

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA ALTERNATIVO DE SANEAMIENTO UBICADO EN EL BARRIO SAN FRANCISCO DE BAÑOS, CANTÓN QUITO

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGA SUPERIOR
EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**

Milena Isabel Pabón Valencia
milena.pabon@epn.edu.ec

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA
sandra.panchi@epn.edu.ec

DMQ, febrero 2024

CERTIFICACIONES

Yo, Milena Isabel Pabón Valencia declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

MILENA ISABEL PABÓN VALENCIA

milena.pabon@epn.edu.ec

1154pabon@gmail.com

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Milena Isabel Pabón Valencia, bajo mi supervisión.

SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA

DIRECTORA

sandra.panchi@epn.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

Milena Isabel Pabón Valencia

DEDICATORIA

Este proyecto no solo marca el final de mi búsqueda para obtener un título universitario, sino que también simboliza el cierre de una de las etapas más desafiantes de mi vida, la lucha por estar lejos de casa y de mis seres queridos. Es por esta razón que elijo dedicarlo a la época más feliz de mi vida, aquella que ha llegado a reconfortar mi alma y a la que me he acogido en los momentos más difíciles para recordarme lo bella que puede llegar a ser la vida. Dedico este final a la memoria que me regalaron mis hermanos, mi madre y mi padre, en la distancia, de un hogar completo y feliz.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mis padres, que cuando me creí vencida me levantaron y me dieron sus palabras y confianza para continuar con el camino que se concluye aquí. A mamá, por ser el reflejo más puro de resiliencia, coraje y valentía; por darme mil y un ejemplos de cómo enfrentar a la vida sin desvanecer y con una sonrisa como bandera. A papá que, a pesar de la distancia, se ha encargado de trabajar por mí y de seguir siendo una constante en mi vida.

A mis hermanos, mis mejores amigos de infancia y compañeros de vida. A ñaño Sebas que me ha regalado una visión de lo que es trabajar para construir un hogar con amor, valentía, música y, con esto también, a personas que han sido parte fundamental para ayudar a sostenerme en la vida, Jennifer y mi pequeño brillante Esthefano. A mi ñaño Ale que, aunque ya no esté, me ha dejado su presencia en mis recuerdos, en cada lugar, canción y película que compartimos juntos, en todas las cosas que me enseñó y toda la ayuda que me brindó y ha sido una pieza fuerte para poder ser lo que hoy soy.

A un pilar fundamental en mi hogar, la familia Angulo Valencia. Gracias por toda la acogida, calor y amor con el que han sido capaces de volverme a la vida, por haber acudido a cada llamado, ser pacientes y abrazarme cada vez que lo necesité.

A Iván Fuertes, quien me ha regalado el amor más lindo e incondicional y ha sido mi compañero en momentos difíciles, en noches largas y cansadas en las que se ha encargado de reponerme las fuerzas y los ánimos. También quiero agradecerle por haber celebrado cada momento de felicidad y logro por más mínimo en mi vida.

A mis amigos politécnicos, que han desmentido la idea de que la amistad no existe en la vida universitaria. A Solange y Edhison por haberme brindado su ayuda sin egoísmos a lo largo de este tiempo, y especialmente a Bryan, quien se ha convertido en una persona muy especial por nunca haberme dejado sola, por cada cuidado y detalle en estos años compartidos.

Y finalmente a la familia Valencia Ormaza, gracias por haberme abierto las puertas de su casa, darme un lugar en su hogar y compañía a lo largo de mi carrera universitaria.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
1. DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos	2
1.3 Alcance	2
1.4 Marco teórico	3
1.4.1 Servicios básicos	3
1.4.2 Recurso hídrico.....	3
1.4.3 Agua y Saneamiento en el Ecuador.....	4
1.4.4 Saneamiento.....	4
1.4.5 Pozo séptico	5
1.4.6 Baño seco.....	5
1.4.7 Impactos ambientales	10
1.4.8 Contaminación ambiental.....	10
2. METODOLOGÍA	11
2.1 Identificación del sitio	11
2.2 Recolección de información base	12
2.3 Reuniones de consulta.....	13
2.4 Levantamiento topográfico.....	13
2.5 Diseño de los baños secos	13
2.5.1 Baño seco de doble cámara con contenedores móviles.....	14
2.5.2 Baño seco de cámara simple con contenedores móviles	14
2.5.3 Criterios necesarios para el diseño.....	15
2.5.4 Consideraciones para cálculos	15

2.5.5	Elementos importantes para el diseño	20
2.6	Diseño en plataforma AutoCAD	23
2.7	Obtención de presupuesto	23
2.8	Elaboración del manual.....	23
2.9	Análisis del material secante a usar.....	24
2.9.1	Cal	25
2.9.2	Tierra seca.....	25
2.9.3	Ceniza.....	26
2.9.4	Ramas y hojas secas.....	26
2.9.5	Aserrín	27
2.9.6	Aserrín con cal.....	27
3.	RESULTADOS.....	27
3.1	Cálculos para el diseño del baño seco.....	28
3.1.1	Cantidad total de material sólido.....	28
3.1.2	Cantidad de material líquido	32
3.1.3	Contenedores	33
3.1.4	Volumen de las cámaras.....	34
3.2	Diseño de planos en AutoCAD	36
3.3	Rubros	36
3.3.1	Presupuesto para alternativa 1	37
3.3.2	Presupuesto para alternativa 2	39
3.4	Manual	42
4.	CONCLUSIONES	46
5.	RECOMENDACIONES.....	48
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
7.	ANEXOS	52
	ANEXO I. Certificado de Turnitin.....	52
	ANEXO II. Diseño 1: Baño seco de doble cámara	54
	ANEXO III. Diseño 2: Baño seco de una cámara	55
	ANEXO IV. Detalles para planos.....	56
	ANEXO V. Perfil e implantación aplicable para los dos diseños	57
	ANEXO VI. Manual.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Consideraciones para determinar el total de excretas al tiempo de llenado.....	16
Tabla 2.2. Consideraciones para determinar el total de material secante al tiempo de llenado.....	16
Tabla 2.3. Consideraciones para determinar el total de sólidos al tiempo de llenado	17
Tabla 2.4. Consideraciones para determinar el Volumen total de sólidos	17
Tabla 2.5. Consideraciones para determinar el total de líquidos al tiempo de llenado	18
Tabla 2.6. Consideraciones para determinar el volumen de recipientes para líquidos y sólidos	19
Tabla 2.7. Consideraciones para determinar el volumen de cada cámara	19
Tabla 3.1. Cantidad total de excretas al tiempo de llenado.....	29
Tabla 3.2. Cantidad total de material secante (MS) al tiempo de llenado	30
Tabla 3.3. Volumen total de heces al tiempo de llenado.....	31
Tabla 3.4. Volumen total de MS al tiempo de llenado	31
Tabla 3.5. Volumen total de material sólido al tiempo de llenado	32
Tabla 3.6. Cantidad total de orina al tiempo de llenado	32
Tabla 3.7. Tanque para desechos de heces	33
Tabla 3.8. Tanque para desechos de orina.....	33
Tabla 3.9. Volumen de cada cámara para el diseño 1	34
Tabla 3.10. Volumen de cámara para el diseño 2.....	35
Tabla 3.11. Presupuesto referencial para alternativa 1	37
Tabla 3.12. Mano de Obra diseño 1.....	38
Tabla 3.13. Presupuesto referencial para alternativa 2.....	40
Tabla 3.14. Mano de Obra diseño 2.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Diseño de baño de cámara simple.....	6
Figura 1.2. Diseño de baño seco con desvío de orina.....	6
Figura 1.3 Diseño de baño de contenedor móvil	7
Figura 1.4. Diseño de baño seco con doble cámara	7
Figura 1.5. Estructura de cámaras de deshidratación	8
Figura 2.1. Mapa geomorfológico del Ilaló.....	12
Figura 2.2. Cima del Volcán Ilaló.....	12
Figura 2.3. Recolección de puntos GPS.....	13

RESUMEN

La disponibilidad de agua potable y sistemas de alcantarillado es esencial para el bienestar y la salud de las comunidades, sin embargo, numerosas áreas rurales enfrentan desafíos en este aspecto. La escasez de infraestructuras básicas de saneamiento contribuye a condiciones insalubres y a la falta de acceso a servicios básicos. En este contexto, la introducción de alternativas sostenibles y económicas se convierte en una prioridad para mejorar la calidad de vida de estas comunidades.

Este proyecto se enfocó específicamente en la evaluación de la zona rural de la parroquia La Merced, hogar del Volcán Ilaló, área turística protegida que enfrenta el desafío de preservar su entorno de la contaminación pero que carece de servicios básicos incluyendo el higiénico. En respuesta a esta necesidad se propuso la idea de instalar un sistema de saneamiento en la cima del volcán que responderá a la falta de servicios esenciales, como agua potable, alcantarillado y el servicio higiénico, al tiempo que abrazará la necesidad de preservar la pureza ambiental de la zona. El proyecto busca no solo atender las necesidades locales, sino también impulsar la atraktividad turística del área.

La propuesta conlleva el diseño de un baño seco, en la que se presentan dos alternativas que difieren en la disposición de las cámaras de deshidratación, pero ambas cumplen con el objetivo central del proyecto: proporcionar un sistema que supla la carencia de servicios básicos para turistas, al tiempo que respete el entorno y promueva la sostenibilidad con la reutilización de desechos fisiológicos como fertilizantes.

PALABRAS CLAVE: Servicios básicos, sistema de saneamiento, preservación del ambiente, turismo, fertilizantes.

ABSTRACT

The availability of potable water and sewer systems is essential for the well-being and health of communities; however, numerous rural areas face challenges in this regard. The scarcity of basic sanitation infrastructure contributes to unsanitary conditions and lack of access to essential services. In this context, the introduction of sustainable and cost-effective alternatives becomes a priority to improve the quality of life for these communities.

This project specifically focused on evaluating the rural area of La Merced parish, home to the Ilaló Volcano, a protected tourist area facing the challenge of preserving its environment from contamination but lacking basic services including hygiene facilities. In response to this need, the idea of installing a sanitation system on the volcano summit was proposed to address the lack of essential services such as potable water, sewerage, and hygiene facilities while embracing the need to preserve the environmental purity of the area. The project aims not only to address local needs but also to enhance the tourist attractiveness of the area.

The proposal involves the installation of a dry toilet, presenting two alternatives differing in the arrangement of dehydration chambers, but both meeting the central objective of the project: providing a system that addresses the lack of basic services for tourists while respecting the environment and promoting sustainability through the reuse of physiological waste as fertilizer.

KEYWORDS: Basic services, sanitation system, environmental preservation, tourism, fertilizers.

1. DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El agua desempeña un papel fundamental en varios aspectos de la vida diaria de los seres vivos. Sin embargo, lamentablemente, hay escasez de este líquido vital. A nivel mundial, cerca del 71% del suelo terrestre está compuesto por masa acuática, pero el 97% de esa cantidad es salada, por lo que queda solo un 2.5% como agua dulce. Además, gran parte de esta se encuentra atrapada en glaciares, casquetes polares y hielo, mientras que solo una pequeña proporción está disponible en ríos, lagos y acuíferos subterráneos. (Jumapam, 2020).

Actualmente, se enfrenta un problema global relacionado con el agua que se ha convertido en un desafío crítico. En varias partes del mundo, hay escasez de agua, lo que impide suplir completamente las necesidades básicas de la población y otros seres vivos. Entre estas necesidades se encuentra el saneamiento, que habla de las acciones que conllevan reducir riesgos sanitarios en el ambiente, con esto prevenir la contaminación y mejorar el bienestar de los seres vivos. El saneamiento básico está vinculado con el uso del agua, desde el alcance seguro de este recurso hídrico, la disposición adecuada de excretas y, con ello, la higiene personal, el tratamiento y transporte de desechos a un sistema de alcantarillado, hasta el manejo sanitario de la basura. (PAHO, 2004).

Este déficit de recurso hídrico y limitaciones en cuanto al sistema sanitario son problemas, particularmente de localidades rurales, lo que le restringe el alcance al saneamiento básico. Por esta razón, es importante establecer condiciones que posibiliten mejorar la calidad de vida con alternativas técnicamente viables, sin dejar de lado una perspectiva económica y sostenible. Es relevante tener presente lo establecido en el sexto objetivo dentro del Desarrollo sostenible: es fundamental asegurar que para el año 2030 se cuente con el acceso apropiado a servicios de saneamiento e higiene y con esto lograr también lograr la reducción de aguas residuales sin tratar. (Naciones Unidas, 2012).

Para este proyecto se ha considerado el área rural de la parroquia La Merced, específicamente en el barrio San Francisco de Baños. En esta zona se encuentra el Volcán Ijaló que es un área protegida que debe estar libre de contaminación tanto de agua, como de suelo y aire, además de que los habitantes del lugar se han propuesto impulsar el turismo en él, por lo que es necesario adecuar el lugar. Para esto se considera que es importante el tener objetivos rigurosos que no pretendan daños al ecosistema. Entonces se sugiere hacer una instalación de un sistema de saneamiento que no necesite de agua para su operación, dado que actualmente la zona no cuenta con servicios básicos como

una instalación de agua potable, servicio de alcantarillado y, por consiguiente, no pueden tener un baño para el público por lo que se ha optado por realizar un baño seco en la cima del volcán que ayude a prestar el servicio mientras al mismo tiempo se cuida el lugar. En el proyecto se incluye también la idea de que se use bien los desechos que traiga este sistema, dándole un segundo uso como compost o abono orgánico para cuidar la flora del sitio. Con esto también se pretende fomentar entre los visitantes de la zona, la iniciativa de alternativas sostenibles que ayuden a resguardar al medio ambiente.

1.1 Objetivo general

Elaborar una propuesta técnica de un sistema alternativo de saneamiento ubicado en el barrio San Francisco de Baños, cantón Quito

1.2 Objetivos específicos

1. Diseñar el sistema de saneamiento alternativo mediante un baño de cámara seca.
2. Obtener el presupuesto referencial del sistema de baño de cámara seca.
3. Elaborar una guía para el usuario.

1.3 Alcance

Para poblaciones que residen en áreas rurales o zonas alejadas de la ciudad, un baño seco puede ser muy ventajoso. La intención del proyecto es adicionar el servicio de un baño público con el diseño e implementación de un sistema que alcance un eficiente saneamiento para el barrio San Francisco de Baños, que alberga al inactivo Volcán Ilaló, una zona protegida y turística libre de contaminación, por lo que no cuenta con alcantarillado ni red de agua potable. De esta manera, al visitar el lugar, tanto comuneros como turistas encontrarán disponible un servicio básico de saneamiento que les brinda una opción accesible de manejo sencillo y ambientalmente amigable.

El sistema atenderá múltiples aspectos relacionados con desechos fisiológicos, desde su recopilación hasta su almacenamiento y uso seguro. Entonces, se proporcionarán planos con dos alternativas diferentes de baño que podrán ser adecuadas en el lugar, juntamente con el presupuesto referente. Además de que, se incluirá una guía con información de cómo manejar y mantener adecuadamente tanto al sistema como a los desechos que se obtendrán de él para no representar riesgo en el ambiente.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Servicios básicos

Son los elementos que actualmente se consideran como esenciales para la población, estos satisfacen sus necesidades y contribuyen a su bienestar. Estas pueden ser el acceso a agua potable, saneamiento, electricidad, vivienda, salud, educación, entre otras. (Naciones Unidas, 2022)

1.4.2 Recurso hídrico

Toda fuente de agua disponible en una determinada región es conocida como recurso hídrico. Dentro de estas se encuentran diferentes tipos desde grandes masas de agua como mares y océanos hasta las más pequeñas como ríos, lagos o hasta grandes extensiones de agua subterráneas como acuíferos. La calidad de vida depende en gran medida del acceso a este líquido vital. Existen múltiples utilidades en las que se incluyen unas tan fundamentales como satisfacer necesidades básicas de consumo humano y llega a tener papeles importantes dentro del sector económico en área agrícola, industrial y la recreación. Además, desempeña un papel crucial en los ecosistemas naturales, ya que proporciona hábitats para la flora y fauna, así como también ayuda a sostener un equilibrio biológico. (ONU, 2018)

- **Calidad del agua**

La calidad del agua hace referencia a las propiedades físicas, químicas y biológicas que definen su aptitud para distintos propósitos, tales como el consumo humano, la agricultura, la industria y los ecosistemas acuáticos. Evaluar la calidad del agua implica la medición y análisis de diversos parámetros que pueden señalar la existencia de contaminantes o la idoneidad del agua para un uso particular. (Fundación AQUAE, 2020)

- **Captación**

Este término hace referencia a la actividad de recoger agua que puede provenir de diferentes fuentes para beneficiarse de ella. Existen diferentes opciones o metodologías para recoger este suministro hídrico como la recolección de agua lluvia desde superficies, captar agua a partir de corrientes naturales como ríos o arroyos, o la captación de agua subterránea con la ayuda de pozos. Este es un proceso importante, ya que asegura el

abastecimiento de recurso hídrico en zonas en las que tienen un acceso restringido o cuya disponibilidad sea estacional. (Stauffer y Spuhler, 2023)

- **Red de distribución de agua**

Este es un sistema con tuberías que usan accesorios y dispositivos para conectarse con el fin de transportar agua potable desde una planta de potabilización de este recurso hídrico para llegar diferentes puntos de consumo, como hogares, empresas o instituciones y edificaciones. Este sistema facilita y asegura que el agua llegue con las condiciones adecuadas tanto de calidad como de presión a todos los usuarios finales. (Gur y Spuhler, 2023)

1.4.3 Agua y Saneamiento en el Ecuador

En Ecuador solo el 70% de la población cuenta con acceso confiable al servicio hídrico, exististe una cifra del 30% que sigue enfrentándose a beber líquido que muchas veces está en condiciones insalubres, inclusive con presencia de bacterias fecales. Además, se estima que, en áreas rurales, el 60% de los niños crecen sin tener acceso a agua potable y saneamiento por lo que se da lugar a la existencia de un 25% de hogares rurales que no cuentan con estos recursos. (ONU, 2023)

- **Escasez de agua**

Cuando el suministro de líquido vital es insuficiente o su disponibilidad es nula para abastecer las necesidades de una región, área o grupo determinado, se habla de escasez hídrica. Es una preocupación seria que involucra a múltiples partes del mundo y puede tener consecuencias significativas para el desarrollo sostenible, la salud humana y los ecosistemas. (UNESCO, 2022)

1.4.4 Saneamiento

Comprende acciones que se dan sobre el ecosistema para evitar riesgos sanitarios, contaminación y prevenir riesgos de enfermedades. Para esto se necesita tener en cuenta el acceso a agua segura, el buen manejo de disposición de excretas y basura. (PAHO, 2022)

- **Alcantarillado**

Es un sistema que se compone por una red de conductos y tuberías diseñadas para la recolección y conducción de aguas residuales, así como también agua pluvial, hacia un punto receptor final. (Grundfos, 2023)

- **Insalubridad**

Hace referencia a entornos o condiciones que afectan a la salud, es decir, presentan riesgos de enfermedad o contaminación. Estos pueden ser por falta de saneamiento, acumulación de basura, contaminación, falta de higiene personal o malas condiciones de vivienda. (Ferreira, 2023)

1.4.5 Pozo séptico

Es un sistema usado generalmente en áreas rurales o lugares que carecen de acceso a sistemas de alcantarillado. Estos son usados para tratar y descomponer los desperdicios de aguas negras antes de llevarlas al medio ambiente. (PLOMEX, 2023)

1.4.6 Baño seco

Los baños secos son una opción que descarta los inodoros tradicionales, ya que no necesita el uso de agua para su funcionamiento. Se fundamenta en un proceso de descomposición y compostaje para los desechos humanos. Son usados tanto en áreas rurales como en cabañas o campamentos, para promover la sostenibilidad y cuidado del agua. (Ramírez, 2023)

Tipos de baños secos

- **Baño de cámara simple**

Este sistema junta los desechos fisiológicos para disponerlos todos juntos dentro de una sola área designada bajo el piso del baño. Tanto la orina como las heces son depositados en una cámara excavada que tiene como principal objetivo el permitir a través del tiempo el proceso natural de descomposición de los componentes orgánicos que serán liberados en el fondo de la cámara. (Casa y Quilica, 2021)

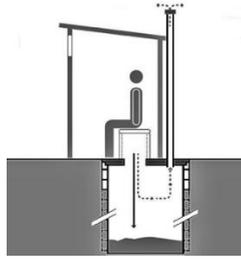


Figura 1.1. Diseño de baño de cámara simple

Fuente: (Tilley et al. 2023)

- **Baño seco con desvío de orina**

Este tipo de baño seco es ideal para separar los residuos sólidos de los líquidos, es decir, se separa la orina de las heces que luego serán recogidas en recipientes separados o se destinarán a un pozo. Esto se logra gracias a un divisor colocado en el asiento. (Latargere, 2023)

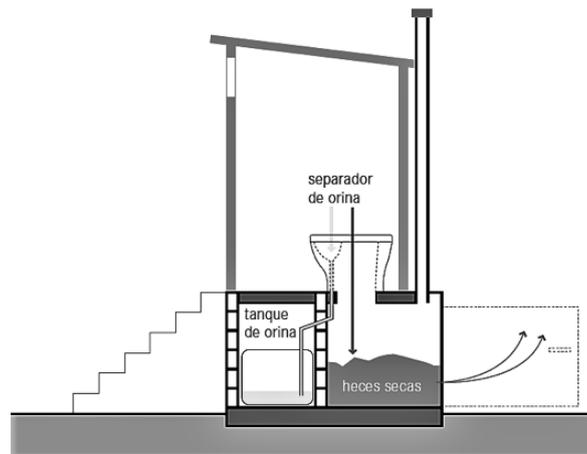


Figura 1.2. Diseño de baño seco con desvío de orina

Fuente: (Tilley et al. 2014)

