VIVIENDA UBICADA EN LA PARROQUIA DEL CONDADO, DMQ.

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGA SUPERIOR EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**

Jéssica Lizbeth Casa Casa

jessica.casa@epn.edu.ec

Josselyn Angélica Quilca Iles

josselyn.quilca@epn.edu.ec

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA, MSC.

sandra.panchi@epn.edu.ec

CODIRECTORA: ING. PATRICIA LORENA HARO RUIZ, MSC.

patricia.aro@epn.edu.ec

Quito, octubre 2021

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por las Srtas. Casa Casa Jéssica Lizbeth y Quilca Iles Josselyn Angélica, requerimiento parcial a la obtención del título de Tecnólogas Superior en Agua y Saneamiento Ambiental, bajo nuestra supervisión:

Sandra Patricia Panchi Jima

DIRECTORA DEL
PROYECTO

Patricia Lorena Haro Ruiz

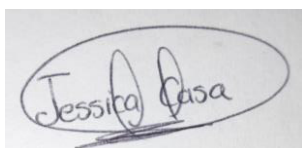
CODIRECTORA DEL PROYECTO

DECLARACIÓN

Nosotras Casa Casa Jéssica Lizbeth con CI: 1724668163 y Quilca Iles Josselyn Angélica con CI: 1726041666 declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación – COESC-, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

Entregamos toda la información técnica pertinente, en caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.

A handwritten signature in black ink that reads "Jéssica Casa". The signature is enclosed within a hand-drawn oval shape.

Jéssica Casa

A handwritten signature in black ink that reads "Angélica Quilca". The signature is highly stylized and cursive.

Angélica Quilca

DEDICATORIA

A quienes luchan por sus sueños, y perseveran a pesar de las circunstancias. A quienes no temen hacer lo que les gusta y están dispuestos ayudar a los más vulnerables, aunque eso implique un esfuerzo extra.

Aquellos que dejaron de soñar, que perdieron las ilusiones y esperanzas en dar pasos firmes para un nuevo amanecer.

Aquellos que aman la naturaleza y se preocupan por cuidarla.

Aquellas inocentes criaturas de quienes nadie habla, pero que han sido cruelmente sacrificadas a costa de la contaminación humana.

Pero, sobre todo, lo dedico a aquello que cada mañana al despertar me da las fuerzas suficientes para continuar y se hace presente en el agua, en las aves, en los animales, en los árboles, en el viento, en el calor, aquel que ha estado presente en todo momento de mi vida, Dios.

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por la salud y sabiduría que cada día me brinda, esto va dedicado con mucho cariño y amor a mi abuelito Faustino que desde el cielo sé que estarás muy contento por luchar por mis sueños y no darme por vencida, el camino no ha sido fácil, pero con esfuerzo y dedicación uno puede cumplir sus deseos.

A mis padres por inculcarme valores y darme su apoyo incondicional, por las palabras de aliento que cada día me han brindado para poder conseguir grandes cosas y ser una mujer de bien.

A mi amado hermano quien es mi inspiración para ser cada día mejor y poder conseguir grandes cosas, gracias por darme tu apoyo y ese amor incondicional que hace que mis días sean mejores a tu lado.

A mis tíos por darme sus palabras de apoyo para poder cumplir mis metas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Objetivo general	2
1.2	Objetivos específicos.....	2
1.3	Fundamentos teóricos	2
1.3.1	Situación actual del Agua y Saneamiento en el Ecuador	2
1.3.2	¿Qué es un baño ecológico seco?.....	3
1.3.3	Historia de los baños secos	4
1.3.4	Tipos de Sanitarios Secos	5
1.3.5	Sistemas sanitarios basados en la descomposición (Composta).....	9
1.3.6	Sistema sanitario de aspiración o al vacío	12
1.3.7	Sistema sanitario basado en la incineración	12
1.3.8	Caso de implementación de baños secos en el Ecuador.....	13
2	METODOLOGÍA.....	15
2.1	Identificación del sitio del proyecto	15
2.2	Diseño del baño de cámara seca que permita el aprovechamiento de excretas como abono natural.....	15
2.2.1	Alternativa 1.....	15
2.2.2	Alternativa 2.....	20
2.3	Criterios para la obtención de costos	21
2.4	Elaboración de una guía para el usuario.....	21
2.5	Socialización de la propuesta de la propuesta técnica con los usuarios	22
3	RESULTADOS Y DISCUSIONES	23
3.1	Baño seco de cámara seca	23
3.2	Planos para el diseño del baño seco	28
3.3	Presupuesto	28
3.4	Elaboración de una guía para el usuario.....	31
3.5	Socialización de la propuesta técnica con los usuarios.....	31
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
4.1	Conclusiones	32
4.2	Recomendaciones.....	34
5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
	ANEXOS	38

ANEXO 1: PLANIMETRÍA DEL PROYECTO.....	i
ANEXO 2: PLANO DE LA VIVIENDA	ii
ANEXO 3: BAÑO SECO VISTA EN PLANTA	iii
ANEXO 4: BAÑO SECO VISTAS LATERALES	iv
ANEXO 5: BAÑO SECO ALTERNATIVAS 2 (BAÑO Y CONTENEDORES MOVILES).v	
ANEXO 6: VISTA EN FRONTAL ALTERNATIVA 1 DETALLES	vi
ANEXO 7: ENTREVISTA.....	vii
ANEXO 8. VISITA AL LUGAR PARA LA PROPUESTA TÉCNICA DE BAÑO SECO (CATZUQUÍ DE VELASCO)	ix
ANEXO 9. MEDICIÓN DEL TERRENO PARA LA ELABORACIÓN DE PLANOS DE PLANIMETRÍA.....	x
ANEXO 10. DIÁLOGO ENTRE LA PROPIETARIA DE LA VIVIENDA	x
ANEXO 11. MATERIAL DE APOYO PARA LA SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO ...	xi
ANEXO 12. SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO A LA FAMILIA Y VECINOS.....	xii
ANEXO 13. AFICHES EXPOSITIVOS	xiv
ANEXO 14. MANUAL	xvi

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Determinación de cantidad de excretas en 6 meses.....	23
Tabla 2. Determinación de cantidad de material secante para 6 meses.	24
Tabla 3. Determinación del volumen de las cámaras.....	24
Tabla 4. Dimensiones de cada cámara.....	25
Tabla 5. Determinación de la cantidad de orina por 4 meses.	25
Tabla 6. Resumen de los resultados obtenidos para el dimensionamiento del baño seco.....	27
Tabla 7. Dimensionamiento de contenedores móviles.....	27
Tabla 8. Presupuesto	28
Tabla 9. Resumen del presupuesto para la alternativa 1 de baño seco.....	29
Tabla 10. Rubros para la recolección de orina.....	30
Tabla 11. Resumen de costos totales para la alternativa 2.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cámara Simple	6
Figura 2. Cámara simple mejorada ventilada	7
Figura 3. Baño seco con doble cámara	8
Figura 4. Fosa alterna	8
Figura 5. Sanitario seco	9
Figura 6. Sanitario de composta	10
Figura 7. Sanitario de composta	10
Figura 8. Sanitario con recipiente portátil	11
Figura 9. Sanitario con proceso de compostaje	12
Figura 10. Sistema sanitario de aspiración.....	12
Figura 11. Sanitario basado en la incineración	13
Figura 12. Socialización de la propuesta técnica	31

RESUMEN

La falta de alcantarillado en comunidades rurales hoy en día se ha convertido en un problema ambiental que ha hecho que las personas evacúen sus aguas residuales hacia pozos sépticos. Esto tiene implicaciones serias, no solo en la parte de la salud humana sino también en la parte ambiental, debido a que estas aguas se van acumulando en el fondo del pozo y con el paso del tiempo se producen infiltraciones en el suelo. Por tanto, si se tiene huertos o sembríos cerca de estos pozos, lo más probable es que las plantas se terminen contaminando de microorganismo patógenos.

El objetivo del presente trabajo fue dar una propuesta de diseño de un sistema de baño seco, realizando un levantamiento planimétrico para la determinación exacta del lugar; se llevaron a cabo cálculos que permitieron obtener las dimensiones del baño seco y a la vez los tanques de almacenamiento para la orina. Cabe señalar que, se plantearon 2 alternativas. Para la primera alternativa, su diseño está elaborado para una caseta con tubos de ventilación conectados directamente a las 2 cámaras, con un mingitorio y un baño con separador de orina. En el caso de la alternativa 2, a diferencia del primero, es que en este se tiene un inodoro que permite desplazarse a aquella cámara que se encuentre vacía; además de ello, se propuso contenedores móviles para el almacenamiento del material fecal. Por otra parte, se indican los correspondientes rubros para cada alternativa. Finalmente, se presenta un pequeño manual de mantenimiento, en donde se muestra de forma detallada el funcionamiento del sistema; dentro de este manual, se mencionan algunas recomendaciones para el cuidado del baño, el tiempo apropiado que debe tener tanto la orina como el abono orgánico para ser usado en plantas o árboles, y la importancia que tiene esta tecnología para el medio ambiente.

PALABRAS CLAVES: Saneamiento, Baños de doble cámara, Abono, Fertilizante, Excretas, Orina

ABSTRACT

The lack of sewerage in rural communities today has become an environmental problem that has caused people to evacuate their wastewater into septic tanks. This has serious implications, not only in the area of human health but also in the environmental area, because these waters accumulate at the bottom of the well and with the passage of time they infiltrate the soil. Therefore, if you have orchards or crops near these wells, it is most likely that the plants will end up contaminating them with pathogenic microorganisms.

The objective of the present work was to give a proposal for the design of a dry bathroom system, carrying out a planimetric survey for the exact determination of the place; Calculations were carried out that allowed obtaining the dimensions of the dry toilet and at the same time the storage tanks for urine. It should be noted that 2 alternatives were proposed. For the first alternative, its design is elaborated for a booth with ventilation pipes connected directly to the 2 chambers, with a urinal and a bathroom with a urine separator. In the case of alternative 2, unlike the first, it is that in this one there is a toilet that allows you to travel to that chamber that is empty; In addition, there are mobile containers for the storage of fecal material. On the other hand, the corresponding items are indicated for each alternative. Finally, a small maintenance manual is presented, where the operation of the system is shown in detail; Within this manual, some recommendations are mentioned for the care of the bathroom, the appropriate time that both urine and organic fertilizer should have to be used on plants or trees, and the importance of this technology for the environment.

KEYWORDS: Sanitation, Double chamber toilets, Compost, Fertilizer, Excreta, Urine

1 INTRODUCCIÓN

A diario una persona puede gastar entre 18 a 24 litros de agua en cada descarga que se efectúa tras usar un baño con arrastre hidráulico (Robles, 2015). Esto genera un desperdicio de agua, pues se está usando agua potable que podría ser utilizada en la preparación de alimentos. Una vez que las aguas residuales son evacuadas al alcantarillado, surge el problema de la contaminación hídrica, debido a que no se da un tratamiento a estas aguas.

Por ello, un sistema de baño seco que no necesita agua para su funcionamiento ayudaría a solucionar este problema. A nivel mundial existen varios tipos de sanitarios secos, pero su principio sigue siendo el mismo. Por tanto, para este estudio llevado a cabo en una zona rural de la ciudad de Quito en Catzuquí de Velasco, se ha considerado un baño seco con desviación de orina y dos cámaras en donde se dará el proceso de deshidratación de excretas. La orina y las excretas deberán ser tratadas al menos por seis meses para ser usadas de forma segura como fertilizante y abono orgánico (Sánchez, 2020). Se sabe que la orina está compuesta por nutrientes como: fosforo, nitrógeno y potasio que son de gran beneficio para el crecimiento de las plantas, y a su vez, el material que se obtiene a partir de las excretas es un humus parecido a la tierra, lo cual que ayudaría a la recuperación de suelos degradados (Arroyo, 2015). Esta alternativa ecológica ya se usa en varias zonas de la Amazonia ecuatoriana, pues al contar con buenas condiciones climáticas en cuanto al calor ha resultado ser de fácil implementación.

1.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta técnica de un baño seco para una vivienda ubicada en la parroquia del Condado de la ciudad de Quito.

1.2 Objetivos específicos

- Diseñar el baño de cámara seca que permita el aprovechamiento de excretas como abono natural.
- Elaborar una guía para el usuario.
- Socializar la propuesta técnica con los habitantes del barrio.

1.3 Fundamentos teóricos

1.3.1 Situación actual del Agua y Saneamiento en el Ecuador

Ecuador posee una de las mayores ofertas hídricas del continente con más de 26,000 m³ por habitante al año, extrae apenas el 7% de sus recursos acuáticos y tiene un bajo valor agregado por agua extraída de 8,76 m³, solo más caro que en Guyana (1,93/ m³) y Chile (6,41/ m³) en Sudamérica (Alarcón, 2019).

El 100% del agua que es distribuido para consumo humano, aproximadamente el 70% se canaliza hacia los sistemas de alcantarillado. De este porcentaje, el 55,8% de las descargas son tratadas, lo que significa que el 44,2% de aguas residuales se descargan en forma directa hacia pozos sépticos o canales (Alarcón, 2019).

Uno de los principales problemas que se tiene en la Ciudad de Quito es el Río Machángara, de acuerdo con investigaciones realizadas arrojan altos valores de coliformes fecales presentes en sus aguas residuales. Estos contaminantes tienen una relación con virus humanos provenientes principalmente de los excrementos del baño, estas aguas servidas causan severos daños al ecosistema y a la salud de las personas que viven cerca de la fuente contaminante.

La falta de cultura ha llevado que la población cada día desperdicie el agua sin darse cuenta de que en varias zonas del país va escaseando de poco a poco este recurso hídrico, por ello, es necesario implementar tecnologías de saneamiento que ayuden a mejorar las condiciones de vida de comunidades rurales, las cuales son las más afectadas por la contaminación hídrica.

1.3.2 ¿Qué es un baño ecológico seco?

El baño ecológico es un sistema que no utiliza agua para la eliminación de excrementos y orina. Este se basa en un retrete que separa la orina de las excretas, y una vez tratadas (especialmente las heces), al contener nutrientes como: nitrógeno, fósforo y potasio, pueden ser aprovechadas como fertilizantes o acondicionadores de suelo (Emprendedoras, 2019). También, este tipo de baño se lo puede definir como un sanitario cuyo funcionamiento no depende del agua. A la vez, este puede ser una losa o un pedestal elevado donde el usuario deba ponerse en cuclillas o simplemente sentarse. Para las dos situaciones, tanto orina como heces caen por un agujero (Tilley E., 2014). En comunidades donde el acceso al agua es escaso, los sanitarios secos integran una tecnología apropiada para el aislamiento, el almacenamiento y tratamiento de las excretas. Por otro lado, se sabe que en los excrementos humanos se pueden hallar coliformes que son causantes de enfermedades presentando los siguientes síntomas: diarrea, fiebre y calambres abdominales. Cuando se presentan estos problemas de salud y al no ser tratados a tiempo pueden provocar carencia de hierro, de vitamina A y otros micronutrientes que, son necesarios para un buen crecimiento (Esrey S. G.-H., 1999).