- **Baño seco de contenedor móvil**

La extracción del material residual humano se facilita con este sistema. Para proveer el proceso de limpieza, se proporcionará una zona especial en el área baja del baño, en donde sea posible la instalación de recipientes destinados a recolectar la orina y heces, así, estos podrán extraerse para poder realizar un cambio periódico luego de alcanzar su capacidad máxima. (Suarez, 2020)

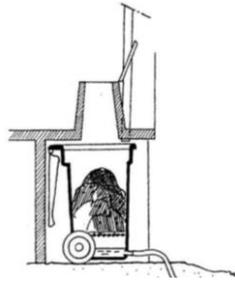


Figura 1.3 Diseño de baño de contenedor móvil

Fuente: (Esrey et al. 1990)

- **Baño seco de doble cámara**

Se encuentra diseñado para poder lograr una buena descomposición natural de los residuos humanos que se obtendrán. Para esto hace uso de dos cámaras, dos recipientes y un solo inodoro que será usado alternadamente, es decir, el inodoro se moverá según contenedor a usar en cada cámara. Mientras uno se llena, en el otro se habrá iniciado el proceso de descomposición de los residuos orgánicos depositados. (Ariet, 2017)

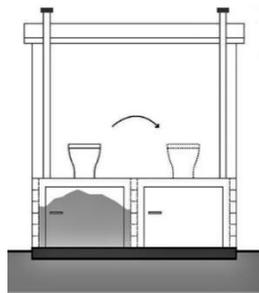


Figura 1.4. Diseño de baño seco con doble cámara

Fuente: (Tilley et al. 2014)

Definiciones complementarias a los baños secos

- **Desechos fisiológicos**

Se hace referencia a desechos fisiológicos, a aquellos productos de las actividades metabólicas y biológicas realizadas dentro del cuerpo humano que hacen parte de su funcionamiento habitual. Estos desechos son generados por la digestión de alimentos, el metabolismo celular y otras funciones biológicas que debe cumplir el cuerpo humano para mantenerse, estas pueden ser: heces, orina, sudor y el dióxido de carbono (CO_2). (Gómez, 2018)

- **Material secante**

El material secante es un componente esencial para el buen funcionamiento de un baño seco. Este se usa para poder absorber la humedad, proporcionar un ambiente seco o que una sustancia se mantenga seca, asegura el proceso de descomposición de los desechos humanos y reduce olores. Algunos de los materiales secantes que pueden ser usados son: aserrín, viruta de madera, cáscaras de coco, papel, hojas, ceniza, tierra y hasta paja. (Beltrán, 2018)

- **Cámara de deshidratación**

Son básicamente para destinar las heces, aquí se recolectarán, almacenarán y secarán. Los organismos patógenos y olores crecen cuando existe la característica de la humedad, entonces estas cámaras deberán tener una estructura que evite que la humedad del exterior entre al sistema. Por esta razón también es necesario que la orina que será producida en el sistema sea llevada a otro contenedor para su futuro tratamiento y uso. (Tilley, 2014)

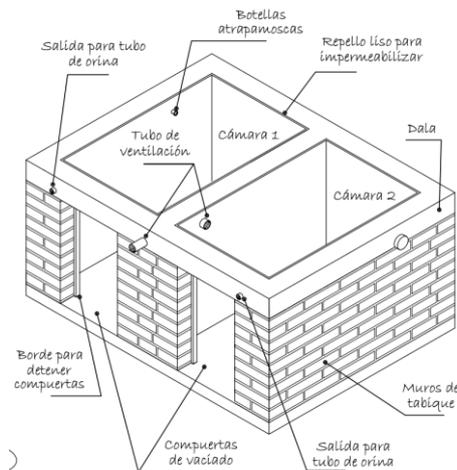


Figura 1.5. Estructura de cámaras de deshidratación

Fuente: (Castillo, 2002)

- **Fermentación**

Proceso biológico en el que microorganismos descomponen materia orgánica como carbohidratos, proteínas y azúcares, pero en un ambiente aeróbico. Con esto los microorganismos obtienen energía y dan lugar a un producto reutilizable, esto puede ser logrado mediante el uso de material secante, materia orgánica y oxígeno. (Darza, 2023)

- **Desinfección**

En el caso de los baños secos, se hace una desinfección en los desechos fisiológicos para luego volver a usarlos como un fertilizante. Esto implica la eliminación o la reducción significativa de microorganismos patógenos que pueden estar presentes para minimizar los riesgos en la salud humana y ambiental. En el caso de heces, es necesario llegar al punto que se encuentren deshidratadas y esto dependerá de la temperatura a la que se encuentren almacenadas.

En la orina es necesario que se encuentre pura, ya que esta al ser almacenada llega automáticamente a hidrolizarse y a tener un pH de 9 con la ayuda natural del tiempo, con un almacenamiento mayor a 6 meses se puede lograr un casi completo saneamiento, convirtiéndola en dióxido de carbono y amonio. (Tilley, 2014)

- **Descomposición**

Este es un proceso natural en el que microorganismos como hongos y bacterias descomponen materia orgánica. En los baños secos, se trata del proceso biológico en el que microorganismos descomponen los residuos fisiológicos en un ambiente controlado, para ello se destinarán los desechos líquidos a un contenedor separado. (Villalba, 2023)

- **Compostaje**

Se denomina compostaje al material compuesto por cualquier residuo o resto biodegradable que ha sido sometido a un proceso para favorecer y aprovechar su desintegración, que dará lugar al compost, un fertilizante fácil de usar. Este compost, como tipo de abono orgánico rico en nutrientes, está destinado a mejorar la calidad del suelo y respaldar el crecimiento de las plantas. (Luna, 2021)

- **Abono**

Éste es un material que es agregado al suelo para potenciar su fertilidad, además mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas, lo que contribuye al desarrollo de las plantas. El abono añade nutrientes necesarios para cultivos o plantas y mejora características del suelo como su retención de agua y su actividad biológica. (Guerdado, 2022)

- **Sistemas de ventilación**

Un sistema de ventilación es importante para el uso de los baños secos para garantizar su correcto funcionamiento. Este está encargado de reducir olores indeseables provenientes de los residuos y también promueve la aceleración del proceso de descomposición de los desechos, incrementa la eficiencia de este proceso gracias a que proporciona oxígeno, y evita así también la posibilidad de daños a la salud con la preservación de un ambiente higiénico. (Villalba, 2023)

1.4.7 Impactos ambientales

Se entiende por impacto ambiental todo cambio o alteración que la actividad del ser humano hace sobre el medio ambiente. Este se manifiesta en la contaminación de elementos como el agua, aire, o suelo, es decir, la degradación de ecosistemas y con esto la pérdida de biodiversidad. (Sandra Roper, 2020)

1.4.8 Contaminación ambiental

La contaminación ambiental es un problema general que amenaza directamente al bienestar de cada organismo vivo y, por consiguiente, el equilibrio del entorno natural. Se hace referencia a cualquier presencia o introducción de sustancias contaminantes en el entorno que pueden ser de origen natural o humano, producto de prácticas industriales, agrícolas o urbanas que generan daños irreversibles. (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2022).

Diversas formas de contaminación ambiental, como la del aire, agua, suelo, acústica y lumínica, impactan negativamente en la salud humana, la biodiversidad y el entorno. La contaminación del aire, causada por sustancias químicas y partículas dañinas, afecta a la salud y al clima. La contaminación del agua, caracterizada por elementos tóxicos, deteriora la calidad de los cuerpos de agua y amenaza la vida acuática. La contaminación del suelo, originada por sustancias ajenas en concentraciones elevadas, perjudica la estabilidad del suelo y afecta a los organismos dependientes. Además, la contaminación acústica, con ruido y vibraciones molestos, representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente, mientras que la contaminación lumínica, con exceso de luz artificial, afecta la visibilidad del cielo y genera problemas ambientales. Estas diversas formas de contaminación subrayan la necesidad de abordar y mitigar sus impactos negativos en nuestro entorno. (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2016; ONU, 2019; OMS, 2021; AQUAE, 2021; OMS, 2022;).

2. METODOLOGÍA

2.1 Identificación del sitio

Para determinar la ubicación más idónea para la implementación del proyecto, se evaluaron diversas condiciones. Entre estas, destacaron la carencia de acceso a servicios básicos, pero se encuentran entre las más notables, la insuficiencia en el suministro de agua limpia, e incluso la ausencia total de agua potable. A ello se suma la carencia de instalaciones sanitarias básicas, sin dejar de lado la falta de conexión al sistema de desagüe público.

Estas condiciones adversas suelen acentuarse en áreas rurales, donde la población depende predominantemente de la agricultura. La elección de un lugar con estas características se fundamenta en la certeza de que el proyecto abordará de manera efectiva las necesidades de una comunidad que enfrenta desafíos significativos en cuanto a servicios esenciales y recursos hídricos.

Después de realizar una investigación, se determinó que la zona protegida del volcán Ilaló, ubicado en el suroeste de Quito y perteneciente a la parroquia de La Merced, era la opción más propicia. Este volcán inactivo se eleva hasta los 3.194 metros sobre el nivel del mar, dentro del contexto geográfico conocido como la región interandina, es una parte destacada e imponente de la cordillera Occidental. (Ver figura5)

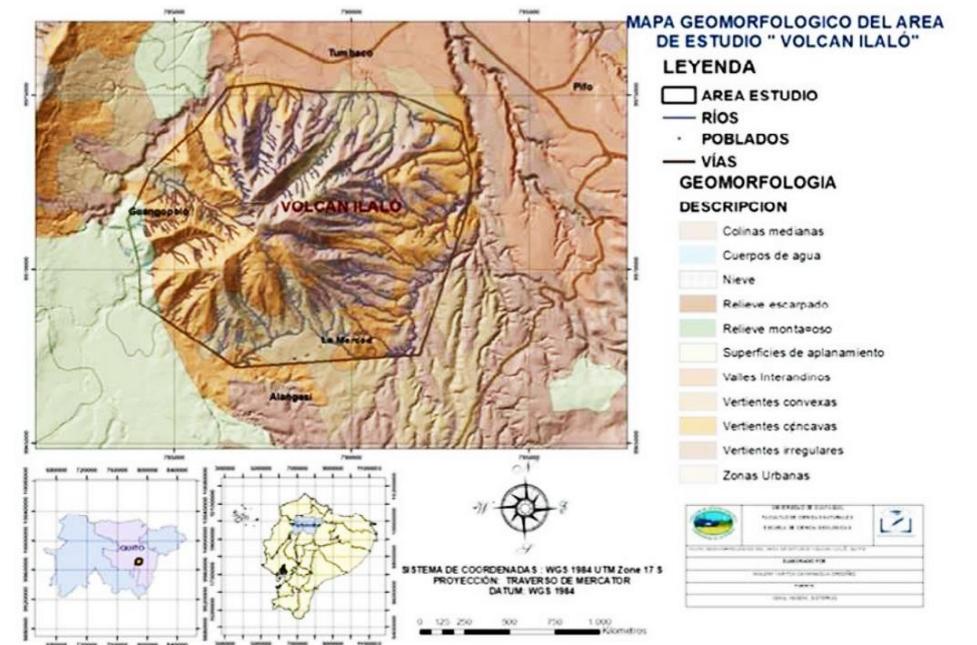


Figura 2.1. Mapa geomorfológico del Ilaló

Fuente: Caiminagua (2020).

2.2 Recolección de información base

Se realizó una primera inspección técnica, en la que se visitó primero el GAD parroquial. Aquí se dieron a conocer a las autoridades de la parroquia La Merced el plan del proyecto, los aspectos generales y sus beneficios, así como el sitio tentativo en el cual se destinaría el proyecto de saneamiento. Aquí se pudo observar las condiciones del sitio, además de consultar el lugar exacto de interés para instalar el sistema.



Figura 2.2. Cima del Volcán Ilaló

Fuente: Propia

2.3 Reuniones de consulta

Para obtener más información se realizó una reunión con las personas encargadas de la comuna. En esta, se dio una breve capacitación con información sobre lo que es un baño seco, su funcionamiento, tipos, beneficios tanto del baño como de los residuos de este, y parte del mantenimiento que debe ser realizado en estos sistemas. Además, se obtuvieron los contactos necesarios para la recolección de toda la información.

2.4 Levantamiento topográfico

En la segunda visita técnica se recopilaron los puntos geográficos que serían destinados a la realización de los planos topográficos. Para esto se recorrió el lugar con el uso de un GPS en donde se identificó y guardó cada punto de interés en la cima del volcán. Para poder procesar toda esta información se hizo uso de plataformas AutoCAD y Civil 3D, para tener como resultado los puntos topográficos que a continuación serían insertados en una cartografía y con esto, la resultante de sus respectivas curvas de nivel con su perfil.



Figura 2.3. Recolección de puntos GPS

Fuente: Propia

2.5 Diseño de los baños secos

Para empezar el diseño se consideró que el lugar en el que será dispuesto el sistema de saneamiento es un área protegida, la infraestructura será ubicada en la cima de un volcán y su uso principal es turístico. Una vez resaltadas estas características, se planificó dos alternativas con tipos de baños diferentes que favorezcan las necesidades del sitio: El baño seco de doble cámara con contenedores móviles y el baño seco de cámara simple con

contenedor móvil, ya que su manejo es más fácil en cuanto a su uso, mantenimiento y a la forma en que se gestionan los residuos.

2.5.1 Baño seco de doble cámara con contenedores móviles

Es la primera alternativa, en la que se planteó diseñar un sistema que comprende dos cámaras, cada una equipada con dos contenedores móviles distintos para la debida gestión de cada tipo de desecho fisiológico. Estos contenedores pueden ser retirados cuando estén llenos. Además, se incluye un solo sanitario con separación de orina que será usado alternadamente, este podrá ser desplazado y colocado sobre el contenedor que esté vacío. La incorporación de un separador de orina en el inodoro implica la presencia de recolectores o contenedores diferentes para los desechos fisiológicos en cada cámara: uno para la recolección de la orina y otro para las heces. En el caso de la orina, esta será separada mediante la instalación de tubos que transporten el líquido hasta los recipientes dispuestos, mientras que las heces caerán directamente al otro contenedor.

Es importante tener en cuenta que el diseño del inodoro debe ser personalizado, dado que actualmente no hay opciones accesibles en mercado local. Este inodoro estará destinado únicamente para el uso de mujeres. En el caso de los usuarios masculinos, se sugiere la instalación de un urinario que, en este caso, al igual que el inodoro, deberá ser móvil. Se dejará su tubo de drenaje por fuera y dos orificios en el piso que encajen con el tubo, mientras uno de estos esté en desuso, deberá ser respectivamente tapado. Además, deberá usar el mismo sistema para evacuar los desechos, es decir, que esté conectado mediante una tubería al mismo recipiente de recolección propuesto previamente para la orina.

2.5.2 Baño seco de cámara simple con contenedores móviles

Como segunda alternativa se consideró el diseño de un sistema de baño seco que incorpora una única cámara para albergar los recipientes destinados a la recolección de heces y de orina. Estos contenedores serán retirados y sustituidos por contenedores vacíos cuando alcancen su capacidad máxima. Asimismo, se implementará un inodoro exclusivo para mujeres y un urinario para hombres. De manera similar a la alternativa anterior, el retrete estará equipado con un separador de orina que sigue el mismo sistema de recolección al igual que el urinario, para así asegurar una gestión eficiente de los desechos fisiológicos.

2.5.3 Criterios necesarios para el diseño

- **Diseño de cámaras de deshidratación**

Las dimensiones de cada cámara serán determinadas a partir del volumen de la materia total defecada, el material secante y el tiempo que se necesitará para su almacenamiento y próximo cambio de recipientes en los que se depositarán los desechos fisiológicos. Estos tiempos pueden variar, ya que dependen de las condiciones de cada caso, pero en este se sugiere hacer un cambio mensual, ya que, al ser un lugar turístico, se tiene un gran número de personas al mes que visitan el lugar. Entonces, se tomarán en cuenta periodos mensuales para el cambio de recipientes, es decir, se necesita que estos sean cambiados cada mes. Los desechos fisiológicos deberán ser apartados y conservados para cumplir con su debida desinfección antes de usarse como fertilizante o abono.

El volumen esperado de material fecal y orina para cada contenedor separado a ser destinados por mes será dado a partir del número de usuarios que usen el baño y también del tipo de material secante a usar en el caso de las excretas.

Entonces, para empezar con el dimensionamiento se tomó en cuenta los datos recogidos durante las visitas técnicas y entrevistas con habitantes del lugar, por lo que se estimó que se tiene un promedio de 39 personas por fin de semana, cabe recalcar que se ha escogido hacerlo por finde semana al tener más frecuencia de turistas en estos días. Con este dato se procede a hacer los cálculos con la consideración de que cada mes tiene 4 fines de semana. Además, según bibliografía se considera que la producción al día de heces de una persona son 100 g y que la densidad de estas puede variar, ya que depende de diversos factores, como la dieta, la hidratación y la salud gastrointestinal de las personas por lo que se toma un valor estimado de 1,05 kg/L. El total de volumen de orina producida es de 0,3 L/día, aunque este puede variar según la cantidad de agua que el usuario consume y el clima. En cuanto al material secante, se asumió una cobertura de 0,05 kg/persona/día recomendado por bibliografía como la cantidad necesaria para cubrir los desechos y, para este caso se considerará que el material secante será tierra seca, por lo que se asume una densidad de 1,6 Kg/L. (INTI, 2016; Hansen, 2019; Iriarte,2022).

2.5.4 Consideraciones para cálculos

Una vez enfocados los criterios para el diseño se empezó con la determinación de cada factor para el cálculo necesario que ayudará a la dimensión del sistema.

Tabla 2.1. Consideraciones para determinar el total de excretas al tiempo de llenado

Factores	Unidades finales	Datos por usar	Unidades
Total de excretas por fin de semana	g/fin de semana	Número de personas	personas
		Total de excretas por fin de semana	g/fin de semana
Total de excretas al tiempo máximo de llenado (1 mes)	kg	Total de excretas por fin de semana	g/fin de semana
		Número de fines de semana al mes	Fin de semana/mes

En la tabla número 2.1 se detallan los factores y los correspondientes datos a usar para determinar el total de excretas que se recolectarán en una sola cámara al finalizar el tiempo de llenado, para lo que se tiene en cuenta que deberán ser máximo 1 mes.

Tabla 2.2. Consideraciones para determinar el total de material secante al tiempo de llenado

Factores	Unidades finales	Datos por usar	Unidades
Cantidad total de material secante por fin de semana	kg	Total estimado de material secante por persona por fin de semana	kg/persona/fin de semana
		Número de personas	u

Cantidad total de material secante al tiempo máximo de llenado (1 mes)	kg	Material secante por mes	kg/mes
		Número de fines de semana al mes	Fin de semana/mes

Para determinar el total de kg de material secante se tomaron los criterios descritos en la tabla 2.2. Se hace un cálculo del total de material secante ya que este también hace un aumento significativo al total de heces.

Tabla 2.3. Consideraciones para determinar el total de sólidos al tiempo de llenado

Factores	Unidades finales	Datos por usar	Unidades
Total de sólidos a destinar en la cámara al tiempo de llenado (1mes)	kg	Total de excretas al tiempo máximo de llenado	kg
		Total de material secante al tiempo de llenado	kg

En la tabla número 2.3 se muestra cómo obtener el factor que definirá el total de sólidos que se depositarán en la cámara en un mes, esto con el fin de poder escoger un contenedor que pueda recolectar el volumen que se obtenga.

Tabla 2.4. Consideraciones para determinar el Volumen total de sólidos

Factores	Unidades finales	Datos por usar	Unidades
	kg	Volumen total de heces a destinar en la cámara	L

Volumen de contenedor de material sólido		Volumen total de material secante a destinar en la cámara	L
		Densidad de heces	Kg/L
		Densidad de la tierra seca	Kg/L

En la tabla número 2.4 se mencionan los datos a usar para poder obtener el volumen total del contenedor a usar para el material sólido con sus correspondientes unidades.

Tabla 2.5. Consideraciones para determinar el total de líquidos al tiempo de llenado

Factores	Unidades finales	Datos por usar	Unidades
Total de cantidad de orina por fin de semana	L/fin de semana	Número de personas	u
		Total de orina al día	L/día
Total de cantidad de orina al tiempo máximo de llenado (1 mes)	L	Total de orina por finde semana	L/fin de semana
		Número de fines de semana al mes	Fin de semana/mes

Como se refleja en la tabla 2.5, el cálculo de la cantidad total de orina al tiempo de llenado resulta ser más sencillo ya que este no requiere de ningún otro material más que la orina por persona con lo que se concluye como unidad final litros.

Tabla 2.6. Consideraciones para determinar el volumen de recipientes para líquidos y sólidos

Factores	Unidades finales	Datos por usar	Unidades
Volumen de contenedor de material líquido	m^3	Total de cantidad de orina al tiempo máximo para el llenado	L
Volumen de contenedor de material sólido	m^3	Total de sólidos a destinar en la cámara	L

Para el diseño final de las cámaras es necesario considerar el volumen que cada contenedor móvil va a ocupar según este sea para orina o heces como se muestra en la tabla número 2.6. Debido a que se ha considerado un sistema de separación de orina y que estos dos contenedores serán dispuestos juntos en cada cámara.