Los principales organismos que afectan a la salud humana son: los virus, protozoarios, bacterias y lombrices (helminths); estos al ser excretados pueden ser inmediatamente infecciosos. Para el caso de las bacterias y virus, una vez fuera del huésped pueden infectar rápidamente. Los protozoarios en cambio, después de ser excretados primero como quistes, pueden ser inmediatamente infecciosos o requerir de un cierto tiempo. Mientras que, los huevecillos de las lombrices (muchos de los cuales resisten severas condiciones ambientales) necesitan estar un período fuera del cuerpo para infectar. Algunos parásitos, como la Bilharzia, también resultan ser perjudiciales para la salud humana. Estos pueden ingresar al cuerpo a través de la piel (Esrey S. G.-H., 1999).

Si una persona excreta un patógeno, contamina el medio ambiente, y una vez que la excreta tiene acceso a un ambiente abierto, a gran escala, puede llegar a contaminar las manos, la ropa, los utensilios de cocina, el agua potable, las verduras, hortalizas o cualquier otro alimento que será ingerido por alguien (Esrey S. G.-H., 1999).

Por ello, para evitar posibles enfermedades, a lo largo de los años se ha visto un enfoque de saneamiento ecológico que permita convertir las heces humanas en un material seguro para la agricultura. Esta acción ayudaría a prevenir una contaminación que en ciertos casos resulta difícil controlar (Esrey S. A., 2003).

El diseño de un baño seco surge como una solución frente las enfermedades generadas por los patógenos y como una alternativa de protección hacia el ambiente. Con este sistema se crea una barrera física que evita la transmisión de parásitos, pues se da lugar al proceso de desactivación y mortalidad de estos organismos (Montes, 2009).

El funcionamiento de un baño seco se puede dar a través de cámaras de aislamiento donde se genera un proceso de biodegradación de las excretas; esto depende de diversos factores tales como: la temperatura, el pH, la humedad, entre otros (Montes, 2009).

Además, para ayudar en la deshidratación de las excretas y mantener una temperatura entre los 50 y 70°C, lo que se hace es instalar captadores solares y tubos de ventilación, garantizando de ese modo la destrucción de huevos de helminto y el desarrollo de larvas de mosca. Se necesitará de un período de almacenamiento mínimo de 3 meses para que en su mayoría los patógenos puedan extinguirse de forma natural (Montes, 2009).

Una vez que las excretas hayan pasado por un proceso de eliminación de patógenos, las heces después de un año tendrán la apariencia de tierra, por lo tanto, se la puede incorporar a otros residuos que se usa en el compostaje, o usarla como pre-abono en árboles o parcelas (Salud sin límites Perú, 2010).

Por otra parte, la orina se la considera estéril, libre de patógenos. Sólo algunos organismos que producen enfermedades llegan a través de la orina. Sin embargo, en los sanitarios con desviador de orina, es posible que las heces contaminen a esta; para este caso, la orina habrá que almacenarla por varios meses antes de que sea segura usarla. El almacenamiento ayuda a que el nitrógeno de la orina se convierta en amoníaco y el pH se incremente a 9 aproximadamente. Este aumento en el pH favorece a la eliminación cualquier posible contaminante. Cuando la orina sea almacenada, será necesario diluirla con agua para su uso posterior en la agricultura (Esrey S. A., 2003).

1.3.3 Historia de los baños secos

En China, el uso de orina y excretas humanas como fertilizantes para plantas se conoce desde hace muchos años, mientras que, en Japón inició a partir del siglo XII. Por otra parte, en diferentes ciudades de Suecia, durante el siglo XVIII se empezó con la recolección y transporte de los productos provenientes de las letrinas para luego ser usados en las actividades agropecuarias (Milagros, 2021).

En 1838 Thomas Swinburne desarrolló el primer inodoro de tierra, sin embargo, al no tener mucha acogida, tras un cuarto de siglo, Henry Moule, quien experimentó

enterrando sus propias heces y transcurrido cuatro semanas, observó que el material enterrado ya no se encontraba; este material ya se había degradado incorporándose en el suelo. Iniciando la estructura que tendría su invento, el cual consistía en un inodoro con una tolva ubicada en la parte trasera y a partir de esta se obtenía una cantidad determinada de tierra que caía sobre las heces frescas (Esrey S. G.-H., 1999).

Luego de mejorar su diseño, construyó varios modelos para escuelas, barracas y hospitales. Tuvo una gran acogida, debido a las ventajas que presentaba su sistema, pues se basaba principalmente en el uso de la tierra, y a la vez hacía hincapié sobre la contaminación del agua. En el año de 1860, algunas escuelas optaron por los sanitarios de tierra en lugar de aquellos en los que se utilizaba agua, al considerarlos más confiables en cuanto a su mantenimiento (Montes, 2009).

Ya para el año de 1868 se habían usado cerca de 148 sanitarios de tierra y, 40 de ellos no tuvieron ningún inconveniente al ser usados por dos mil soldados en un campamento militar de Wimbledon, Londres (Montes, 2009).

Dos años más tarde, Moule y otros implementaron una nueva manera de tratar los patógenos y eliminar el olor, a través del calor. Sus creaciones se basaban en una bandeja para secado, la cual se encontraba integrada a la parrilla de la chimenea. A la vez, para otros diseños, también integraron muebles con tolvas lo suficientemente grandes que llegaban a servir hasta mil sesiones antes de ser rellenas de tierra (Montes, 2009).

Originalmente en 1950, los dispositivos con separación de orina con doble cámara de deshidratación, que actualmente se conocen, se diseñaron en Japón. Luego 10 años más tarde, en Vietnam, se desarrolló una forma de aumentar la seguridad e higiene de la excreta para finalmente ser utilizada en la agricultura; y desde 1990, se han promovido modificaciones de estos diseños, los cuales integran conductos de ventilación con el objetivo de incorporarlos dentro de los hogares (Milagros, 2021).

1.3.4 Tipos de Sanitarios Secos

En diferentes partes del mundo se han realizado estudios y trabajos relacionados a los baños secos, de tal forma que se han ido adaptando a las necesidades y condiciones de la zona de implementación. A pesar de que varios diseños pueden llegar a diferenciarse, el principio es el mismo y es aplicable para cualquier lugar.

Sistema de cámara simple

En este sistema las excretas y la orina junto con los materiales de limpieza anal (agua o sólidos), son depositados en una cámara y conforme se llena, la lixiviación y la degradación limitan la tasa de acumulación. El agua y la orina se filtran hacia el suelo mediante las paredes y el fondo de la cámara; en esto entra en juego la acción microbiana que va degradando parte de la fracción orgánica (Tilley E., 2014).

La profundidad de una cámara debe ser de al menos 2 m sobre el nivel del acuífero para evitar su contaminación. Cuando la cámara sea reutilizada, esta deberá estar revestida con algunos materiales que incluyen: madera resistente a la putrefacción, ladrillo, hormigón y piedra o mortero estucado en el suelo. Pueden usarse por más de 20 años sin ser vaciadas. Si el suelo no presenta depósitos de grava, arena o materiales orgánicos sueltos, la cámara no necesitará ser revestida, y de esa manera el fondo de la cámara facilitará la infiltración de los líquidos. Una vez que el líquido empieza a infiltrarse desde la cámara, es posible eliminar algunos patógenos que ya han sido absorbidos a través del suelo (Tilley E., 2014).

Debido a algunos factores ambientales como la humedad, el tipo de suelo o la distancia recorrida, el grado de eliminación de patógenos puede variar, y con ello resulta difícil estimar la distancia necesaria entre una fuente de agua y una cámara. Lo que usualmente se recomienda es una distancia mínima horizontal de 30 m para reducir el riesgo de contaminación microbiana (Tilley E., 2014).



Figura 1. Cámara Simple (*Instituto Nacional de Tecnología Industrial, 2016*)

Cámara simple mejorada ventilada

Es un modelo mejorado de la cámara simple, pues está constituido por un tubo de ventilación que ayuda a que el aire ingrese a la cámara, evitando así malos olores; además, actúa como una trampa para moscas. Estos insectos al sentirse atraídos por la luz proveniente de la parte superior del tubo de ventilación vuelan hacia ella y, al tratar de escapar quedan atrapadas entre unas rejillas, provocándoles su muerte (Tilley E., 2014).



Figura 2. Cámara simple mejorada ventilada (BIM, 2018)

Sistema sanitario basado en deshidratación

Esta versión consiste en la separación de las heces y la orina desde su origen, y en un proceso de deshidratación a través de la ventilación, el calor y la adición de un material secante que permita disminuir la humedad del contenido; esto con el fin de acelerar la destrucción de organismos patógenos (Villa M. F.).

a) *Sanitario seco con doble cámara.*

Este tipo de sanitario cuenta con dos cámaras de un volumen aproximado de 60 cm³, construidas sobre el nivel del piso. Desde un depósito y con ayuda de una manguera la orina fluye hacia un pozo de absorción que se encuentra debajo de la cámara. Por otra parte, las heces caen libremente dentro de la cámara de tratamiento. Una vez utilizado el baño, el usuario dispondrá de algún material secante (cal, tierra, ceniza o una mezcla de tierra y aserrín) que espolvoreará sobre las excretas; y en un bote colocado a un lado de la taza, se depositará el papel higiénico usado (Montes, 2009).

Una vez transcurrido siete días, se usará una vara, que permitirá mezclar el material, y de ser necesario agregar más cenizas. Cuando la primera cámara está casi llena, se le agrega tierra hasta el borde y se cierra la taza, entonces se habilita la segunda cámara;

un año después, o cuando haya culminado el tiempo de llenado de la segunda cámara, se abrirá la primera (Villa M. F.).

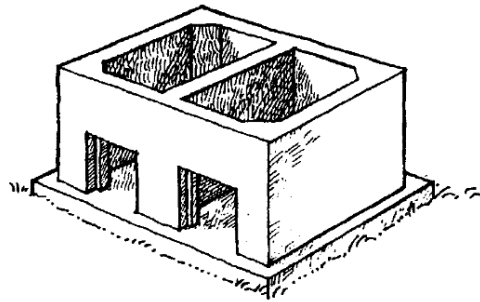


Figura 3. Baño seco con doble cámara (Esrey, Andersson, Hillers, & Sawyer, 1999)

b) Fosa alterna

Esta es una tecnología de ciclo corto que no utiliza agua y está diseñada por dos cámaras, las cuales permiten generar un producto similar a la tierra; este material puede ser usado como un acondicionador para suelos. Su profundidad máxima será de 1,5 m y requerirá de forma constante un material de cubierta que puede ser ceniza, tierra u hojas. Mientras la segunda cámara se llena en la otra se degrada el material fecal; esto tarda alrededor de un año (Tilley E., 2014).

La fosa alterna también puede usarse para la orina, pero no se debe agregar agua. A la vez, se puede incorporar un tubo de ventilación para reducir los malos olores.

En ciertas situaciones, para evitar la intrusión de agua y la contaminación de acuíferos, la fosa alterna podría elevarse o construirse totalmente sobre el suelo; esto debido a zonas inundables donde la capa freática es muy alta (Tilley E., 2014).

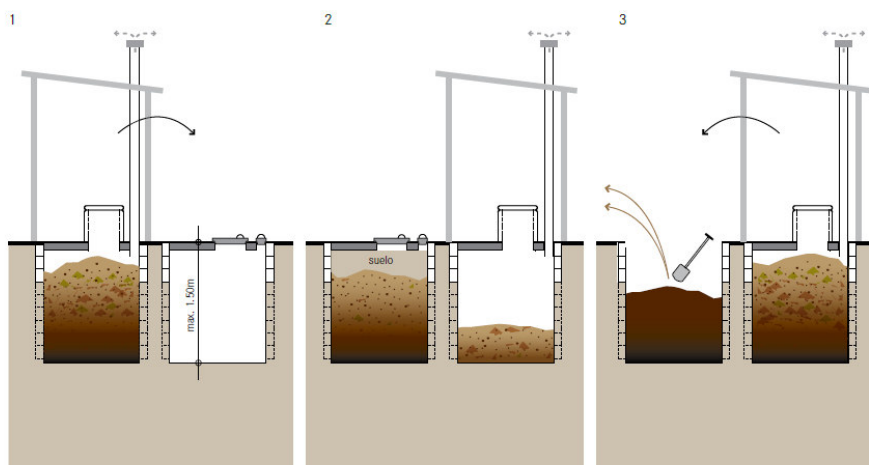


Figura 4. Fosa alterna (Parkinson, 2018)

c) *Sanitario seco WM Ekologen*

Este tipo de baño seco, utiliza un tanque subterráneo en donde se recolecta el agua junto con la orina. Según el modelo se puede usar un contenedor plástico de un volumen de 80 litros, lugar donde se depositarán las heces y el papel higiénico. Una vez lleno, se dejará reposar el material durante seis meses aproximadamente. Transcurrido ese tiempo, el contenido puede llegar a tener un tratamiento extra a través del compostaje, con el fin de eliminar cualquier patógeno. También, el sistema utiliza un extractor que saca el aire de la taza del baño, lo conduce hacia la cámara de tratamiento, y luego por medio de un tubo de ventilación lo lleva hacia afuera (Villa M. F.).

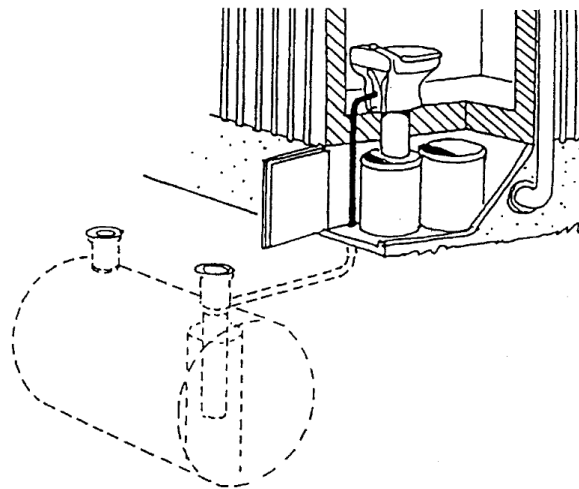


Figura 5. Sanitario seco WM Ekologen en Suiza (Esrey, Andersson, Hillers, & Sawyer, 1999)

1.3.5 Sistemas sanitarios basados en la descomposición (Composta)

a. *Sanitario de composta "Clivus Multrum" de una sola cámara.*

En este tipo de sanitario la orina se procesa junto con las heces y los residuos orgánicos que genera un hogar; todo el tratamiento se realiza en una cámara. Esta cámara sirve como sitio de descomposición para producir compost; a la vez cuenta con conductos, en el primero conducto ingresa aire (corriente natural) y en el segundo conducto ingresa los desperdicios de la cocina que son depositados en un área de almacenamiento (Montes, 2009). Antes de dar uso por primera vez se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones, en el piso de la cámara de la composta será necesario colocar una base de capa gruesa de 40cm de turba y otra de suelo rico en humus de

aproximadamente 20 cm; con el fin de permitir la absorción de líquidos y la oxidación de la orina a través de microorganismos (Montes, 2009).