Tabla 2.7. Consideraciones para determinar el volumen de cada cámara

Factores	Unidades finales	Datos por usar	Unidades
Volumen de la cámara	m^3	Volumen de contenedores	m^3
Volumen de cámara	m^3	Largo	m
		Ancho	m

		Altura	m
--	--	--------	---

La tabla número 2.7 detalla los factores necesarios para determinar el volumen requerido en cada una de las cámaras. Tanto para el caso de la cámara doble como para la cámara simple, se emplearán dimensiones diferentes. Esto se debe a que es esencial tener en cuenta que el volumen de las cámaras debe ser ligeramente mayor que la suma de las dimensiones de los contenedores de orina y excretas. Este ajuste adicional se considera necesario para incorporar diversos criterios, como el espacio que se requerirá sobre las cámaras para disponer los diferentes elementos del baño seco, sin dejar de lado el basurero, el recipiente de material secante y el urinario.

Este enfoque se adopta también para permitir un espacio adecuado para la extracción y colocación de los recipientes, garantizar el flujo de aire, acomodarse a variaciones en el número de usuarios. Este enfoque integral garantiza la eficiencia y comodidad en el uso del baño seco.

2.5.5 Elementos importantes para el diseño

Inodoro con separador de orina

La separación de la orina en baños secos con urinarios específicos minimiza la humedad en el compartimiento de desechos sólidos, lo que resulta beneficioso para la descomposición eficiente y la prevención de olores desagradables. La orina, al ser rica en nitrógeno, puede ser aprovechada como un valioso componente para la producción de fertilizantes líquidos, para promover así prácticas agrícolas sostenibles.

Debido a la limitada familiaridad con la tecnología de baños secos en el país, la adquisición de estos dispositivos se presenta como un reto significativo. Dado que no existen productos prefabricados disponibles, se sugiere optar por el diseño de baños basado en las dimensiones estándar de los inodoros convencionales. Las medidas recomendadas para el inodoro son de 40 cm de altura, 50 cm de longitud y 45 cm de anchura, con la posibilidad de construirlo en madera y utilizar una tapa de baño tradicional en la parte superior. (Castillo, 2002)

En ausencia de un separador de orina, se contempla la posibilidad de utilizar un embudo o cualquier recipiente adecuado para cumplir con esa función.

Urinario

El urinario deberá tener su tubo de evacuación visible, ya que necesita moverse junto con el inodoro para garantizar la correcta separación de residuos. Para lograr esto, se deben dejar orificios en el piso en los que encaje el tubo de evacuación. Dado que hay dos cámaras, cuando una esté en desuso, su orificio correspondiente deberá estar tapado.

La inclusión de un urinario para hombres en un baño seco con separación de orina aporta beneficios significativos tanto en términos de eficiencia como de sostenibilidad. En primer lugar, la separación de la orina en baños secos es crucial para maximizar la gestión de los desechos. Al contar con un urinario específico, se facilita la recolección directa de la orina, para evitar la mezcla con otros desechos sólidos. Esto no solo simplifica el proceso de tratamiento y compostaje, sino que también contribuye a la generación de un compost de mayor calidad al reducir la presencia de sustancias indeseadas.

En términos de experiencia del usuario, la presencia de un urinario en un baño seco facilita y agiliza el proceso de eliminación para los hombres, lo que da lugar también a la comodidad y eficiencia en el uso del sanitario. Entonces, la inclusión de un urinario en baños secos con separación de orina no solo optimiza la gestión de desechos, sino que también promueve prácticas sostenibles y mejora la experiencia del usuario.

Tubería para evacuar orina

Los conductos encargados de transportar la orina desde el inodoro separador y el urinario hasta el contenedor designado deben ser fabricados con material plástico, para asegurar una conexión eficiente para evitar la contaminación cruzada con los desechos sólidos y también garantizar así el correcto funcionamiento del sistema. Se recomienda un diámetro de tubería de 2" para prevenir posibles obstrucciones. Además, se sugiere que el tubo o manguera de recolección esté sumergido en el depósito de orina, para que este actúe como un sello líquido para minimizar olores indeseados. En términos de durabilidad, se aconseja el uso de tuberías de PVC para prevenir la corrosión y asegurar la eficacia a largo plazo del sistema. Estas consideraciones técnicas, desde el material de los conductos hasta el diseño del tubo de recolección, son esenciales para la implementación efectiva de un sistema de baño seco con separación de orina, para mejorar su rendimiento y mantener la higiene del entorno.

Tubos de ventilación

Adicionalmente, es importante incorporar tubos de ventilación para favorecer una circulación de aire constante entre las cámaras del sistema. De acuerdo con la literatura especializada, se ha determinado que el diámetro de estos tubos debe ser considerable, optándose por utilizar tubos de 2" a 4" de acuerdo con las recomendaciones de Castillo (2002). Para potenciar sus beneficios, se planea pintar estos tubos de negro y aprovechar la radiación solar para calentar el aire y facilitar la extracción de olores no deseados. Asimismo, se implementará una malla mosquitera en la punta del tubo con el fin de evitar la entrada de moscas, y se añadirá un sombrero para prevenir la entrada de agua u objetos indeseados. Estas medidas aseguran un sistema de ventilación efectivo y contribuyen a mantener un ambiente higiénico y confortable en el entorno de los baños secos.

Puertas de las cámaras

Las dimensiones de las puertas del sistema estarán directamente vinculadas a las particularidades de cada cámara y al igual que los tubos de ventilación, se recomienda que estas sean recubiertas con pintura de color negro. Esta elección busca aprovechar la capacidad de absorción de la luz solar con el objetivo de agilizar el proceso de descomposición del material. Este elemento no solo contribuirá a optimizar la eficiencia del sistema, sino que también fortalecerá la gestión sostenible de residuos en las cámaras del sistema, con lo que se asegura una descomposición más rápida y eficaz de los desechos.

Muros de la cámara

En la concepción de los muros para la cámara, se llevará a cabo un análisis detenido de la densidad del material destinado a la construcción. Esta elección puede variar en función de la disponibilidad, costos y las características particulares que pueda aportar al sistema. Materiales como ladrillo, cemento o concreto destacan por su capacidad para absorber energía térmica durante el día y liberarla en la noche. Por otro lado, el adobe se distingue por poseer propiedades térmicas significativas, por lo que se encuentra al material como una alternativa más económica y sostenible. Esta consideración permitirá seleccionar el material más adecuado, no solo en términos de eficiencia térmica, sino también con la consideración de criterios económicos y de sostenibilidad para optimizar el diseño de las cámaras del sistema. (Adrián, 2023)

2.6 Diseño en plataforma AutoCAD

Para llevar a cabo la conceptualización y desarrollo de las dos propuestas, se empleó la plataforma AutoCAD como herramienta principal. Durante este proceso, se dedicó especial atención a la configuración de la infraestructura, con el seguimiento riguroso de las normativas ecuatorianas que rigen el diseño de elementos clave como gradas, puertas y la altura de edificaciones.

Además, se integraron los cálculos previos efectuados para determinar el volumen total tanto de heces como de orina. Estos cálculos jugaron un papel fundamental en la toma de decisiones relacionadas con el dimensionamiento de los contenedores. Esta información fue esencial para establecer las dimensiones óptimas de las cámaras de cada baño, y con esto garantizar una accesibilidad cómoda a los tanques de desechos fisiológicos. Este enfoque meticuloso y basado en datos contribuyó a la eficacia y funcionalidad integral del diseño.

2.7 Presupuesto

Para la elaboración del presupuesto, se recurrió a los rubros detallados en "El Boletín de la Cámara de la Industria y Construcción" y a la búsqueda en casas comerciales y tiendas en línea. Dichos rubros fueron específicamente asignados a cada una de las alternativas propuestas, sin dejar de lado cada uno de los detalles delineados en los planos correspondientes. Esto para permitir una estimación detallada y precisa que garantice que cada elemento y fase de las propuestas cuente con la asignación presupuestaria adecuada. La utilización de referencias del boletín mencionado, las tiendas y casas comerciales proporcionan una base confiable y estandarizada, con la que se contribuye a la transparencia y consistencia en la formulación del presupuesto para cada alternativa considerada.

2.8 Elaboración del manual

La guía diseñada para el usuario aborda de manera integral ambas alternativas propuestas, esto ya que su única diferencia es el número de cámaras en el diseño. La guía proporciona una visión detallada y completa para la implementación y uso exitoso de un baño seco.

En un inicio, se presenta una introducción que resalta la crucial importancia de optar por esta alternativa, no solo como un incentivo para la sostenibilidad, sino también como una

estrategia efectiva para reducir la dependencia de fertilizantes químicos y preservar de manera activa los recursos hídricos.

En el siguiente apartado se abordan definiciones clave que han sido categorizadas como fundamentales, se menciona y establece las bases esenciales para la adopción de un baño seco. Asimismo, se proporciona una explicación detallada sobre el funcionamiento y la importancia de elementos específicos que deben estar presentes en el baño para garantizar su eficacia y mantener altos estándares de higiene.

La guía continúa con un listado numerado de pasos con el objetivo de guiar al usuario en el uso eficiente del baño, para evitar problemas potenciales como la incorrecta separación de desechos fisiológicos o la entrada de insectos, factores que podrían afectar negativamente la higiene. Se subraya la recomendación de que los usuarios sigan las instrucciones detalladas para evitar posibles complicaciones a largo plazo en el sistema.

Otro tema que se menciona en la guía es el de la limpieza y mantenimiento del baño seco. Se detallan recomendaciones y un proceso de higienización y cuidado de elementos clave como el sanitario, la infraestructura, las cámaras de deshidratación y los contenedores de desechos. Este enfoque tiene como objetivo preservar cada componente del sistema de saneamiento en óptimas condiciones.

2.9 Análisis del material secante a usar

El material secante tiene la función de controlar los olores desagradables y acelerar la eficiencia del proceso de compostaje con la cubierta de los desechos. Para esto se hace uso de materiales que tengan la característica de absorber humedad, ya que, este es el factor que hará que los baños secos produzcan olores que generen rechazo en los usuarios. Deberá guardarse en un recipiente seco cercano al baño y contener algún accesorio para recoger el material, de fácil alcance y uso para el usuario. Se deberá agregar una capa delgada de material sobre los desechos después de cada uso, la cantidad puede variar, pero es suficiente con cubrir completamente los residuos.

Algunos de los materiales secantes que pueden usarse en el sistema de saneamiento que cumplan con las necesidades del lugar en el que será dispuesto el baño pueden ser elementos secos como:

2.9.1 Cal

La cal se distingue como un alcalinizante fundamental para baños secos, ya que desempeña un papel clave al reducir el nivel de acidez en las heces. Su capacidad alcalinizante no solo contribuye a mantener un entorno más equilibrado y menos ácido, sino que también actúa como una barrera efectiva contra posibles malos olores asociados con la descomposición de los desechos.

Además, al alcalinizar las heces, la cal no solo mejora la gestión de los desechos en términos de higiene, sino que también facilita el proceso de descomposición de manera más eficiente, con lo que se aumentan así varios beneficios con el material haciéndolo práctico para muchos factores que pueden ser preocupantes al momento de considerar la implementación de un baño seco. Asimismo, la versatilidad de la cal como agente alcalinizante la convierte en una adición valiosa a la mezcla de materiales secantes, y así también se otorga una solución integral para mantener la frescura y la higiene en entornos donde se utilizan baños secos.

Al utilizar cal, es crucial tener en cuenta ciertas precauciones para garantizar un manejo seguro y efectivo de este material. En primer lugar, es fundamental utilizar equipo de protección personal, como guantes y gafas de seguridad, al manipular la cal para prevenir posibles irritaciones en la piel y los ojos. Además, se debe evitar la inhalación de polvo de cal, por lo que se recomienda el uso de mascarillas o respiradores adecuados. En el caso de contacto con la piel o los ojos, se debe enjuagar inmediatamente con agua abundante. Asimismo, la manipulación de cal debe realizarse en áreas bien ventiladas para reducir la concentración de polvo en el aire. Por último, es esencial almacenar la cal en condiciones secas para evitar su hidratación prematura. Al seguir estas precauciones, se asegura un manejo adecuado y eficiente de la cal, se minimiza riesgos y optimiza su aplicación en distintos procesos.

2.9.2 Tierra seca

Su disponibilidad generalizada en la mayoría de las ubicaciones la convierte en una opción de carácter natural práctica y sostenible. Este recurso, utilizado como componente base en las mezclas, adquiere una funcionalidad destacada al ser comúnmente combinado con cal para incorporar propiedades alcalinas beneficiosas.

La elección estratégica de la tierra como componente principal en la composición de materiales secantes no solo se fundamenta en su fácil obtención, sino también en su

capacidad inherente para absorber la humedad de manera efectiva. Al integrar la cal en la mezcla, se potencian las propiedades alcalinas, con la que se atribuyen no solo a la eficacia secante, sino también a la mejora de las condiciones sanitarias en baños secos.

Este punto combina la practicidad y sostenibilidad de la tierra con las propiedades mejoradas proporcionadas por la cal, con la que se obtiene una solución integral para la gestión eficiente de desechos en entornos sanitarios. Así, la combinación de estos materiales no solo responde a criterios de disponibilidad y sostenibilidad, sino que también garantiza un rendimiento óptimo en términos de funcionalidad y eficiencia en baños secos.

2.9.3 Ceniza

La ceniza, con su notable riqueza en propiedades alcalinas, se presenta como un componente altamente beneficioso para la gestión de desechos. Su capacidad para neutralizar la acidez contribuye significativamente a la prevención de olores desagradables, y así también se puede ofrecer un entorno más higiénico y confortable. Además, la presencia de moscas se ve notablemente reducida gracias a las propiedades repelentes inherentes a la ceniza alcalina.

La alcalinidad de la ceniza no solo actúa como un eficaz agente neutralizador de olores, sino que también crea un ambiente menos propicio para la proliferación de insectos no deseados, como las moscas. Esta doble función hace de la ceniza un recurso valioso en la gestión de desechos, con lo que se mejora significativamente las condiciones sanitarias y la experiencia general en entornos donde se implementa.

2.9.4 Ramas y hojas secas

Las ramas y hojas secas llegan a ser opciones naturales fácilmente disponibles, aunque su accesibilidad puede variar según la estación o clima local. Estos elementos, provenientes de la naturaleza, no solo cumplen con una función práctica, sino que también aportan un toque aromático. Es decir, su presencia en la mezcla de materiales secantes no solo busca mantener la zona seca, sino también impregnar el entorno con fragancias naturales, y así también eleva la calidad de la experiencia del usuario.

A pesar de estas cualidades positivas, es crucial tener en cuenta que la descomposición de ramas y hojas secas puede ser más gradual en comparación con otros materiales secantes más especializados. Esta limitación se debe, en parte, a su capacidad relativamente menor para absorber la humedad de manera eficiente. Por tanto, al elegir

estos elementos, se debe considerar cuidadosamente la relación entre su disponibilidad local y su eficacia en el control de la humedad, para buscar un equilibrio adecuado y garantizar un rendimiento efectivo en baños secos.

2.9.5 Aserrín

El aserrín destaca como un material secante altamente eficiente para baños secos, ya que resalta por su excelente capacidad para absorber la humedad. No solo contribuye de manera efectiva a mantener las áreas secas, sino que también agrega un valor adicional al ser una fuente rica en carbono. Esta característica no solo beneficia la gestión de desechos, sino que también desempeña un papel esencial en equilibrar la acidez de los desechos fisiológicos.

Además de sus propiedades prácticas, la elección del aserrín como material secante también se alinea con principios sostenibles, dado que proviene de una fuente renovable. La combinación de su capacidad de absorción, contribución de carbono y sostenibilidad lo convierte en una opción versátil y eficaz para mantener la higiene y eficiencia en los baños secos.

2.9.6 Aserrín con cal.

La combinación de aserrín con cal se revela como una opción altamente eficiente para la gestión de baños secos, ya que llega a resaltar por su capacidad para absorber humedad y neutralizar olores. Este dúo no solo favorece el proceso de descomposición al actuar como un inhibidor de olores, sino que también añade propiedades desinfectantes, con lo que se atribuye un entorno higiénico. No obstante, es crucial considerar algunas desventajas asociadas con esta combinación, como la necesidad constante de mezclar aserrín con cal, que puede influir en el mantenimiento. Además, es importante manejar la mezcla con precaución, ya que la cal puede ser irritante para la piel y los ojos si no se utiliza con la debida cautela. A pesar de esto, la combinación de aserrín y cal es una opción destacada para optimizar la eficacia y la higiene en baños secos.

3. RESULTADOS

El saneamiento desempeña un papel crucial en la preservación de la salud pública y la conservación del entorno. Se trata de un conjunto integral de prácticas y servicios diseñados para asegurar un acceso seguro al agua potable, así como el tratamiento adecuado y la gestión de aguas residuales y residuos sólidos.

Como se ha mencionado, este tema ha llegado a ser un reto en zonas rurales, ya que en su mayoría carecen de instalaciones para eliminar sus desechos y de esta manera también de retretes seguros, lo que llega a impactar directamente en la calidad de vida, la salud pública y el desarrollo sostenible de estas comunidades. Esta carencia contribuye a la propagación de enfermedades transmitidas por agua y alimentos porque se aumenta la probabilidad de contaminación de fuentes de agua potable y del suelo. Además, la falta de acceso a servicios sanitarios adecuados puede dar lugar a prácticas de defecación al aire libre, lo que aumenta aún más los riesgos para la salud y con esto también se llega a comprometer la dignidad humana.

El lugar donde se ha destinado este proyecto es uno de los que enfrenta el reto de la carencia de sistemas de saneamiento, agudizándose aún más al tratarse de una zona protegida frecuentada por numerosos visitantes debido a su condición de centro turístico. Ante esta realidad, se ha propuesto un sistema de saneamiento que busca mantener un equilibrio entre las necesidades del lugar, las demandas turísticas y además la preservación integral de la flora y fauna del lugar.

El enfoque adoptado se centra en la implementación de un baño seco, sistema que aborda un servicio básico y que preside del uso de agua para transportar y tratar desechos. Además, su tecnología distingue por su perspectiva de ciclo cerrado donde los desechos fisiológicos depositados con el tiempo experimentan una transformación, convirtiéndose en un recurso valioso que contribuye a enriquecer la fertilidad de los suelos. Así, no solo se responde a la necesidad de establecer una infraestructura sanitaria en la zona, sino que también se aborda la gestión sostenible de los desechos, lo que ayudará a promover la conservación del entorno y la preservación del atractivo turístico.

Para cumplir con lo dicho se han proyectado dos propuestas en donde se plantean diferentes estructuras para el baño seco, estas han sido basadas en la necesidad de un servicio básico sostenible pero también en la economía y facilidad de construcción. Los 2 diseños siguen el mismo sistema, con las únicas diferencias del número de sus cámaras de deshidratación, con esto también sus dimensiones y el presupuesto referencial como se muestra en los resultados a continuación.

3.1 Cálculos para el diseño del baño seco

3.1.1 Cantidad total de material sólido

Valores de excretas

Conforme a la tabla 2.1 mencionada en la metodología, se obtuvo el total de excretas que producirán las personas en el tiempo recomendado de llenado, 1 mes. Cabe recalcar que el tiempo que se consideró es a causa del número de personas que pueden usar el baño el mes, que al ser un centro turístico puede ser grande y variar. Los valores resultantes se muestran en la tabla número 3.1 a continuación.

Tabla 3.1. Cantidad total de excretas al tiempo de llenado

Número de personas por fin de semana	Excretas por persona por día (g/persona/día)	Excretas por persona por fin de semana (g/persona/fin de semana)	Total de excretas por fin de semana (g /fin de semana)	Total de excretas en un mes (Kg /mes)
39	100	200	7800	31,2

Para llegar a estas cifras, se multiplicó la cantidad promedio de personas que visitan el lugar por la cantidad estimada de excretas que produce cada individuo. Finalmente, se realizó una conversión para obtener el total de excretas generadas por persona al mes, expresado en kilogramos. Es relevante destacar que estos valores son aproximados, ya que pueden variar debido a cambios en el número de asistentes. Además, la cantidad de excretas producidas por persona depende de factores como la hidratación, la dieta y el estado de salud, lo que contribuye a la estimación en lugar de ofrecer cifras precisas.

Valores de material seco

El valor del material seco en los baños secos es innegable, ya que su presencia es esencial para facilitar y optimizar el funcionamiento del sistema. La importancia del material secante radica en su eficaz capacidad para gestionar la humedad de manera efectiva. El material secante que se adicione cumplirá con el papel crucial de absorber la humedad presente en los desechos humanos. Este proceso de deshidratación no solo contribuye a prevenir la aparición de olores desagradables, sino que también crea un entorno propicio para la descomposición natural de los residuos. Además, el material secante forma una capa protectora sobre los desechos, lo que mejora la higiene y evita la proliferación de insectos.

En la tabla número 2.2, mencionada en la metodología, se presentan los factores que contribuyeron a calcular la cantidad total de material secante que será depositado en la cámara de deshidratación, la cual se detallará posteriormente en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Cantidad total de material secante (MS) al tiempo de llenado

Número de personas por fin de semana	Material secante por persona por día (Kg/persona/da)	Material secante por persona por fin de semana (kg/persona/da)	Total de MS por fin de semana (Kg /fin de semana)	Total de MS en un mes (Kg /mes)
39	0,05	0,1	3,9	15,6

Con la estimación de personas multiplicada por la cantidad promedio de material secante que puede depositar cada individuo en la cámara, se obtiene la cantidad total de material secante por fin de semana. Luego, mediante conversiones, determinamos la cantidad total de material secante al mes, expresada en kilogramos.