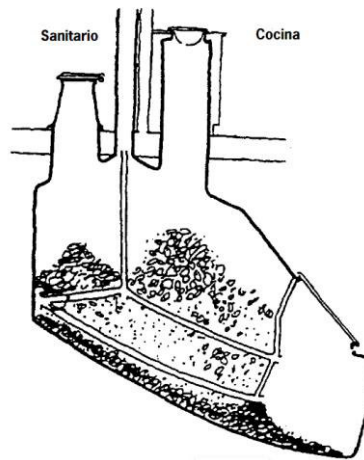


Figura 6. Sanitario de composta "Clivus Multrum" de una sola cámara (Esrey, Andersson, Hillers, & Sawyer, 1999)

b. Sanitario de composta "Carrusel" de varias cámaras.

Este diseño consta de una cámara subterránea de procesamiento en forma de tanque cilíndrico; en ella hay otro tanque cilíndrico más pequeño que gira sobre su eje y se encuentra dividido en 4 o 6 cámaras. La cámara que está siendo usada se encuentra debajo del conducto de caída de la taza del baño. Cuando esta cámara se llena, se gira el tanque de tal forma que la siguiente cámara quede en el lugar de la anterior; así, cada cámara se va llenando en secuencia (Montes, 2009). El sistema está diseñado para un año. Una vez que la última cámara se haya llenado, el material más viejo se retira por una puerta de acceso y de ese modo esa cámara queda libre para continuar con la secuencia. En cuanto al drenaje de los líquidos, se lo hace por medio de unos orificios ubicados en la base del tanque giratorio y caen en un tanque externo, donde se evaporan o se descargan a una cama de evapotranspiración (Montes, 2009).

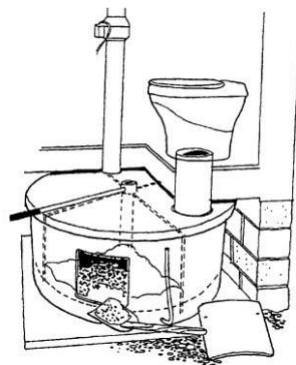


Figura 7. Sanitario de composta "Carrusel" (Villa M. F.)

c. Sanitario con recipiente portátil.

Para este diseño, como cámara de composta se utiliza un recipiente plástico de un volumen de 240 litros; a la vez este cuenta con ruedas que facilita su movilización. Los líquidos se cuelan hacia la base y de ahí fluyen por un tubo hacia una cámara sellada de evapotranspiración (Villa M. F., 2004).

Una corriente de aire es generada dentro del recipiente debido a un respiradero que se encuentra ubicado cerca de la base; el aire entra en contacto con el material de composta, a través de un piso de malla. Además, en las paredes del recipiente se tienen orificios situados de forma vertical, lo que ayuda a que el contenido se aire (Villa M. F., 2004).

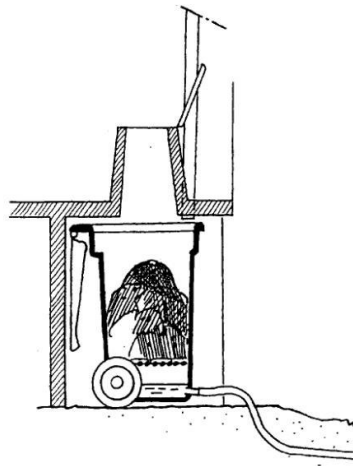


Figura 8. Sanitario con recipiente portátil (Esrey, Andersson, Hillers, & Sawyer, 1999)

d. Sanitario con proceso de compostaje dentro del mueble sanitario.

Los residuos son almacenados en una primera cámara, lugar donde se efectúa el proceso de compostaje, para ello interviene un ventilador que extrae los gases y los olores producidos en su interior. También utiliza un termostato regulador de la temperatura (Montes, 2009). El compostaje se ve beneficiado gracias al termostato que ayuda a mantener una temperatura elevada dentro de la cámara; en cuanto a la orina, esta logra mantener la humedad necesaria para que los organismos no tengan dificultades en descomponer la materia orgánica. Por último, el material que se obtiene es un humus que cae a una segunda cámara que funciona como recipiente de almacenaje; de aquí se puede extraer dicho material para ser usado como fertilizante. Para su uso en vegetales, será necesario esperar unos 6 meses de almacenamiento (Villa M. F., 2004).

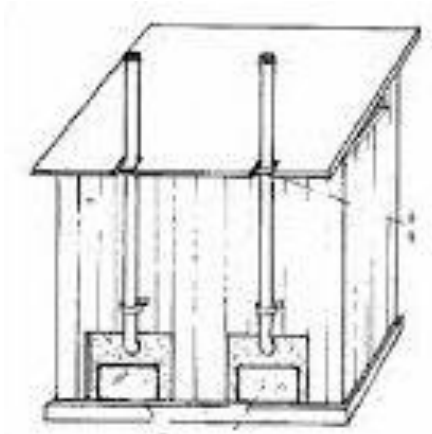


Figura 9. Sanitario con proceso de compostaje (Villa M. F.)

1.3.6 Sistema sanitario de aspiración o al vacío

Para realizar la aspiración en el sanitario se utiliza aire en lugar de agua como transporte de residuos y se utiliza como máximo 0,2 litros de agua para cada descarga. Una máquina de vacío absorbe el contenido y lo transporta a una cámara de reciclaje donde se hace el proceso de compostaje. Algunos modelos pasan los residuos por una cámara de centrifugado para separar la orina de las heces (Villa M. F., 2004).



Figura 10. Sistema sanitario de aspiración (DAHLBERG, s.f.)

1.3.7 Sistema sanitario basado en la incineración

Este sistema se basa en una combustión eléctrica o de gas, la cual ayuda a incinerar las heces y la orina a temperaturas muy elevadas. Lo que queda después es solo una pequeña cantidad de cenizas, las cuales se encuentran libres de malos olores y sobre todo de patógenos. El sanitario puede ser usado aun cuando el proceso de combustión se esté llevando a cabo (Villa M. F., 2004).



Figura 11. Sanitario basado en la incineración (*CINDERELLA ECOGROUP, s.f.*)

1.3.8 Caso de implementación de baños secos en el Ecuador

En la región andina del Ecuador, en la provincia de Cotopaxi, en 1985 se construyeron cerca de unos 300 sanitarios de doble cámara con calentadores solares en forma de tapas.

En este lugar se implementó un sistema de reciclaje, con el fin de remediar la pérdida de fertilidad en los suelos de las regiones ubicadas entre los 3,500 a 4,000 msnm.

En esta zona, a causa de la sequedad atmosférica no fue necesario realizar una desviación de orina, y después de cada uso, se recomendaba espolvorear aserrín y/o cenizas. Cada cámara fue diseñada para seis meses antes de cambiar a otra, y a la vez cada una de ellas tenía su tapa hecha a partir de un bastidor de madera. Este bastidor se lo cubría con una lámina de acero galvanizado y se la pintaba de un color oscuro con el objetivo de absorber energía solar; ese modo se contribuía al proceso de deshidratación (Esrey S. A., 2003).

Las cámaras incluían tubos de ventilación, mientras que las tapas tenían un respiradero para la entrada de aire. Tanto el tubo de ventilación como el respiradero eran cubiertos con una malla de metal que funciona como mosquitero. Para la construcción de la caseta, se elaboraron ladrillos que fueron secados al sol y para complementar el diseño se hizo uso de elementos prefabricados de madera los cuales correspondían a: la taza del sanitario, la tapa para la taza, y la puerta (Esrey S. A., 2003).

La experiencia en esta zona del Ecuador resulta importante, pues dejó ver que en climas extremadamente secos (como el caso de las montañas andinas) no fue necesario el método de desviación de orina. Lo mismo se aplica para los colectores con calentadores

solares, pues este sistema es considerado para zonas de clima húmedo donde se requiere de una aceleración en el tratamiento de las excretas (Esrey S. A., 2003).

2 METODOLOGÍA

2.1 Identificación del sitio del proyecto

Para establecer el lugar del proyecto se consideró la falta de acceso a servicios básicos como el alcantarillado y agua potable; sitios rurales en donde se presenta una falta del recurso hídrico, y a la vez, la gente todavía se dedica a la agricultura.

Algunas zonas donde el acceso a los servicios básicos aún es escaso se encuentran al noroccidente de la ciudad de Quito, y tras una investigación de campo, se decidió que el proyecto se llevaría a cabo en el barrio “La Leticia” (ver Anexo 8).

La propuesta técnica se lo realizó en el barrio la Leticia, perteneciente a la parroquia el Condado de la ciudad de Quito. El sitio del proyecto se encuentra al noroccidente de la ciudad en las coordenadas de latitud: -0,050533 y longitud: -78,522500 a 3187,1 msnm, Estos datos fueron obtenidos a través de un levantamiento planimétrico (Ver Anexos 1 y 9). Además, esta es una zona que cuenta con un clima frío con temperaturas de alrededor de 11°C (Varela & Ron, 2020).

La vivienda, cuyo propietario es el señor Elver Salgado (a quien se le hizo la entrevista que consta en los Anexos 7 y 10), está construida en un área de 1000 m² (ver Anexo 2). Aquí, residen 7 personas; 4 adultos y 3 niños. El terreno cuenta con las escrituras, sin embargo, al pertenecer a una propiedad privada de una hacienda, esto ha ocasionado dificultades para que los habitantes cuenten con los servicios básicos: energía eléctrica, recolección de basura, agua potable y alcantarillado. Por diferentes motivos que se desconocen, el dueño de la hacienda no ha permitido la intervención del municipio para que todos estos terrenos entren al programa del Municipio de Quito “Regula tu Barrio”.

2.2 Diseño del baño de cámara seca que permita el aprovechamiento de excretas como abono natural.

2.2.1 Alternativa 1

Dentro de la alternativa 1 se planteó un sistema de baño seco con doble cámara y separación de orina (ver anexo 6). En esta, se contempló un inodoro fijo para una de las cámaras. Cuando la primera cámara se haya llenado será necesario, con ayuda de una pala, pasar las excretas a la segunda cámara que se encuentra vacía.

La orina será separada a través de la instalación de tubos de PVC que transportarán el líquido a unos tanques de almacenamiento.

Los cálculos y criterios para el diseño de este inodoro se muestran a continuación.

Cálculos y criterios de diseño

Conforme a la revisión bibliográfica se consideraron 100 g de excretas que una persona puede generar al día (Velásquez, 2015), y además, se asumió y se asumió un total de 30 días por cada mes.

$$\text{Tex día} = \#\text{personas} \times \text{Cex día}$$

Ecuación 2.1 Total de excretas diarias

Donde:

Tex día: Total de excretas al día (g/día)

\#\text{personas}: número de personas

Cex día: Cantidad de excretas al día (g/día)

$$\text{Tex mes} = \text{Tex día} \times \#\text{Dmes}$$

Ecuación 2.2 Total de excretas mes

Donde:

Tex mes: Total de excretas al mes (kg/mes)

Tex día: Total de excretas al día (g/día)

\#\text{Dmes}: número de día al mes

$$\text{Tex 6m} = \text{Tex mes} \times N$$

Ecuación 2.3 Total de excretas 6 meses

Donde:

Tex 6m: Total de excretas en 6 meses (kg)

Tex mes: Total de excretas al mes (kg/día)

N: número de meses (6)

También, se estimó un aproximado de la cantidad de materia seca que será usada para la descomposición de las excretas. Cabe señalar que, el tipo de material, ya sea cal o

ceniza, pueden ser reemplazadas por aserrín u hojas secas; esto según crea conveniente la familia.

En el caso de la tierra que se vaya a usar, es necesario que esta se encuentre totalmente seca, permitiendo así, que las excretas se deshidraten y no produzcan malos olores (Esrey S. A., 2003). Para el cálculo se utilizó las siguientes ecuaciones.

$$Cms = Ct \times Ccal$$

Ecuación 2.4 Cantidad de material secante

Donde:

Cms: Cantidad de material secante (g/día)

Ct: Cantidad de tierra (g/día)

Ccal: Cantidad de cal o ceniza (g/día)

$$Tm_{\#\#personas} = Cm \times \#\#personas$$

Ecuación 2.5 Material secante por persona

Donde:

Tm#p: Total de material secante por número de personas (g/día)

Cm: Cantidad de material secante (g/día)

#personas: Número de personas

$$Tm \text{ mes} = Tm_{\#\#persona} \times \#Dmes$$

Ecuación 2.6 Material secante por mes

Donde:

Tm mes: Total de material secante por mes (kg/mes)

Tm#personas: Total de material secante por # de personas (g/día)

#Dmes: Número de día al mes

$$Tm \ 6m = Tm \text{ mes} \times N$$

Ecuación 2.7 Total de material secante por 6 meses

Donde:

Tm 6m: Total de material secante en 6 meses (kg)

Tex mes: Total de material secante al mes (kg/mes)

N: Número de meses (6)

Conforme a la determinación de materia seca y a la cantidad de excretas, se realizó los cálculos para hallar el volumen de cada cámara. Para dicho cálculo se consideró un material de adobe con una densidad de 1200kg/m³ (Arquitectos Sen Fronteiras).

$$V_c = T_{s\ 6m} / D_a$$

Ecuación 2.8 Volumen de la cámara

Donde:

V_c: Volumen de la cámara (m³)

T_{s 6m}: Total de sólidos a los 6 meses (kg)

D_a: Densidad del adobe (kg/m³)

Se tomó en cuenta que los muros de las cámaras sean construidos a partir de adobe, pues se sabe que este es un material termorregulador, siendo muy adecuado para la zona de estudio que se encuentra en un piso climático frío. Además, las construcciones de adobe brindan propiedades acústicas, térmicas e incluso tienen una mayor sostenibilidad por su impacto ambiental (Minke, 2006). De igual modo, se pueden usar materiales de construcción tales como: cemento, concreto y ladrillo, siendo conocidos por absorber la energía térmica durante el día y liberarla en la noche (Libatari et al., 2013).

Es importante señalar que, el material que se obtenga posterior a los 6 meses puede ser utilizado como acondicionador de suelo o abono para árboles. Se recomienda que, para cultivos será necesario un pos tratamiento (compostaje) antes de ser usado.

A partir del volumen correspondiente a cada cámara, se obtuvo las medidas de: largo, ancho y alto.

$$T_v = (L \times A \times P) + (A_s)$$

Ecuación 2.9 Total del volumen

Donde:

T_v: Total del volumen (m³)

L: Largo (m)

A: Ancho (m)

P: Profundidad (m)

A: Altura de seguridad (m)

$$Tv Nc = Tv \times Nc$$

Ecuación 2.10 Total del volumen por número de cámaras

Donde:

Tv Nc: Total del volumen por número de cámaras (2) (m³)

Tv: Total del volumen (m³)

Nc: Número de cámaras (2)

Por otro lado, según Williams (2018) en promedio, una persona llega a producir 1,2 litros de orina al día; pese a eso, esa cantidad puede variar significativamente debido al consumo de líquidos o al clima. Las fórmulas para hallar el total de orina se muestran a continuación.

$$Tco = \#\#personas \times Cod$$

Ecuación 2.11 Total de cantidad de orina

Donde:

Tco: Total de cantidad de orina (l/día)

\#\#personas: Número de personas

Cod: Cantidad de orina al día (l/día)

$$Tco \text{ mes} = Tco \times \#Dmes$$

Ecuación 2.12 Total de la cantidad de orina por mes

Donde:

Tco mes: Total de la cantidad de orina por mes (l/mes)

Tco: Total de cantidad de orina (l/día)

\#Dmes: Número de día al mes

$$Tv \text{ 4m} = Tco \text{ mes} \times N$$

Ecuación 2.13 Total del volumen por 4 meses

Donde:

Tv 4m: Total del volumen por 4 meses (l)

Tco mes: Total de la cantidad de orina por mes (l/mes)

N: Número de meses (4)

Elementos constructivos complementarios

Debido a que el baño seco es una tecnología poco conocida en el país, su adquisición resulta difícil, y al no contar con un producto ya prefabricado, con base en las medidas de los inodoros comunes de arrastre hidráulico, se dimensionó el baño que servirá para el funcionamiento del sistema. Acorde a lo mencionado, las medidas fueron las siguientes: 0,4m x 0,4m x 0,45m, que bien puede ser construido en madera; de igual modo, para la parte superior del retrete se contempló el uso de la tapa de un baño tradicional (Ver Anexo 4).

Por el contrario, a falta de un separador de orina, se pensó en un embudo o cualquier tipo de recipiente que ayude a cumplir esa función; no obstante, para los hombres se consideró un urinario. Con respecto al tubo de recolección, este deberá estar sumergido en el depósito de orina, lo cual servirá como sello líquido; de esta manera se minimizarán los olores y la pérdida de nitrógeno (Ver Anexo 4). Por otro lado, se planteó que la tubería a ser usada sea de PVC para prevenir la corrosión (Ver anexo 3).

Además, la incorporación de tubos de ventilación permitirá la circulación de corriente continua de aire, desde y hacia las cámaras. La ventilación estará constituida por tuberías de 4", pintadas de un color negro con el fin de que los tubos se calienten por los rayos solares haciendo que el aire se caliente y extraiga los olores. La punta de cada tubo de ventilación estará cubierta con una malla mosquitera con la intención de que no entren moscas a las cámaras; del mismo modo, se cubrirá con un sombrerete para evitar el ingreso de agua o cualquier objeto (Ver Anexo 4).

Al igual que las tuberías de ventilación, las compuertas de las 2 cámaras, deberán tener un color oscuro, pues esto favorece a una mayor absorción de luz solar. La captación de energía dentro de las cámaras ayuda a que el material fecal se descomponga mucho más rápido. Cabe señalar que, las cámaras estarán orientadas hacia el norte, pues resulta conveniente al tener una mayor incidencia de radiación solar.

2.2.2 Alternativa 2

En este caso como alternativa 2 se consideró que, en lugar de pasar el material sólido de una cámara a otra de forma manual como sucede en la alternativa 1, lo que se planteó fue la movilización del inodoro. Asimismo, para complementar se propuso contenedores móviles (ver Anexo 5). Las dimensiones para los contenedores dependerán de las medidas de las cámaras, para ello se sugirió lo siguiente: 0,87 de altura; 0,65 de largo y 0,60 de ancho.

2.3 Criterios para la obtención de costos

La obtención del presupuesto se lo calculó de acuerdo con el boletín de la Cámara de la Industria y Construcción, tanto para la alternativa 1 como para la alternativa 2, tomando en cuenta los planos, que constan en los Anexos 4, 5 y 6.

2.4 Elaboración de una guía para el usuario

La guía se dividió en 4 capítulos; conceptos y definiciones, componentes del baño seco, mantenimiento del baño seco y aprovechamiento de los residuos como abono.

En el primer capítulo se detalla de forma clara los conceptos acerca de la definición de un baño seco y de un baño seco con doble cámara y desviación de orina de la Alternativa 1. Además, se menciona la importancia de esta tecnología como solución definitiva frente a la escasez de agua y a la disposición final de excretas humanas.

Por otra parte, en el segundo capítulo se habla de los componentes que conforman el baño seco con doble cámara. El urinario, la taza separadora, cámaras de secado, tubos de ventilación y tanques de almacenamiento.

Del mismo modo, para el tercer capítulo, se presentan recomendaciones para el uso adecuado del baño seco. Se aconseja que el usuario siga las instrucciones descritas en el manual, con el fin de asegurar el mantenimiento del sistema, y de ese modo no haya problemas en su funcionamiento. En esta guía se proponen acciones que deberán llevarse a cabo como: el uso de material secante que permitirá la deshidratación del material fecal, la limpieza frecuente al separador de orina, las precauciones que se tomarán en cuenta para el uso de la orina a partir del tanque de almacenamiento, entre otros.

Finalmente, en el último capítulo, se proponen alternativas para el uso del material que se obtiene tras el periodo de tratamiento de las excretas y de orina. Este abono sólido (obtenido de las excretas) podrá ser usado directamente en árboles, parcelas o como acondicionador del suelo. Si se pretende usar este material en hortalizas, será necesario hacer un postratamiento mediante un compostaje. En el caso de la orina, este no requerirá un tratamiento extra para su uso.

2.5 Socialización de la propuesta de la propuesta técnica con los usuarios

En la socialización se expuso los resultados obtenidos a través del desarrollo y planteamiento de planos, criterios de diseño y guía del usuario. Para ello se utilizó diversas técnicas de facilitación, como la técnica expositiva (ver Anexos 11 y 12), con la intención de que la familia comprenda la importancia de generar un cambio más sostenible en las actividades que realizan a diario. Dentro de esto, también se elaboraron afiches informativos para mejor entendimiento (ver Anexo 13).

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Baño seco de cámara seca

El tipo de tecnología de saneamiento rural que se propuso, se basa en un principio de ciclo cerrado, el cual permite un reciclaje a partir de material fecal y orina que pueden ser usados como abono y fertilizante natural para la agricultura.

Dentro de la propuesta se planteó un baño ecológico con 2 cámaras de deshidratación, de tal manera que sea fácil de construir y que se adecúe a las necesidades del hogar. El diseño de construcción funciona tanto para la alternativa 1 como para la alternativa 2, sin embargo, como se mencionó en la metodología, para el segundo caso se necesitarán de contenedores móviles, cuyas dimensiones se presentan al final de los resultados.

Cantidad de material fecal

Conforme a las ecuaciones 2.1, 2.2 y 2.3 las cuales se indican en la metodología, se obtuvo la cantidad de excretas producidas por los habitantes del hogar durante 6 meses. Dichos valores se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Determinación de cantidad de excretas en 6 meses.

Número de personas	Cantidad de excretas que una persona genera al día (g/día)	Total de excretas al día (g/día)	Total de excretas al mes (kg/mes)	Total de excretas en 6 meses (kg)
7	100	700	21,0	126

Los valores de las excretas corresponden a una cantidad estimada que la familia puede generar al día, sin embargo, es posible que estos valores cambien debido a las diferentes actividades que realicen; habrá quienes se ausenten horas o incluso días y no hagan uso del baño.

Cantidad de material seco

En la Tabla 2 se detallan las cantidades de material secante necesarias para la deshidratación de excretas; estas porciones corresponden a la tierra y cal, según Velásquez (2015). Estos valores fueron obtenidos a partir de las ecuaciones 2.4, 2.5, 2.6, y 2.7

Tabla 2. Determinación de cantidad de material secante para 6 meses.

Cantidad de tierra (g/día)	Cantidad de cal o ceniza (g/día)	Cantidad de material secante (g/día)	Total de material secante por el # de personas por día (g/día)	Total de material secante por mes (kg/mes)	Total de material secante por 6 meses (kg)
100	50	150	1050	31,50	189,0

El material secante es un factor importante para la eliminación de patógenos, dado que contribuye al aumento del pH. Esto se ve favorecido por los compuestos que contiene la ceniza, y de acuerdo con la bibliografía revisada, ha resultado mejor usar ceniza proveniente de maleza o plantas secas que quedaron después de una cosecha.

A la vez, dentro del análisis para el dimensionamiento de las cámaras no se contempló el material de limpieza anal (papel higiénico), debido a que, durante el proceso de deshidratación, el contenido presente en las cámaras (excretas) empezará a ocupar menos volumen que en un inicio. Cabe señalar que, este material de limpieza también funciona como material secante.

Volumen de las cámaras de deshidratación

En función de la ecuación 2.8 se determinó la cantidad de materia seca y excretas generadas durante seis meses. En la Tabla 3 se indica, de forma detallada, el volumen para cada cámara.

Tabla 3. Determinación del volumen de las cámaras.

Total de sólidos a los seis meses (excretas+ material secante) kg/	Material de las cámaras	Densidad del adobe (kg/m ³)	Volumen para cada cámara (m ³)
315,0	Adobe	1200	0,27

De acuerdo al volumen hallado, este se encuentra dentro del espacio proporcionado por la familia. De esa manera se asegura que las cámaras cuenten con el espacio suficiente para el almacenamiento de las excretas.

Medidas de las cámaras de deshidratación

Una vez determinado el volumen de cada cámara, de acuerdo con las ecuaciones 2.9 y 2.10 se obtuvieron las medidas de: largo ancho y alto, las mismas que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Dimensiones de cada cámara.

Profundidad (m)	30cm de seguridad en altura (m) (h)	Largo (m) (l)	Ancho (m) (a)	Total volumen (h)(l)(a) (m ³)	Total del volumen por las 2 cámaras (m ³)
0,6	0,9	0,70	0,65	0,41	0,82

Los resultados que se muestran en la tabla 4 no contemplan las medidas del tipo de material de construcción (adobe, ladrillo o bloque).

El tamaño (exterior) de las cámaras puede variar según el grosor del material que se use, pues para el dimensionamiento se consideró una densidad de adobe, que bien puede ser remplazado por un material de concreto o ladrillo. Este cambio de ningún modo afectará las dimensiones internas de las cámaras.

Capacidad de tanque de almacenamiento

Tomando en cuenta el dato promedio de orina por persona al día y según las ecuaciones 2.11, 2.12 y 2.13, las cuales se indican en la metodología, se logró hallar la cantidad de orina generada por los miembros del hogar. Este análisis se visualiza de mejor manera en la tabla 5.

Tabla 5. Determinación de la cantidad de orina por 4 meses.

Número de personas	Cantidad de orina por día (litros/día)	Total de cantidad de orina (l/día)	Total de la cantidad de orina por mes (l/mes)	Total de volumen por 4 meses (litros)
7	1,2	8,4	252,0	1008,0

La estimación para el tiempo de almacenamiento de la orina depende mucho de la salud de las personas, esto quiere decir que, para una persona sana, es más seguro que la orina que genera no contenga gran cantidad de patógenos, e incluso podría usarse de manera inmediata sin ningún tipo de almacenamiento. No obstante, esto no sucede siempre, por lo que el tiempo mínimo para la esterilización es de un mes o para usarse de forma segura puede llegar hasta los 6 meses.

Por lo tanto, se necesitará un recipiente de 1008 litros; sin embargo, en el mercado no hay tanques de ese volumen, para lo cual, el más próximo sería un tanque de 1100 litros.

Adicionalmente, se planteó el uso de dos tanques de almacenamiento que, de acuerdo con los cálculos, cada uno tendrá un período de 4 meses de uso antes de que se llene por completo. Una vez transcurrido los 4 meses, será necesario esperar unos 2 meses más, con el fin de asegurar una total desinfección de la orina. El almacenamiento prologando a largo plazo permite esterilizar la orina, logrando así el aprovechamiento sin ningún inconveniente para el uso agrícola (Tilley E., 2014). Debido al alto pH presente en la orina almacenada se consideró tanques de PVC, con el objetivo de evitar problemas de corrosión en el caso de un tanque de metal.

Por otra parte, se planteó que, para cada tanque de almacenamiento, estos deberán estar enterrados aproximadamente 10 cm de altura; esto ayudará a nivelar el suelo y a la vez, que la orina caiga por gravedad directamente al contenedor.

La pendiente para las tuberías de conexión con el tanque de almacenamiento será del 2%, sin ángulos agudos. Se usarán tubos de 2", y 2 válvulas. La primera válvula estará colocada al extremo final del primer tanque con la intención de comunicarse a través de un tubo de PVC hacia el otro tanque; en este último se instalará la segunda válvula, a partir de este se podrá obtener el fertilizante de orina (Ver Anexo 3).

Con las válvulas colocadas en esa posición, permitirá que cada tanque se llene desde el fondo, de esa manera se evita una pérdida de nitrógeno y se logra disminuir los malos olores. Es decir que, por medio de la tubería la orina fluirá hacia abajo y será liberada cerca del fondo del tanque. Esto impedirá el reflujó de aire y la aspersión de orina.

En el fondo del tanque, con el pasar del tiempo se formará una capa de lodo orgánico y de sales minerales precipitadas (especialmente de calcio y fosfatos de magnesio), para ello se pensó en la instalación de una abertura lo suficientemente grande para realizar una limpieza adecuada.

Para los tanques de almacenamiento, en la medida que sea posible se procurará que las conexiones de las tuberías se mantengan cortas.

Conforme a los cálculos obtenidos para el dimensionamiento del baño seco se tiene que, para los siete miembros que componen el núcleo familiar, el total de excreta en seis meses es de 130,2 kg y el material secante para esta cantidad corresponde a 195,3 kg. Todos estos valores se pueden observar cómo resumen en la tabla 6.

Tabla 6. Resumen de los resultados obtenidos para el dimensionamiento del baño seco.

Total de excretas en 6 meses (kg)	Total de material secante por 6 meses (kg)	Total del espacio por las 2 cámaras (m3)	Total del volumen de orina por 6 meses (litros)
126	189	0,82	1008

De acuerdo con los resultados mostrados, se evidencia que, existe una relación directamente proporcional entre la cantidad de excretas y el tiempo de almacenamiento de las excretas y orina. No obstante, según la bibliografía revisada a mayor tiempo de almacenamiento se daría una desactivación o eliminación de patógenos; es decir, a mayor tiempo se reducirá la cantidad de bacterias, virus y protozoos que puedan estar presentes.