Es esencial destacar que el valor de material secante por persona por día se basa en el uso de tierra. Por lo tanto, estos resultados pueden variar según el tipo de material secante utilizado y la cantidad que cada persona aplique, ya que esta última puede ser variable.

Volumen total de material sólido

En las propuestas presentadas, se prevé la utilización de contenedores para la recolección de desechos fisiológicos destinados al baño seco. Por lo tanto, resulta imperativo conocer los valores totales tanto de material sólido como líquido en términos de volúmenes. Esto permitirá determinar la capacidad necesaria para cada contenedor y, a su vez, establecer las dimensiones de los tanques y, finalmente, las dimensiones de las cámaras. Se debe tener en cuenta la necesidad de crear espacios que faciliten la manipulación de los contenedores de manera cómoda y eficiente.

Para determinar el volumen total de material sólido, se hace uso de la información de la tabla 2.4 de la metodología, la cual proporciona los factores necesarios para este cálculo.

El valor final se presenta en la tabla número 3.5. Sin embargo, cabe destacar que, antes de obtener los resultados de esta tabla, se calcularon por separado los volúmenes de excretas y material secante al mes, ya que son materiales con diferentes densidades. Estos resultados se detallarán en las tablas 3.3 y 3.4, respectivamente.

Tabla 3.3. Volumen total de heces al tiempo de llenado

Total de excretas en un mes (Kg /mes)	Densidad de heces (Kg /L)	Volumen de heces (L/mes)	Volumen de heces (m^3/mes)
31,2	1,05	29,71	0,02971

Para finalizar con los datos presentados en la tabla número 3.3, se realiza una división entre el valor obtenido del total de excretas al mes y su densidad correspondiente. Es importante tener en cuenta que este valor puede variar en función de la consistencia de las excretas, la cual está determinada por la salud de la persona u otros factores diversos.

Tabla 3.4. Volumen total de MS al tiempo de llenado

Total de MS en un mes (Kg /mes)	Densidad de MS (Kg /L)	Volumen de heces (L/mes)	Volumen de heces (m^3/mes)
15,6	1,6	9,75	0,00975

De manera similar, en el caso de la tabla número 3.4, se llevó a cabo una división con los datos correspondientes al material secante al mes y la densidad del material, con la propuesta del uso de tierra seca como material secante.

Tabla 3.5. Volumen total de material sólido al tiempo de llenado

Volumen de heces (L/mes)	Volumen de heces (L/mes)	Volumen total de material sólido (L /mes)	Volumen total de material sólido (m³/mes)
29,71	9,75	39,46	0,03946

Una vez determinados los volúmenes de material secante y excretas al mes, estos valores se suman y se obtiene el valor total de material sólido mostrado en la tabla número 3.5.

3.1.2 Cantidad de material líquido

El diseño de los baños incluye la utilización de contenedores separados para la recolección de desechos fisiológicos, específicamente, uno destinado a la orina y otro para las excretas. En este sentido, el siguiente paso implica determinar el volumen total de líquidos que se generará en el baño seco.

Como se detalla en la tabla número 2.5 de la metodología, calcular el valor total de orina en litros resulta ser más sencillo, ya que este líquido no se mezclará con nada y ya se reflejará su resultado en volumen. Así, con los factores recomendados, se ha llegado al valor mensual concluido, que se presenta en la tabla número 3.6.

Tabla 3.6. Cantidad total de orina al tiempo de llenado

Número de personas por fin de semana	Producción de orina por persona por día (L/persona/día)	Orina por persona por fin de semana (L/persona/fin de semana)	Total de orina por fin de semana (L /fin de semana)	Total de orina en un mes (L /mes)
39	0,3	0,6	23,4	93,6

En el presente cálculo, se llevó a cabo una multiplicación entre la estimación de personas que visitarán el lugar y la producción de orina por persona. A través de conversiones adecuadas, se ha determinado el valor total al tiempo de llenado recomendado.

Es esencial destacar que el volumen de orina puede ser variable y depender de factores como la hidratación, la dieta, la salud, el clima y la edad de las personas. Dado que este lugar también atrae a personas que practican deportes, es probable que se observe una representación más amplia en la producción de orina debido a la mayor actividad física y la consiguiente necesidad de hidratación.

3.1.3 Contenedores

Una vez obtenidos los volúmenes resultantes al tiempo de llenado tanto para heces como para orina, el siguiente paso implica la selección de contenedores con la capacidad adecuada para la recolección de estos desechos. Dada la posibilidad de variaciones en la producción, se ha optado por contenedores con una capacidad ligeramente superior a la cantidad calculada. Los detalles de estos datos se encuentran presentados en las tablas número 3.7 y 3.8 que se proporcionan a continuación.

Tabla 3.7. Tanque para desechos de heces

Alto (cm)	Ancho (cm)	Capacidad (L)
65	40	56,78

Tabla 3.8. Tanque para desechos de orina

Alto (cm)	Ancho (cm)	Capacidad (L)
85	47	113,56

Para llevar a cabo esta tarea, se ha realizado una investigación en diversos establecimientos comerciales, se examinaron las capacidades y dimensiones de distintos

tipos de contenedores. Como resultado de este análisis, se ha llegado a la conclusión de que los tanques descritos en las tablas 3.7 y 3.8 serán eficientes y capaces de cumplir con los requisitos necesarios para la recolección de desechos.

Como se ha destacado anteriormente, todo el sistema está diseñado para operar en un ciclo de un mes, sin dejar de lado las notables variaciones dentro del sistema. Luego de este período, los contenedores se llenarán y serán posteriormente vaciados en una zona de acopio, tal como se recomienda en el manual (Anexo V). En este espacio designado, los desechos reposarán durante el tiempo indicado. Esta fase permitirá que los desechos se transformen en fertilizante y abono, los cuales podrán ser utilizados para regar los árboles o plantas en la zona. Este enfoque no solo optimiza la gestión de los desechos, sino que también se fomenta prácticas sostenibles y contribuye a mejorar la fertilidad del suelo.

3.1.4 Volumen de las cámaras

Con base en la información proporcionada en la tabla número 2.7 de la metodología y con el uso de los parámetros previamente calculados, se lograron determinar las dimensiones específicas para cada cámara en las dos alternativas consideradas. Los resultados obtenidos se presentan detalladamente en las tablas 3.9 y 3.10. Estas dimensiones son esenciales para el diseño preciso de las cámaras, ya que así se asegura que estas cumplan con los requisitos necesarios para la recolección eficiente de desechos y además se garantiza un funcionamiento óptimo del sistema de baño seco.

Tabla 3.9. Volumen de cada cámara para el diseño 1

Altura m	Largo m	Ancho m	Volumen m³	Volumen de las dos cámaras m³
1	1.1	1.16	1.27	2.54

Como se muestra en la tabla 3.9, en este diseño se han considerado dos cámaras. Esto con base en la estrategia de rotación o alternancia. En este enfoque, mientras una cámara está en uso y se llena, la otra permanece cerrada y en reposo. Esta técnica permite que la cámara en reposo se beneficie de un período adicional para la deshidratación y

descomposición de los desechos. Mantener la cámara inactiva tapada contribuye a crear un entorno propicio para la transformación de los desechos en recursos útiles, como el abono. Además, esta práctica ayuda a asegurar un uso continuo y sostenible del baño seco, con lo que se maximiza su eficacia y minimiza el impacto ambiental.

Tabla 3.10. Volumen de cámara para el diseño 2

Altura	Largo	Ancho	Volumen
m	m	m	m³
1	1.36	1.16	1.58

Como se muestra en la tabla 3.10, en el segundo diseño, se presentan dimensiones similares al diseño número 1, teniendo como diferencia su largo y con esto también su volumen. Esto se debe a la consideración de utilizar una única cámara para alojar los contenedores que recogerán tanto los desechos sólidos como la orina. Esta decisión resulta en una estructura más compacta, en la que se ocupa significativamente menos espacio en comparación con el primer diseño. La optimización de recursos y espacio es evidente al consolidar ambos recipientes en una única unidad funcional.

Entonces, para determinar el volumen que cada cámara del baño seco deberá tener, se inició con el cálculo del total de desechos generados por una persona en el transcurso de un mes. Posteriormente, se seleccionó el volumen del tanque con la capacidad necesaria para recolectar por separado los volúmenes generados de heces y orina. Luego, se procedió a sumar las dimensiones de los tanques para determinar el espacio que ocuparían al ser colocados dentro de las cámaras. Con esta información sobre las dimensiones que ocuparían, se avanzó en el diseño.

Sin embargo, para asegurar un diseño eficiente, fue esencial considerar factores adicionales más allá del simple espacio ocupado por los tanques. Se consideraron posibles variaciones en el uso del baño, la necesidad de espacio para manipular contenedores y el espacio que ocuparían otros elementos en la parte superior del baño seco. Esta consideración integral garantiza que el diseño sea robusto y pueda adaptarse a diferentes escenarios, para así optimizar la gestión de desechos y asegurar la comodidad de los usuarios. La inclusión de un margen adicional es crucial para un funcionamiento óptimo del sistema, así se abordan diversos aspectos que podrían influir en la eficacia y practicidad del baño seco.

3.2 Diseño de planos en AutoCAD

Después de obtener las dimensiones esenciales para las cámaras, se procedió a realizar el diseño detallado de cada propuesta con el uso de la plataforma de AutoCAD. Durante esta fase, se tomaron decisiones cruciales para la distribución del espacio tanto dentro como fuera del baño seco, sin dejar de lado las dimensiones específicas de las cámaras en cada caso.

En un primer paso, se definió el espesor de las paredes mediante el uso de bloques de hormigón de referencia con dimensiones de 7x24x40 cm. Posteriormente, se establecieron las dimensiones totales de la infraestructura, sin dejar de lado las dimensiones ya establecidas de los tanques, basadas en sus volúmenes, y de las cámaras de deshidratación. De este modo, se generó el diseño de la Alternativa 1, con medidas de 3,4 x 1,3 x 2,4 m, y la Alternativa 2, con dimensiones de 3,4 x 1,3 x 1,5 m (Anexos I y II)

Este minucioso proceso de diseño garantiza la precisión y la funcionalidad de cada alternativa, sin olvidar los aspectos prácticos como los estéticos del baño seco. Se logró una división precisa de cada área destinada a los elementos esenciales del sistema, como el urinario, el sanitario, el tubo de ventilación, el tacho de basura y el dispensador de material secante. Todos estos elementos se ubicarán en la parte superior del baño, es decir, encima de las cámaras de deshidratación, para asegurar una conducción eficiente de los desechos hacia los tanques dispuestos dentro de las cámaras.

Durante este proceso, se dedicó especial atención a no alterar las dimensiones de las cámaras y a proporcionar estratégicamente las entradas y salidas de los contenedores. Este enfoque es para garantizar una disposición eficiente y funcional de cada componente, y optimizar así el rendimiento y la comodidad del sistema de baño seco. Además, se aseguró de que cada contenedor sea fácil de manipular dentro de las cámaras y que cada baño ofreciera un acceso fácil y seguro para los asistentes, con la idea de destacar también la experiencia del usuario en el diseño final.