Dimensiones de los contenedores móviles Alternativa 2

Tabla 7. Dimensionamiento de contenedores móviles.

Altura (m)	Largo (m)	Ancho (m)
0,80	0,58	0,63

De acuerdo a las dimensiones que se presentan en la tabla 7, estas se adecúan a las medidas de las cámaras del baño seco. Por otra parte, debido a que estas medidas no se las puede encontrar de manera comercial, para este caso se prevé la compra de 2 contenedores de plástico con dimensiones de 800 x 600 x 520 mm (alto, fondo, frente).

3.2 Planos para el diseño del baño seco

Con las dimensiones del baño seco y los criterios de construcción, se procedió a realizar los planos con ayuda del software de diseño AUTOCAD, mismos que se encuentran en los anexos 4 y 6.

3.3 Presupuesto

Alternativa 1

Con base en el dimensionamiento del baño seco y los planos elaborados, se obtuvo el presupuesto. El detalle de las cantidades y precios de los materiales correspondientes para la construcción del baño seco se encuentra en la tabla 8.

Tabla 8. Presupuesto

Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Dólares)	Precio Total (Dólares)
Losa de piso				
Arena gruesa	m ³	2	8,78	17,56
Cemento gris	sc	1	4,34	4,34
Malla electro ANDEC R-131	m ²	2	2,45	4,90
Piedra base clase 1 (0-38mm)	m ³	1	6,51	6,51
Cámaras				
Bloque 4H Rayado de Pared 8*20*41 (12*m2)	u	50	0,36	18,00
Tablas Machimbradas Fernando Sánchez (Puer- tas de madera 70cmx90cm)	u	2	5,50	11,00
Caseta				
Bisagras con tornillos 1,2"x1 5/16"	u	2	1,00	2,00
Bloque 4H Rayado de Pared 8*20*41 (12*m2)	u	100	0,36	36,00
Placa ondulada 4" Eternit	u	2	3,32	10,16
Puerta de plywood 2*0,60	u	1	30,00	30,00
Cemento gris	sc	1	4,34	4,34
Tablas Machimbradas Fernando Sánch- ez (Barandas de madera)	u	6	5,50	33,0
Tapa del baño	u	1	5,75	5,75
Accesorios				

Codos de PVC 2"	u	4	0,53	2,12
Malla mosquitero	u	1	3,75	3,75
Pintura	gln	1	5,16	5,16
Sombrerete	u	2	5,00	10,00
Inodoro (taza de madera)	u	1	20,00	20,00
Urinario Quantum Blanco (E398-BL)	u	1	54,83	54,83
Tub. PVC desagüe 4" (Tubos de ventilación)	u	2	6,64	13,28
Recolección de orina				
Codos de PVC	u	2	1,50	3,00
Tanque agua 1100 L con flotad y acces. Exter (tanques de almacenamiento)	u	2	129,99	259,98
Tub. PVC rig. 2" (Tubería de conexiones urinario y tanque)	u	2	5,32	15,96
Tubo PVC en T 2"	u	1	0,80	0,80
Válvulas mariposas 2"	u	2	15,00	30,00
Imprevistos				50,00
TOTAL				652,44

El resumen de los costos de implementación del sistema consta en la siguiente Tabla 9.

Tabla 9. Resumen del presupuesto para la alternativa 1 de baño seco.

Concepto	Total en dólares
Losa de piso	33,31
Cámaras	29,00
Caseta	121,25
Recolección de orina	309,74
Accesorios extras	109,14
Imprevistos	50,00
TOTAL	652,44

Como se puede observar en las tablas 8 y 9, dentro del costo total de la propuesta técnica de baño seco, se ha intentado considerar en su mayoría todos los materiales que conllevaría la obra. Igualmente, se tomó en cuenta los imprevistos que se pueden presentar durante la construcción, tales como: el transporte, compra de herramientas, pérdida de material, entre otros aspectos. Cabe mencionar que es posible que este valor cambie de acuerdo a las circunstancias.

Por otra parte, se asume que serán los mismos usuarios quienes realizarán la obra, por lo tanto, no se ha visto necesario la elaboración del presupuesto para la mano de obra.

Alternativa 2

Para el caso de la alternativa 2 los rubros son similares que en el caso de la alternativa 1. No obstante, dentro de la sección de recolección de orina se presentan una variación.

Tabla 10. Rubros para la recolección de orina.

Recolección de orina				
Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario (dólares)	Precio total (dólares)
Tubo PVC en T 2"	u	2	0,80	1,60

El aumento en los costos para la recolección de orina se ven afectados debido al inodoro móvil, pues se necesita de otra tubería para llevar la orina a su respectivo tanque de almacenamiento.

Tabla 11. Resumen de costos totales para la alternativa 2.

Concepto	Total en dólares
Losa de piso	33,31
Cámaras	29,00
Caseta	121,25
Recolección de orina	310,54
Accesorios	109,14
Contenedores móviles x2 de polipropileno	120,00
Imprevistos	50,00
TOTAL	773,24

Como se observa en la tabla 11, si bien para la losa de piso, las cámaras, la caseta, accesorios e imprevistos los precios se mantienen con respecto a la alternativa 1, esto no sucede para el caso de la recolección de orina en la cual sus costos aumentan. Adicionalmente, dentro de los rubros totales para la alternativa 2 se contempla la implementación de los 2 contenedores móviles de polipropileno.

3.4 Elaboración de una guía para el usuario.

Se elaboró una guía (Ver Manual) en la cual se detalla de forma clara los aspectos necesarios para que los usuarios no tengan problemas en el uso y mantenimiento del baño seco. A la vez, este manual será de mucha utilidad para futuras revisiones de quien todavía no esté familiarizado en el funcionamiento del sistema.

La guía del usuario es un documento que permitirá familiarizarse con el funcionamiento del baño seco. Por ello, se ha intentado hacerlo de forma amigable con cosas puntuales para fácil entendimiento.

3.5 Socialización de la propuesta técnica con los usuarios.

Se llevó a cabo la socialización en la vivienda ubicada en el barrio la Leticia-Catzuquí de Velasco. La exposición se desarrolló con los 7 miembros de la familia, tuvo una duración de 1 hora (ver Anexo 12). Esta actividad se lo realizó utilizando la técnica expositiva, la cual permitió dar a conocer de forma oral el tema del proyecto. Se abordaron temas acerca de la problemática de las aguas residuales en Quito, la escasez del agua, la basura, entre otros. a la vez se indicó el manual de operación y mantenimiento del baño seco. Todo esto se lo hizo de manera dinámica tal y como se muestra en la figura 12.



Figura 12. Socialización de la propuesta técnica (Casa, Quilca, 2021)

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El diseño de un baño seco permite generar un recurso aprovechable a partir de las excretas y la orina; estos pueden ser usados en jardines o huertos como abono y fertilizante natural, beneficiándose así de las propiedades que poseen cada uno de ellos.
- De acuerdo a los costos de la alternativa 2 y comparándolos con la alternativa 1, es más factible que la familia se incline por esta última debido a que presenta menores gastos. A la vez, la alternativa 1 de cierta manera, resulta tener menos complicaciones de construcción con respecto a la recolección de orina.
- En cuanto al costo-beneficio que tiene el implementar este tipo de tecnología, el bien que se obtiene a través de este es que se tendrá un baño definitivo, y al considerar un ingreso familiar de salario básico, la obra se la podría terminar al cabo de 3 o 4 meses.
- Este tipo de tecnologías, además de ahorrar agua, permite el tratamiento de ciertos desechos del baño que pueden terminar contaminando el medio ambiente. Así se evita la propagación de enfermedades causadas por patógenos presentes en las heces adheridas en el material de limpieza.
- El material que se obtiene después del proceso de degradación de las excretas ayuda a cerrar ciclos, de esta manera se incentiva llevar a la sociedad a un modelo de economía circular, el cual permite optimizar el uso de recursos naturales.
- Esta alternativa contribuye a minimizar impactos ambientales, debido a que se puede reciclar o reusar materiales para la construcción.
- Es necesario señalar que, para la propuesta técnica de este tipo de baño seco, se lo hizo considerando varios parámetros, principalmente las condiciones

ambientales. En este caso, por el frío de la zona, se planteó un baño seco con desviación de orina, así se evita la generación de malos olores que puede producir la humedad entre la orina y las excretas. Por ello, cada diseño debe ajustarse a la realidad de cada familia, condiciones climáticas, lugar, etc.

- La socialización con los miembros de la vivienda permitió romper tabús del uso de excretas y orina en sus cultivos. Con la respectiva explicación que se les brindó, sus dudas quedaron solventadas y vieron las ventajas que este sistema tiene al aprovechar un material que se encuentra libre de enfermedades, siempre y cuando se cumpla con todos los parámetros para obtener mejores resultados.
- Es importante el uso del manual de operación y mantenimiento, pues de él depende que el usuario haga uso correcto del baño seco, favoreciendo de ese modo extender la vida útil del sistema.

4.2 Recomendaciones

- Realizar campañas educativas en zonas rurales es de gran trascendencia para que se conozcan alternativas que pueden mejorar la calidad de vida de las personas, y sobre todo ahorrar recursos.
- Para posibles proyectos encaminados en temas de saneamiento que involucren un sistema de baño seco, se pueden buscar estrategias que ayuden a acelerar la deshidratación de excretas, adaptando tecnologías que estén al alcance de una comunidad.
- Es necesario que se lleven a cabo futuras investigaciones en cuanto al análisis de ciclo de vida del material secante del aserrín y la cal; para el caso del aserrín se puede llegar a pensar que para generar este material se incentive la deforestación o una contaminación por extraer la piedra caliza si se habla de la cal.
- Asimismo, se sabe que los fármacos que las personas consumen salen a través de la orina, y esta al usarla como fertilizante puede afectar al desarrollo de las plantas. Por esa razón, se deberían realizar estudios acerca de la concentración que estos químicos presentan en la orina, y de acuerdo a ello decidir si es perjudicial o no para la planta; a la vez, buscar alternativas que permitan quitar estos químicos de forma segura, eficaz y económica.
- Es importante que cada vez se fomenten proyectos dirigidos a la construcción de este tipo de tecnologías, los cuales permiten generar conciencia con respecto al uso responsable del agua; además ayudan al cumplimiento del ODS 6 Agua limpia y Saneamiento.
- El uso del material que se obtiene en este tipo de baños secos puede ayudar a involucrar a la sociedad en otros proyectos encaminados en la recuperación y conservación de áreas verdes. Por ello, es necesario poner atención a este tipo de abono que resultaría útil a la hora de sembrar árboles.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A, M. (2009). *Análisis de la contribución de los sanitarios secos al saneamiento básico rural*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Alarcón, I. (17 de agosto de 2019). Aguas servidas, un riesgo para los ríos del país. *EL COMERCIO*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/aguas-servidas-riesgo-rios-ecuador.html>
- Aquitectos Sen Fronteiras. (s.f.). *Ficha técnica: Sistema constructivo adobe//tapial*.
- Arroyo, F. J. (02 de 2015). *Saneamiento Ecológico*. Tepoztlán.
- BIM, A. (10 de Marzo de 2018). *Construcción de un baño ecológico*. Obtenido de <https://arquitecturahb.com/construccion-bano-ecologico-manual-pdf/>
- Cadenas, R., & Inocencia, P. (2017). *Saneamiento ecológico para la disposición de excretas humanas en una comunidad ecuatoriana*. Universidad del Zulia, Manabí.
- CINDERELLA ECOGROUP. (s.f.). Obtenido de <https://www.cinderellaeco.com/no-no>
- Cruz, I. (2013). *Diseño de Servicio Sanitario Ecológico para comunidades marginadas. Tesis para obtener el grado de Maestro en Diseño Industrial*. Universidad Autónoma de México, México.
- DAHLBERG. (s.f.). Obtenido de <https://www.dahlberg-sa.com/introduccion-rapida-al-sistema-de-inodoro-de-vacio/>
- Emprendedoras, S. I. (2019). *Baño Ecológico Seco*. México.
- Esrey, S. A. (2003). *Esrey, S., Andersson, I., Hillers, A., & Sawyer, R*. México.
- Esrey, S. G.-H. (1999). *En Saneamiento ecológico*. México: Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo.
- Gallardo, V., & Palma, C. (s.f.). *Manual de construcción de un baño ecológico seco de doble cámara*. Territorio Sur Cooperativa de trabajo para el desarrollo sustentable, Chile.

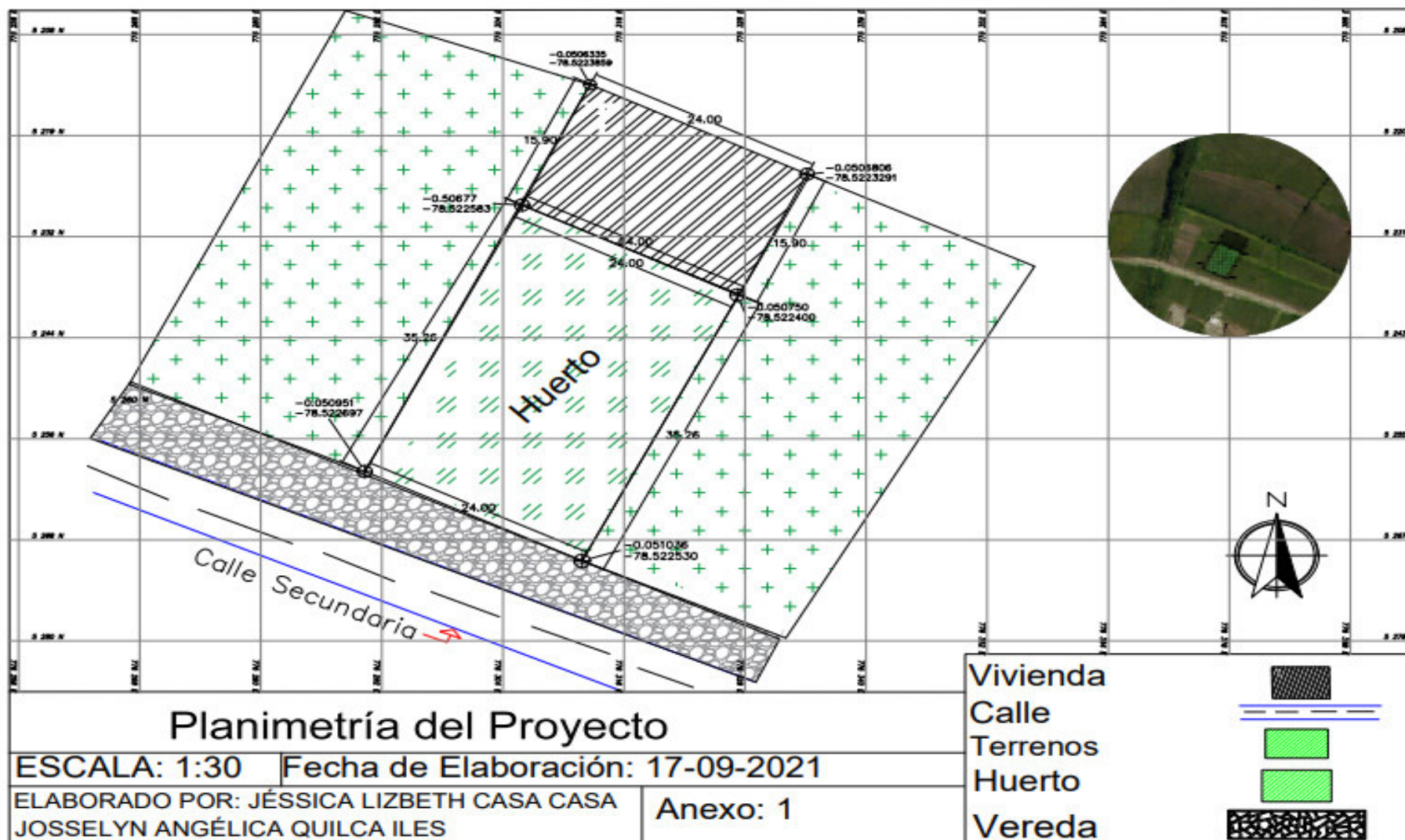
- Holguino, A., Olivera, L., & Escobar, K. (2018). Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los andes del Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, II(3). doi:10.18271
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial, S. M. (Marzo de 2016). *Sistema de saneamiento seco con separación de Orina*. Obtenido de <http://www.oyp.com.ar/nueva/revistas/249/1.php?con=3>
- Loayza, C. (s.f.).
- M, R. (s.f.). *Baños secos Gestión y aprovechamiento de residuos. (Tesis en Máster en Arquitectura, Energía y Medio Ambiente)*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Milagros. (20 de Mayo de 2021). *Real Estate News*. Obtenido de <https://www.oirealtor.com/noticias-inmobiliarias/saneamiento-ecologico-que-es-y-como-funciona-un-bano-seco/>
- Montes, A. K. (2009). *Análisis de la contribución de los sanitarios secos al saneamiento*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Organización Panamericana de la Salud. (2005). *GUÍAS DE DISEÑO PARA LETRINAS DE PROCESO SECO*. Lima.
- Parkinson, J. (2018). *Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento*. Suiza.
- Robles, M. (2015). *Manejo sostenible del agua*. Obtenido de BID BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO: <https://www.gob.mx/conagua/es/articulos/inodoros-sustentables-otra-forma-de-cuidar-el-agua?idiom=es>
- Salud sin límites Perú, C. I. (2010). *Manual de construcción de baño ecológico seco*. Perú.
- Sánchez, J. A. (20 de 11 de 2020). *AGUA ECOSOCIAL*. Obtenido de <https://aguaecosocial.com/banos-secos-que-son/>
- Tilley E., U. L. (2014). *Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento*. Swiss.
- Vergara, F. (27 de octubre de 2020). *AD*. Obtenido de <https://www.admagazine.com/editors-pick/plantas-que-absorben-y-eliminan-los-malos-olores-dentro-de-tu-hogar-20201027-7625-articulos.html>

Villa, M. F. (2004). *Baños secos Gestión y aprovechamiento de residuos*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.

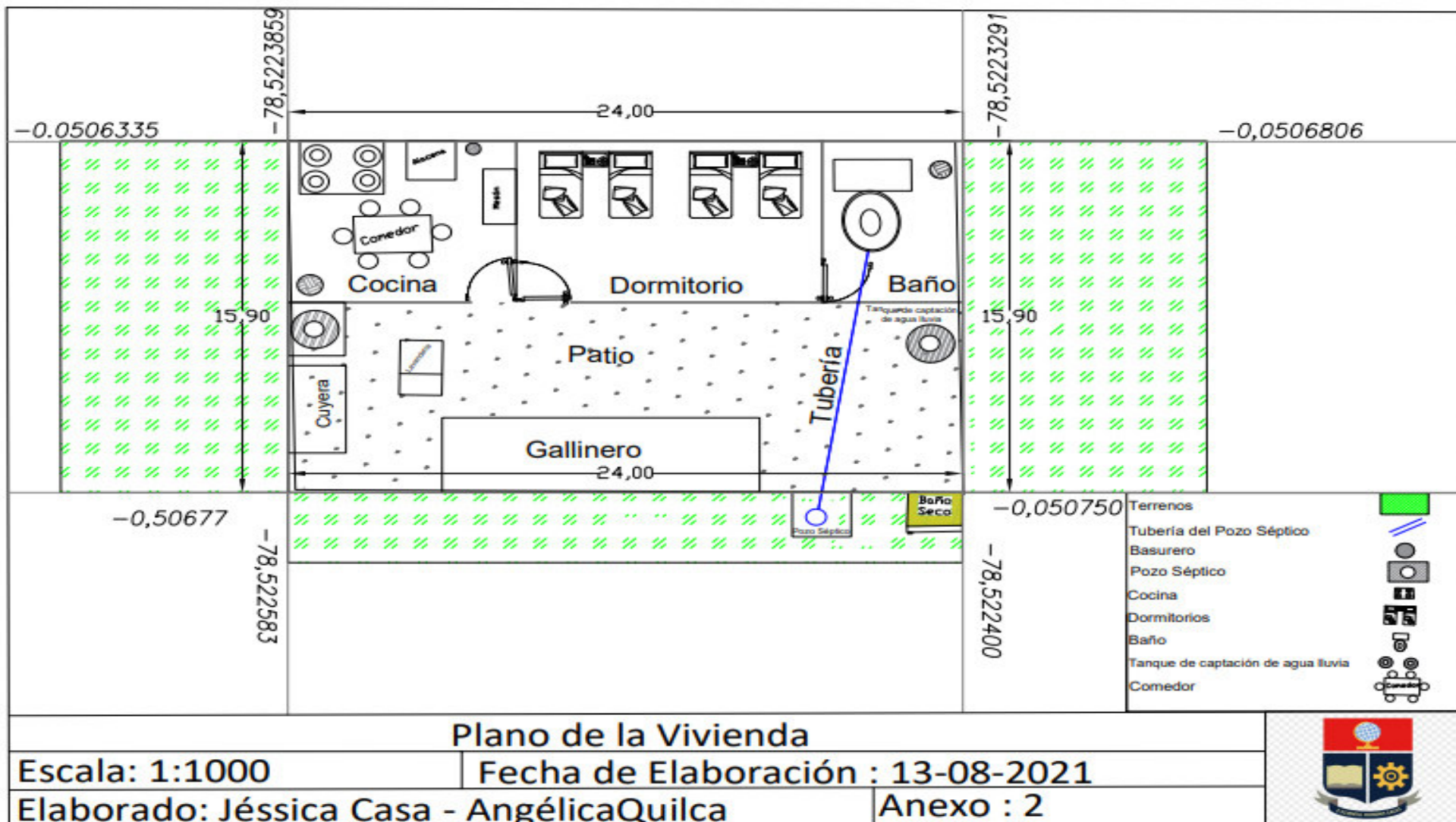
Villa, M. F. (s.f.). *Baños secos: Gestión y aprovechamiento de residuos*. CATALUNYA: Universidad Politècnica de Catalunya.

ANEXOS

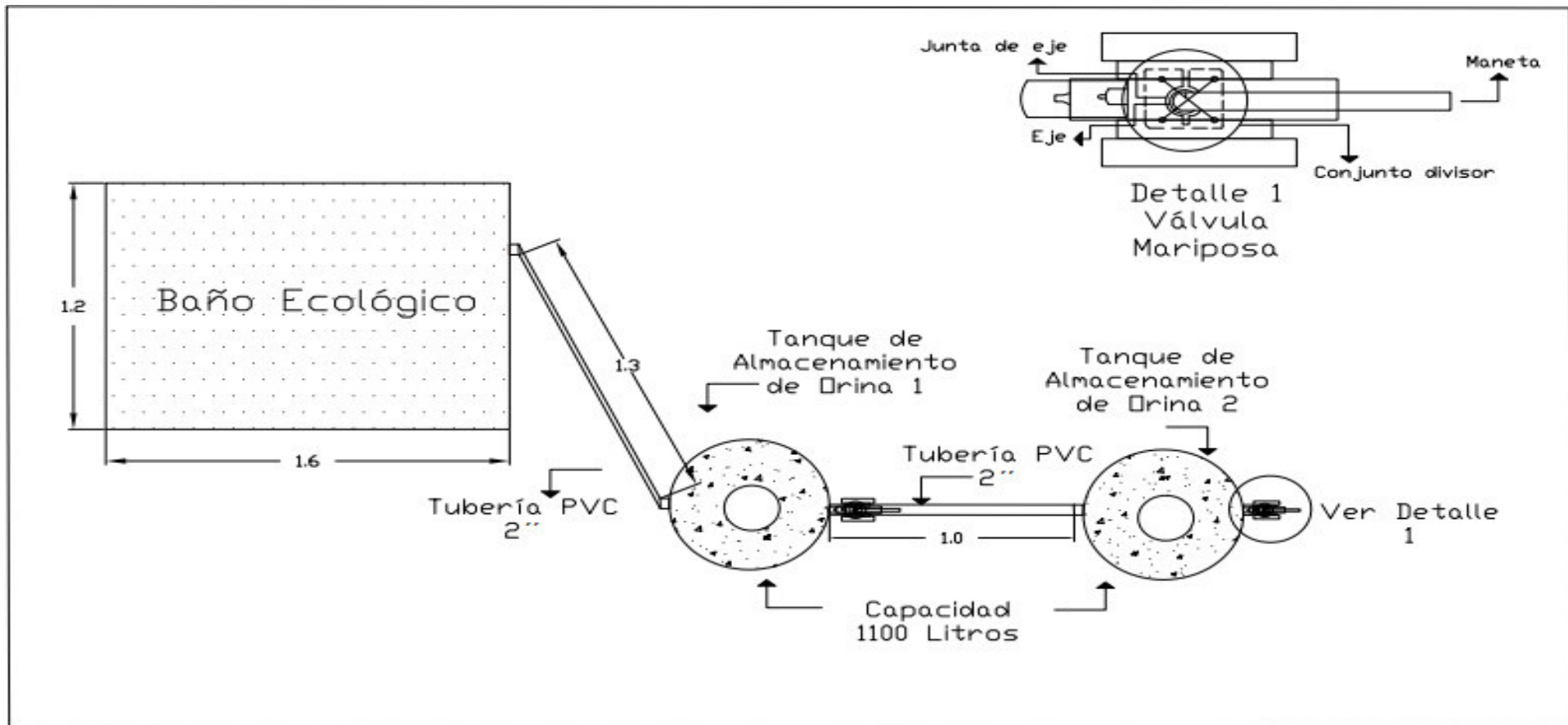
ANEXO 1: PLANIMETRÍA DEL PROYECTO



ANEXO 2: PLANO DE LA VIVIENDA



ANEXO 3: BAÑO SECO VISTA EN PLANTA



Baño Seco Vista en Planta

Escala: 1:15

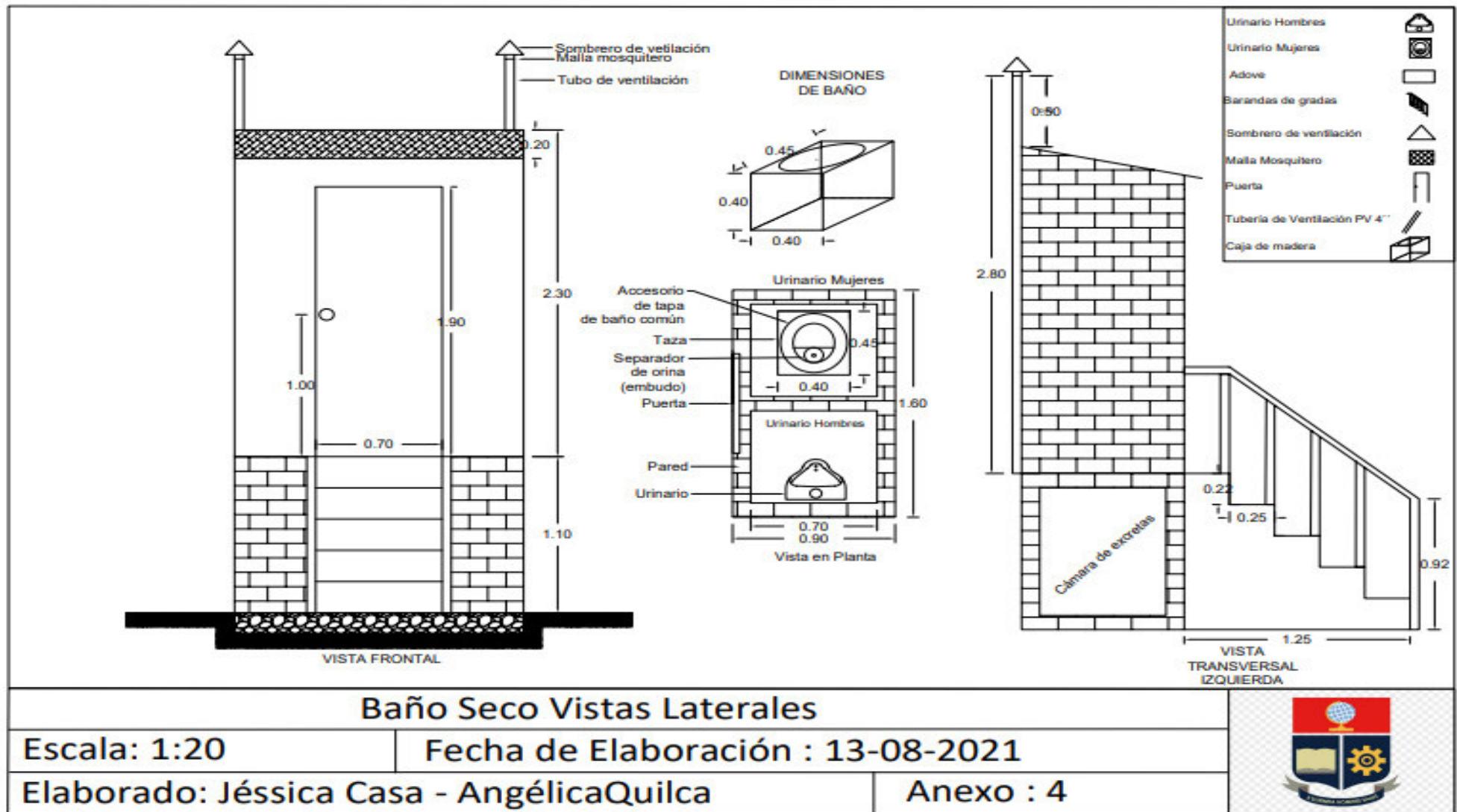
Fecha de Elaboración : 30-07-2021

Elaborado: Jéssica Casa - Angélica Quilca

Anexo: 3



ANEXO 4: BAÑO SECO VISTAS LATERALES



Baño Seco Vistas Laterales

Escala: 1:20

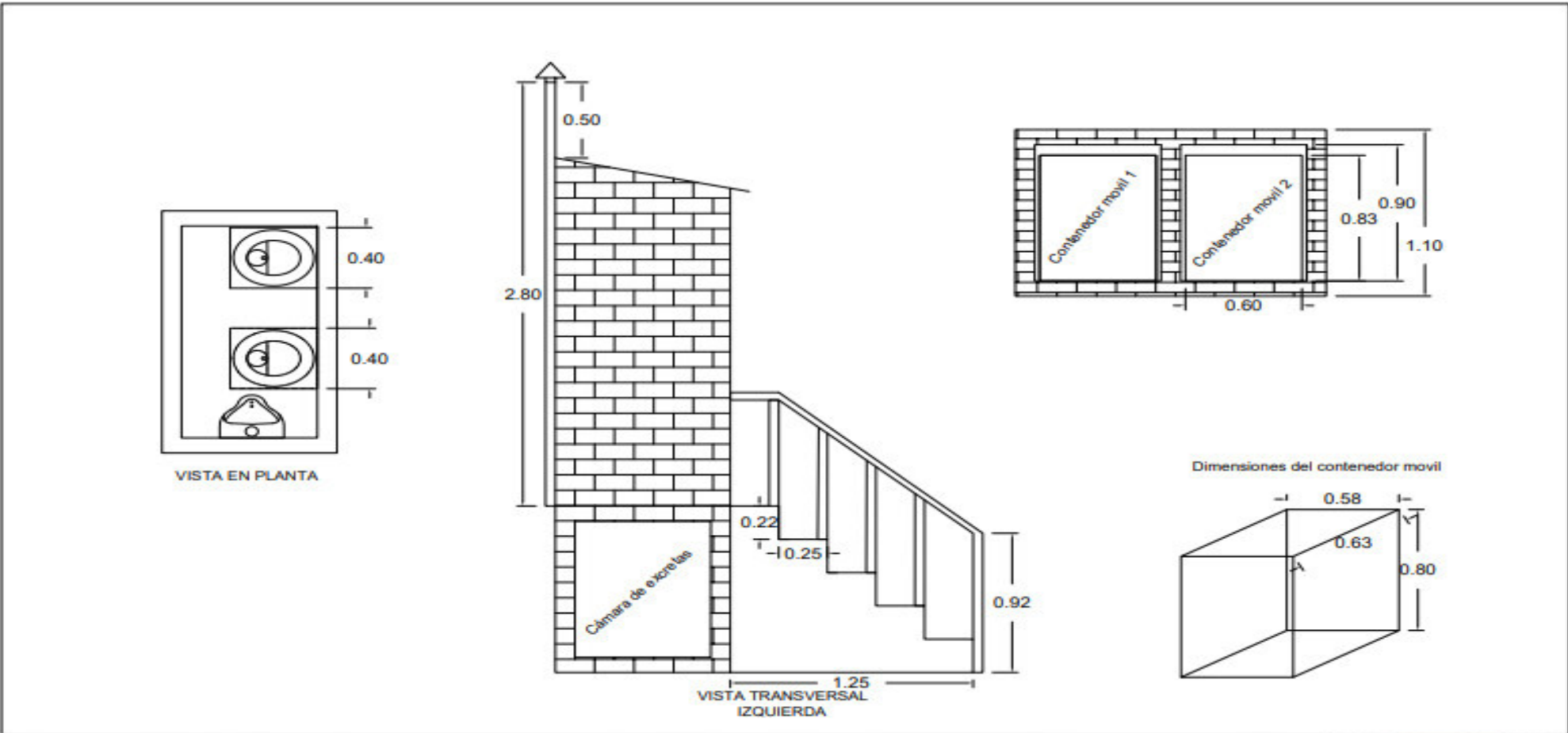
Fecha de Elaboración : 13-08-2021


Elaborado: Jéssica Casa - AngélicaQuilca

Anexo : 4



ANEXO 5: BAÑO SECO ALTERNATIVAS 2 (BAÑO Y CONTENEDORES MOVILES)



Baño Seco Alternativas 2 (Baño y Contenedores Mviles)		
Escala: 1:20	Fecha de Elaboración : 13-08-2021	
Elaborado: Jéssica Casa - AngélicaQuilca	Anexo : 5	

ANEXO 7: ENTREVISTA

1. ¿Cuáles son sus nombres?

Elver Salgado y Mercedes Yépez

2. ¿Cuántas personas viven en el hogar?

Viven 7 personas.

3. ¿El terreno donde viven es legal o invasión?

El terreno es legal, sin embargo, es propiedad de un solo dueño. Anteriormente, era parte de una hacienda.

4. ¿Usted cuenta con las escrituras de la vivienda?

Todavía no cuenta con las escrituras debido a que le faltan dos meses para terminar de pagar, una vez culminada la deuda el dueño le entregará las escrituras respectivas.

5. ¿Cuenta con los servicios básicos?

No cuentan con ningún servicio, pues el lugar donde viven es propiedad privada y el dueño de toda la hacienda no permite la intervención del municipio para que todos estos terrenos entren al programa del Municipio de Quito “Regula tu Barrio”.

6. ¿De qué manera se abastece de agua para su uso diario?

Utilizan la captación de agua lluvia o llaman a tanqueros; este último les cuesta \$15 los 275 litros de agua. Los vecinos que se encuentran 230 metros más abajo de su hogar se abastecen de un ojo de agua que viene del sector de Moncayo. Por tal motivo, la familia no puede abastecerse de esta forma, pues necesita de una bomba que de impulso al agua para que esta pueda llegar hasta su vivienda.

7. ¿Como elimina sus desechos al no tener un sistema de recolección?

El servicio de recolección solo llega hasta el sector de la Delicia, sus residuos no aprovechables llevan todos los viernes a los contenedores del barrio el Consejo y la materia orgánica utilizan como abono para su huerto.

8. ¿Como hacen para obtener el servicio de luz eléctrica?

Solo tres viviendas no cuentan con este servicio, no obstante, algunos vecinos obtienen de manera ilícita la luz de otros postes. La familia utiliza una planta de luz a diésel; dos

horas en las mañanas para que sus hijos reciban clases, en la tarde se vuelve a prender dos horas y en la noche se enciende una hora; de este modo tratan de no consumir mucho combustible debido al alza de la gasolina.

9. ¿Al no contar con el sistema de alcantarillado, cómo eliminan las aguas negras que salen del baño?

El baño tiene una conexión con el pozo séptico donde las aguas negras son enviadas a dicho lugar; el diseño de este pozo séptico es de 8 metros de profundidad y para evitar cualquier olor que pueda provenir del pozo, se colocan tablas sobre este.

10. ¿Cuántas veces su familia utiliza el baño al día?

No se tiene un número exacto, pero por lo general durante la semana, son 5 las personas que utilizan el baño con más frecuencia, al menos 4 veces al día, cada uno. Esto se debe principalmente por la ausencia de 2 miembros de la familia, quienes por asuntos de trabajo no pasan mucho tiempo en el hogar.

11. ¿Una vez que este pozo séptico ya se llene que alternativa tomaría para seguir evacuando las aguas negras?

Construir otro pozo séptico hasta que pueda tener un sistema de alcantarillado.

ANEXO 8. VISITA AL LUGAR PARA LA PROPUESTA TÉCNICA DE BAÑO SECO (CATZUQUÍ DE VELASCO)



Fuente: Casa, Quilca 2021

ANEXO 9. MEDICIÓN DEL TERRENO PARA LA ELABORACIÓN DE PLANOS DE PLANIMETRÍA



Fuente: Casa, Quilca 2021

ANEXO 10. DIÁLOGO ENTRE LA PROPIETARIA DE LA VIVIENDA



Fuente: Casa, Quilca 2021

ANEXO 11. MATERIAL DE APOYO PARA LA SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO



Fuente: Casa, Quilca 2021

ANEXO 12. SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO A LA FAMILIA Y VECINOS





Fuente: Casa, Quilca 2021

ANEXO 13. AFICHES EXPOSITIVOS

FUNCIONAMIENTO

BAÑO SECO ECOLÓGICO

DESHIDRATACIÓN

La deshidratación se genera a través de la separación de orina y las excretas. Se usa un material secante que puede ser: hojas, ramas o hierba seca; también se puede añadir ceniza proveniente de la maleza o cualquier otra planta.

CÁMARAS DE DESHIDRATACIÓN

En las cámaras de deshidratación se depositarán las excretas que caerán de la taza del baño. Cada cámara antes de ser usada deberá tener un acolchado de material secante, y por ningún motivo se dejará caer agua dentro de ellas. Las tapas que cubrirán las cámaras tendrán un color oscuro, lo cual permitirá la absorción del calor proveniente de la luz solar. Primero se usará una cámara y transcurrido 6 meses se utilizará aquella que se encuentra vacía.

TUBOS DE VENTILACIÓN

Cada cámara estará conectada a un tubo de ventilación que ayudará con la deshidratación de las excretas, y a la vez esto permitirá el ingreso de aire para minimizar olores. Estos también tendrán un color oscuro que ayudará a que el aire se caliente.

¿Y LA ORINA?

La orina será separada de las excretas mediante una tubería que la conducirá a un tanque de almacenamiento. Para el caso de los hombres, se utilizará un urinario.

ABONO NATURAL

Después de un período de almacenamiento, tanto la orina como el material que se obtenga de las cámaras, podrán ser aprovechadas como fertilizante y abono rico en nutrientes para las plantas.

Escuela Politécnica Nacional-ESFOT
Jéssica Lizbeth Casa Casa
Josselyn Angélica Quilca Iles

BAÑO ECOLÓGICO



¿Qué es un baño seco ecológico?

Un baño seco es una tecnología de saneamiento que permite evacuar la orina y las excretas humanas sin el uso de agua; además, este sistema ayuda al aprovechamiento de material fecal.

¿Por qué es importante la implementación de un baño seco?

La implementación de un baño seco permite cerrar ciclos a través del almacenamiento, tratamiento y reciclaje de la orina y excretas. El producto final es un material rico en nutrientes que puede ser usado como fertilizante en huertas o jardines. Además de ello, un baño seco evita la propagación de enfermedades transmitidas mediante la generación de aguas negras que no son tratadas —pues no se utiliza agua— y a la vez ayuda al ahorro del agua.



¿Cómo es el mantenimiento?

Es importante que siempre se mantenga tapada la taza del inodoro, con el fin de evitar el ingreso de moscas o cualquier líquido.

La ceniza que se use debe estar totalmente seca y sin terrones.

El material de limpieza anal será depositado dentro de las cámaras. Cuando se vaya a utilizar por primera vez una cámara, se colocará sobre el piso de esta un pequeño acolchado de 3 a 5 cm de materia seca como hojas, paja, etc.

¿De qué manera puedo usar el material que obtengo del baño seco?

El material que se obtiene tras los 6 meses de tratamiento puede ser usado directamente en los árboles. En el caso de querer usar este material en hortalizas será necesario un postratamiento como el compostaje.



NO LO OLVIDES "PEQUEÑAS ACCIONES PUEDEN GENERAR GRANDES CAMBIOS"

Escuela Politécnica Nacional-ESFOT
Jessica Lizbeth Casa Casa
Josselyn Angélica Quilca Iles



ANEXO 14. MANUAL

Guía de Operación y Mantenimiento de un Baño Seco



PRESENTACIÓN

Según datos de la Secretaría del Agua en el año 2019, del 100% del líquido vital distribuido para consumo humano en Ecuador, aproximadamente el 70% se canaliza hacia los sistemas de alcantarillado. De este porcentaje, el 55,8% de las descargas son tratadas, lo que significa que el otro 44,2% de aguas residuales se descargan en forma directa hacia pozos sépticos o canales.

Por otra parte, la falta de suministro de agua en ciertos lugares del Ecuador es notable, lo cual genera un problema de salud ambiental en el manejo y disposición final de las excretas humanas. El saneamiento deficiente es uno de los factores que genera una contaminación significativa tanto en ríos como en suelos.

Es por ello por lo que, buscar otras alternativas amigables con el ambiente que se adecuen a zonas rurales es primordial para llegar a cumplir con el ODS 6 que busca garantizar la disponibilidad de agua y el saneamiento para todos.

Una tecnología de baño seco es una buena opción en cuanto al aprovechamiento de heces fecales y orina para ser usadas posteriormente en la agricultura. Este sistema consiste en un ciclo cerrado, evitando a la vez el desperdicio de un recurso vital como es el agua, que ya escasea en varios países del mundo.

Baño Seco



1

¿Qué es un baño seco?

Un baño seco es una tecnología de saneamiento que permite evacuar la orina y las excretas humanas sin el uso de agua; además, este sistema ayuda al aprovechamiento de material fecal.

¿Qué es un baño seco con doble cámara?

Es un sistema el cual se basa en 2 cámaras alternas que permiten que las heces se deshidraten. Las excretas junto con el material de limpieza anal se depositan en una cámara y una vez que esté lleno, se utiliza aquella que se encuentra vacía. Mientras la segunda cámara se llena, las heces de la primera cámara se secan y disminuyen su volumen. Cuando la segunda cámara está ocupada, la primera es vaciada y puesta en servicio nuevamente.

¿Qué es un baño seco con doble cámara y desviación de orina?

Un sanitario seco con desviación de orina (SSDO), funciona sin agua y tiene un divisor para que el usuario, fácilmente, pueda separar la orina de las heces. El SSDO está construido para que la orina sea recolectada y drenada del área

frontal del sanitario, mientras que las heces caen a través de un gran conducto (agujero) en la parte posterior hacia una cámara.

¿Por qué es importante la implementación de un baño seco?

La implementación de un baño seco permite cerrar ciclos a través del almacenamiento, tratamiento y reciclaje de la orina y excretas. El producto final es un material rico en nutrientes que puede ser usado como fertilizante en huertas o jardines.

Además de ello, un baño seco evita la propagación de enfermedades transmitidas mediante la generación de aguas negras que no son tratadas pues no se utiliza agua y a la vez ayuda al ahorro del agua.

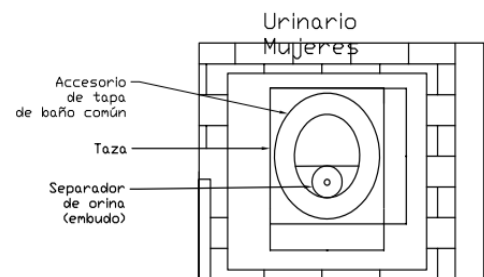
Componentes del Baño Seco



2

Inodoro ecológico

Es similar a un baño común con la diferencia que este inodoro tiene dos compartimientos uno para orina y otro para heces.

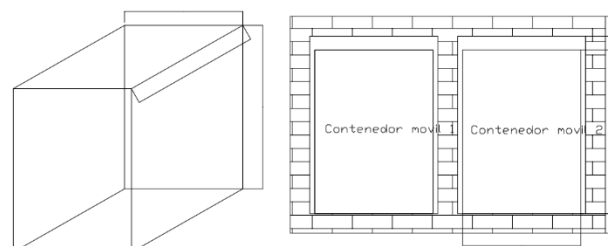


Tubo de ventilación

Es una tubería de 4 pulgadas que se encuentran colocadas dentro de los baños los cuales serán conectados con las cámaras que permiten la salida de los olores al exterior. Se puede apreciar en el plano general como detalle (a).

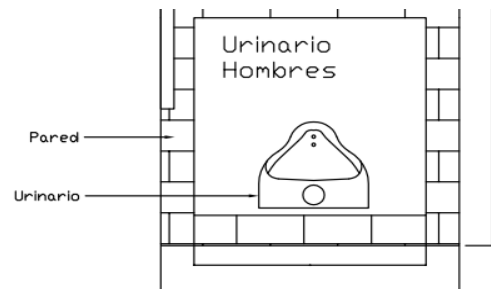
Cámaras de secado

Es el lugar donde se coloca las heces con un tiempo de seis meses, para luego hacer uso de este como abono natural.



Urinario de hombre

Lugar donde ingresa la orina y se conduce por la tubería hasta llegar a los tanques (110 L) de almacenamiento de orina.



Tanques de almacenamiento de orina

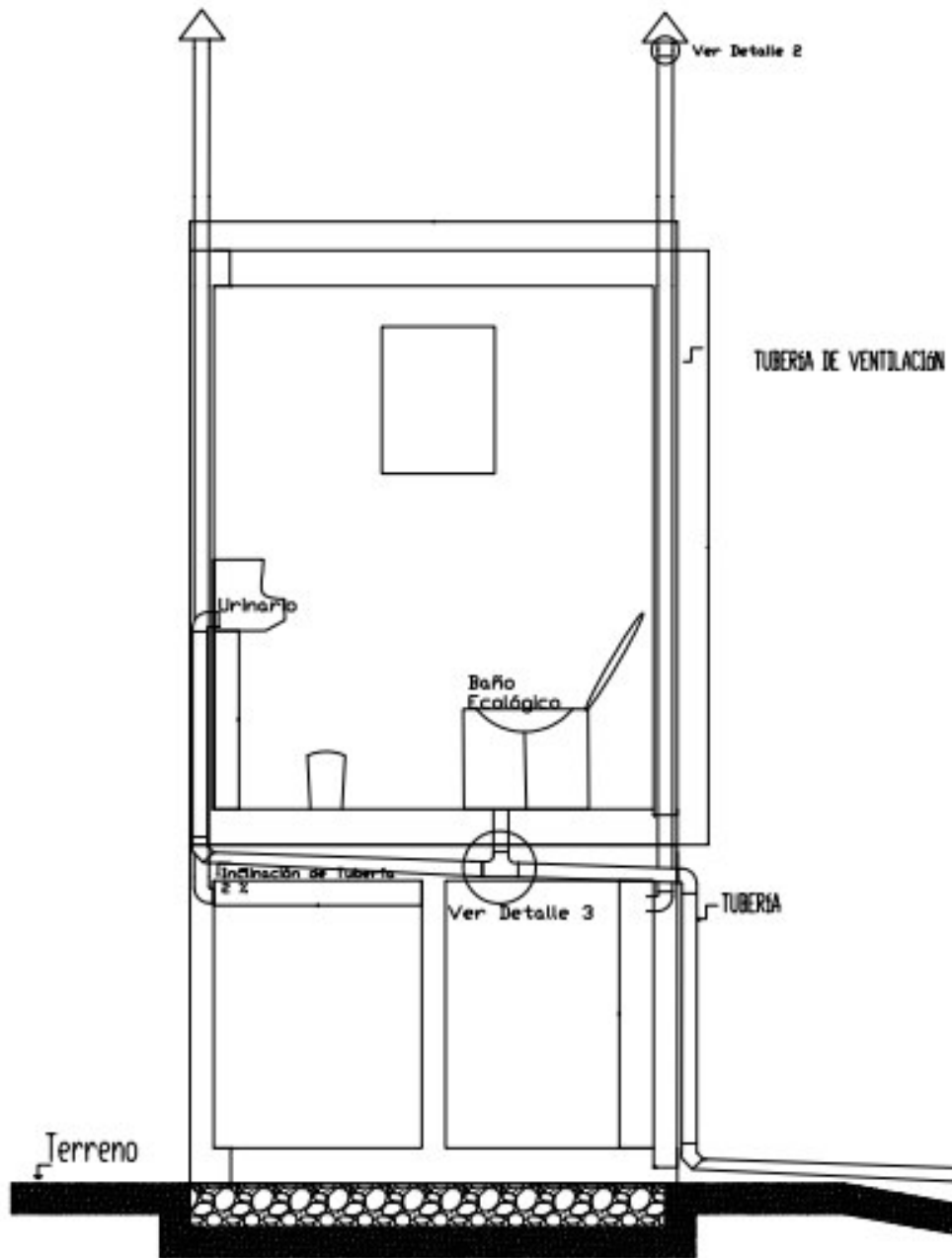
Es el lugar a donde llega la orina tanto del urinario de hombres como el inodoro ecológico, permanecerá alrededor de 4 meses para luego pasar al siguiente tanque con un tiempo de 2 meses y poder utilizarlo como fertilizante.



Malla mosquitera

Se coloca en la tubería de ventilación para evitar el ingreso de insectos ver detalle 2.

Vista General Baño Seco



Mantenimiento del Baño Seco

3

Es importante que siempre se mantenga tapada la taza del inodoro, con el fin de evitar el ingreso de moscas o cualquier líquido.

Se utilizará un pequeño recipiente que puede ser un vaso o taza; este servirá para medir la cantidad de material secante. La materia seca bien puede ser ceniza proveniente de hojas, arbustos, maleza o plantas secas. También, será necesario una porción de



tierra seca, de este modo la proporción será: tres partes de tierra por 2 partes de ceniza, que serán agregadas sobre las excretas.

La ceniza que se use debe estar totalmente seca y sin terrones.

El material de limpieza anal será depositado dentro de las cámaras.

Por otra parte, se recomienda esparcir un poco de cal o ceniza en la cámara que se esté usando, con el fin de asegurar el aumento de pH. Esto se lo puede hacer una vez por semana.

Cuando se vaya a utilizar por primera vez una cámara, se colocará sobre el piso de esta un pequeño acolchado de 3 a 5 cm de materia seca como hojas, paja, etc.

Se usará una vara o un palo que ayude a nivelar los montones que caigan dentro de la cámara, así se puede dar una mejor oxigenación. Esto se lo puede hacer una vez por semana.

Una vez transcurrido el tiempo de almacenamiento de la cámara (aproximadamente 6 meses) se colocará una capa de 10 cm de material secante.

Se podrá limpiar alrededor de la taza con una esponja que contenga algún producto desinfectante, evitando el ingreso de cualquier líquido. El inodoro debe ser limpiado todos los días.

Evitar que la orina caiga en la cámara de las heces, no olvide que la cámara debe estar siempre seca.

En caso de diarrea, se debe cubrir con ceniza todos los lugares de la cámara que hayan sido alcanzados.

Mantenimiento del urinario de hombres y mujeres

Para el caso del urinario de mujeres siempre se deberá evitar que la orina caiga dentro de las cámaras. Cada vez que se use se echará un poco de agua en el orificio de la orina, al igual que en el urinario para hombres.

En el caso que se esté con la menstruación, siempre se procurará que no queden coágulos en el separador de orina. Por ningún motivo se botarán las toallas sanitarias en las cámaras, para ello será necesario un pequeño basurero para depositar este residuo.

Las heces pueden depositarse de manera accidental en la sección de la orina, por lo que será necesario observar de no dejar ningún residuo después de usar el baño, y de ser el caso limpiar inmediatamente para no generar malos olores.



También se podrá lavar el recipiente con un ácido suave (por ejemplo, vinagre) o agua caliente lo cual ayuda a prevenir la acumulación de depósitos e incrustaciones minerales.

El separador de orina será desmontable por lo que se puede quitar cuando solo se vaya a usar la taza, asimismo esta acción facilitará la limpieza.

Limpieza y mantenimiento de los tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento de orina deben estar bien sellados para evitar fugas, pérdida de nitrógeno e infiltración.

Ni el tanque de almacenamiento ni los tubos de recolección deben ventilarse, para evitar olorosas emisiones de amoníaco.

Toda orina debe ser almacenada al menos durante un mes antes de su uso.

Alrededor de la tubería no deberá existir ningún tipo de maleza, hierba o cualquier tipo de planta que pueda generar daños en el sistema.

Un lodo viscoso se acumulará en el fondo del tanque de almacenamiento. Cuando el tanque de almacenamiento sea vaciado, se puede requerir un desenlodado. El periodo de desenlodado dependerá de la composición de la orina y de las condiciones de almacenamiento.

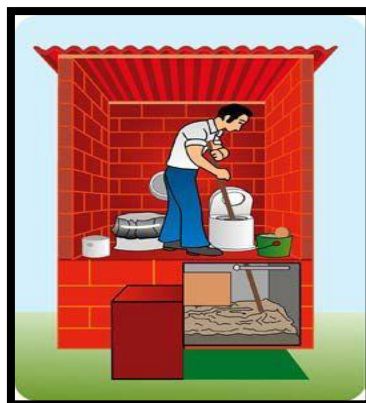
Para la limpieza de uno de los tanques, este no deberá tener orina (con ayuda de la válvula, la orina puede ser trasvasada hacia el otro tanque vacío), y se hará correr agua desde la parte superior del tanque para ser vaciada a través de una llave de purga ubicada en la parte inferior del mismo. Es posible que un lodo viscoso se acumule en el fondo del tanque de almacenamiento por lo que se puede utilizar una escoba para desenlodar. No obstante, la acumulación de minerales y sales en el tanque o en las tuberías de conexión se pueden quitar manualmente (a veces con dificultad) o disolverse con algún

ácido fuerte (>24% acético) o una solución de soda cáustica (dos partes de agua y una parte de soda).

Otras consideraciones

- Si se tiene invitados, explicarles los pasos básicos del uso del baño seco con separador de orina.
- En caso de reuniones más numerosas, es preferible cerrar el baño seco y construir un baño temporal de hoyo seco que se sellará después del uso.
- Si se detectan malos olores, se debe verificar posibles fuentes de humedad.
- Verificar que la malla mosquitera no se encuentre ropa, y de ser el caso cambiarla.
- Dentro de la construcción del baño o a la vez fuera de este, se pueden colocar plantas que ayuden a absorber y a eliminar malos olores, como es el caso de las azaleas que eliminan el olor a amoníaco.

El mantenimiento es sencillo, pero debe realizarse con frecuencia, especialmente para los mingitorios sin agua. Todas las superficies deben limpiarse con regularidad (tazón, losa y pared) para evitar olores y minimizar la formación de manchas.



Aprovechamiento de los residuos como abono

4



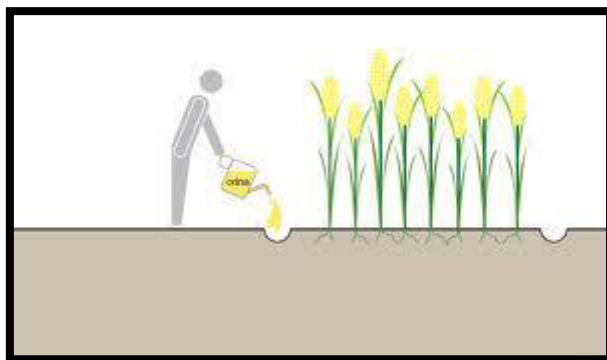
Uso de la orina

Para un correcto uso del fertilizante se debe tener en cuenta como fue almacenado la orina, esto evitara la perdida de todos los nutrientes que posee como el fosforo, potasio y nitrógeno. Los tanques de almacenamiento deben ser completamente cerrados así se evita la evaporación de estos nutrientes que son provocados por la ventilación.

La orina se mantendrá almacenada en los tanques con una duración de 6 meses para posterior ser utilizada como fertilizante.

La forma correcta de aplicación es realizando una dilución, para el riego de plantas se debe colocar un galón de orina junto con 3 galones de agua, para los hongos que se encuentran presentes en las plantas se coloca 4 galones de agua más medio galón de orina y en el caso de presencia de plagas se coloca 4 galones de agua más un galón de orina. Se puede realizar 3 veces por semana.

Se recomienda para la aplicación del fertilizante colocar directamente en la base de las plantas con unos centímetros de este, así absorberá todos los nutrientes, para obtener mejores resultados se debe colocar al inicio de la siembra y un mes antes de comenzar la cosecha no se lo debe aplicar.



Uso de las Excretas

Las excretas se encuentran almacenadas en las cámaras con un tiempo de 6 meses, durante este periodo los patógenos presentes se eliminan por causa del tiempo de almacenamiento, el aumento de pH, aumento de la temperatura, la deshidratación y empieza la descomposición de las excretas para obtener el abono natural, a esta mezcla se le debe agregar material secante para bajar la humedad y permitir elevar el pH. El abono obtenido se puede colocar árboles, huertos o parcelas.

Se recomienda para una buena mezcla secante utilizar 10 baldes de tierra con un balde de material secante.

Tipos de material secante:

- Tierra: se utiliza como material base para la mezcla secante, a esto se le puede agregar otros materiales que posean propiedades alcalinas y ricas en carbono.
- Cal: se utiliza como alcalinizante, ayuda a bajar el nivel de acidez de la excreta y controlar los olores que se puedan presentar en la descomposición.
- Ceniza: este material se puede conseguir en lugares que utilicen leña, posee propiedades alcalinas, evita olores y presencia de moscas.

- Aserrín: este material tiene mejor absorción es rico en carbono y ayuda a balancear la acidez.
- Cáscaras de huevos: las cáscaras de huevos al tener un gran contenido de calcio, pueden funcionar como material secante para elevar la temperatura de las excretas. Para usarlas, primero será necesario secarlas al sol y posterior a ello triturarlas en un mortero, piedra de moler o una licuadora.