3.3 Rubros

Con base en los planos previamente diseñados, se llevó a cabo el cálculo del presupuesto referencial para cada una de las alternativas propuestas. Tal como se detalla en la metodología, estos presupuestos se determinaron con el uso de "El Boletín de la Cámara de Comercio de la Industria y Construcción" como referencia, complementándolos con

información de precios recopilada de diversas casas comerciales y tiendas en línea especializadas en suministros de construcción.

Este análisis se realizó para asegurar una estimación precisa y detallada con la que se pueda garantizar que cada elemento y fase de las propuestas contará con la asignación presupuestaria adecuada. A continuación, se presentan los rubros resultantes de este proceso de diseño de un baño seco para las alternativas 1 y 2 en las tablas 3.11 y 3.12. Estos datos proporcionarán una base transparente y consistente para la toma de decisiones en el desarrollo de este proyecto, alineándose con estándares reconocidos de la industria de la construcción.

3.3.1 Presupuesto para alternativa 1

Tabla 3.11. Presupuesto referencial para alternativa 1

N°	Rubro	Unidades	Cantidad	Costo/unidad	Costo total
1	Hormigón de contrapiso f'c=210 kg	m ³	0,61	\$ 215,04	\$ 131,60
2	Eternit 183x110cm	u	4	\$ 14,84	\$ 59,36
3	Bloque 7x40x20 cm	u	260	\$ 0,21	\$ 54,6
4	Cemento 50 kg	u	3	\$ 8,00	\$ 24,00
5	Carretilla de arena	u	3	\$ 3,00	\$ 9,00
6	Varillas 6mmx5.9m	u	4	\$ 2,10	\$ 8,40
7	Viga laminada pino 75x75x4000 mm	u	3	\$ 25,00	\$ 75,00
8	Tablones de copal 4x24x420 cm	u	18	\$ 8,50	\$ 153,00
9	Liston Madera Pino 40x40x2000mm	u	14	\$ 3,45	\$ 48,30

10	Malla mosquitera 1.20m	m	1	\$ 0,84	\$ 0,84
11	Tubos PVC 2"x3m	u	2	\$ 2,65	\$ 5,30
12	Codos PVC 2"	u	3	\$ 1,50	\$ 4,50
13	Tee PVC 2"	u	1	\$ 0,97	\$ 0,97
14	Tanque 15 GL	u	1	\$ 23,80	\$ 23,80
15	Tanque 30 GL	u	1	\$ 43,59	\$ 43,59
16	Urinario	u	1	\$ 54,83	\$ 54,83
17	Tapa de baño	u	1	\$ 5,75	\$ 5,75
18	Embudo plástico	u	1	\$ 1,25	\$ 1,25
19	Tríplex 60x60x9mm	u	4	\$ 5,39	\$ 21,56
20	Sombrerete	u	1	\$ 5,00	\$ 5,00
21	Bisagras	u	7	\$ 1,34	\$ 9,38
22	Pasador de puerta	u	3	\$ 1,20	\$ 3,60
23	Plancha aluminio liso 0,4x1000x2000mm	u	1	\$ 18,23	\$ 18,23
24	Herramienta menor	u		\$ 30,00	\$ 30,00
				TOTAL	\$ 791,86

Tabla 3.12. Mano de Obra diseño 1

N°	Rubro	Unidades	Cantidad	Días laborables	Costo/ unidad	Costo total
----	-------	----------	----------	--------------------	------------------	-------------

25	Maestro	Persona	1	5	\$ 30,00	\$ 150,00
26	Oficial	Persona	1	5	\$ 25,00	\$ 125,00
					TOTAL	\$ 275,00
					TOTAL	\$ 1.066,86

Como se evidencia en la tabla 3.11, se ha puesto especial atención en considerar cada rubro relacionado con la construcción del sistema, enfocándose en la eficiencia del uso de materiales para evitar desperdicios y lograr una combinación óptima de economía y facilidad de ejecución. Es esencial destacar que este presupuesto se presenta como una referencia y está sujeto a posibles ajustes según las circunstancias, las necesidades específicas en el momento de la construcción o la identificación de opciones más convenientes en términos de materiales.

La optimización en el uso de materiales será esencial, ya que no solo contribuirá a la eficiencia económica del proyecto, sino que también respalda prácticas sostenibles y responsables con el medio ambiente.

En la tabla 3.12, se ha desglosado de manera separada el costo de la mano de obra, ya que se contempla la posibilidad de que los propios miembros de la comunidad local sean capaces de llevar a cabo la construcción. Esta consideración no solo tiene implicaciones económicas positivas, sino que también fomentará la participación de la comunidad en el proceso de implementación del sistema.

3.3.2 Presupuesto para alternativa 2

La diferencia principal entre la Propuesta 1 y la Propuesta 2 reside en la disposición de las cámaras. En el caso de la Alternativa 2, se ha diseñado con una única cámara, lo que implica un cambio significativo en las dimensiones del baño con respecto a la Alternativa 1. Esta modificación en la disposición de las cámaras no solo afecta la distribución espacial, sino que también tiene un impacto directo en la inversión necesaria para la construcción del sistema. Como resultado, se observa una disminución proporcional en el costo total, como se detalla en la tabla 3.13.

Tabla 3.13. Presupuesto referencial para alternativa 2

N°	Rubro	Unidades	Cantidad	Costo/unidad	Costo total
1	Hormigón de contrapiso f'c=210 kg	m ³	0,45	\$ 215,04	\$ 96,77
2	Eternit 183x110cm	u	4	\$ 14,84	\$ 59,36
3	Bloque 7x40x20 cm	u	202	\$ 0,21	\$ 42,42
4	Cemento 50 kg	u	3	\$ 8,00	\$ 24,00
5	Carretilla de arena	u	3	\$ 3,00	\$ 9,00
6	Varillas 6mmx5.9m	u	4	\$ 2,10	\$ 8,40
7	Viga laminada pino 75x75x4000 mm	u	3	\$ 25,00	\$ 75,00
8	Tablones de copal 4x24x420 cm	u	18	\$ 8,50	\$ 153,00
9	Liston Madera Pino 40x40x2000mm	u	14	\$ 3,45	\$ 48,30
10	Malla mosquitera 1.20m	m	1	\$ 0,84	\$ 0,84
11	Tubos PVC 2"x3m	u	2	\$ 2,65	\$ 5,30
12	Codos PVC 2"	u	3	\$ 1,50	\$ 4,50
13	Tanque 15 GL	u	1	\$ 23,80	\$ 23,80
14	Tanque 30 GL	u	1	\$ 43,59	\$ 43,59
15	Urinario	u	1	\$ 54,83	\$ 54,83
16	Tapa de baño	u	1	\$ 5,75	\$ 5,75

17	Embudo plástico	u	1	\$ 1,25	\$ 1,25
18	Tríplex 60x60x9mm	u	4	\$ 5,39	\$ 21,56
19	Sombrerete	u	1	\$ 5,00	\$ 5,00
20	Bisagras	u	5	\$ 1,34	\$ 6,70
21	Pasador de puerta	u	2	\$ 1,20	\$ 2,40
22	Plancha aluminio liso 0,4x1000x2000mm	u	1	\$ 18,23	\$ 18,23
23	Herramienta menor	u		\$ 30,00	\$ 30,00
				TOTAL	\$ 740,00

Tabla 3.14. Mano de Obra diseño 2

N°	Rubro	Unidades	Cantidad	Días laborables	Costo/unidad	Costo total
25	Maestro	Persona	1	5	\$ 30,00	\$ 150,00
26	Oficial	Persona	1	5	\$ 25,00	\$ 125,00
					TOTAL	\$ 275,00
					TOTAL	\$ 1015,00

Aunque los elementos presupuestarios son consistentes entre las alternativas, se evidencian variaciones en las cantidades de cada uno, principalmente atribuibles a las dimensiones más reducidas de la Alternativa 2, la cual cuenta con una sola cámara. Además, también de sus accesorios para la instalación de la ventilación para las cámaras. Esta reducción en las dimensiones conlleva una disminución en la cantidad de materiales

utilizados, lo que se traduce directamente en una disminución en los costos totales asociados a cada componente.

Asimismo, es importante señalar que, de manera similar al presupuesto de la Alternativa 1, tanto los ítems presupuestarios como la mano de obra son variables. Esto se debe a que los responsables del proyecto podrían enfrentar inconvenientes con los materiales sugeridos, lo que da lugar a que puedan cambiarlos. Además, podrían considerar más adecuado llevar a cabo la construcción por cuenta propia. Esta flexibilidad busca adaptarse a posibles ajustes y decisiones que surjan durante la ejecución del proyecto, y así también proporcionar libertad en la elección de materiales y en la participación de los usuarios en la construcción.

3.4 Manual

Como se mencionó en la metodología, la guía ha sido elaborada con la intención de abordar aspectos significativos, tanto para el diseño del baño 1 como para el diseño del baño 2 en general. Ambos comparten la misma base de sistema, con una variación únicamente en el número de cámaras. Los temas tratados incluyen la ampliación del conocimiento acerca de la importancia de este sistema, la provisión de información detallada sobre sus elementos y funcionamiento, la descripción de la manera y las bases con las que fueron diseñados los sistemas, así como la orientación en el manejo de residuos y las prácticas de mantenimiento y limpieza del baño.

Entonces, para empezar, se ofrece una introducción que destaca la importancia crucial de elegir esta alternativa, no solo como un impulso para la sostenibilidad, sino también como una estrategia efectiva para disminuir la dependencia de fertilizantes químicos y preservar activamente los recursos hídricos.

En la siguiente sección, se habla de las definiciones fundamentales para adentrarse en los sistemas de baños secos. Estas incluyen conceptos clave como el baño seco, la cámara de deshidratación, el material secante, el compost, los sistemas de ventilación y el área de acopio. Esta comprensión preliminar establece la base para a continuación, dar una descripción detallada de los elementos más cruciales en este sistema. Dentro de este apartado, se aborda con detalle las definiciones del inodoro con separación de orina, el urinario masculino, la ventana con malla para mosquitos, el recipiente indispensable con material secante, el cubo de basura, la tubería para evacuar la orina y, para concluir, los contenedores de almacenamiento. Este análisis busca proporcionar una comprensión

completa de los componentes esenciales que integran eficazmente el sistema de baños secos, para permitir una implementación efectiva y un manejo adecuado de los desechos.

A continuación, se detallan, mediante enumeración, las prácticas esenciales para el uso apropiado del baño seco. Estas acciones específicas son fundamentales para prevenir posibles inconvenientes y maximizar la eficiencia del sistema. En primer lugar, se enfatiza la importancia de cerrar la tapa del baño cuando no esté en uso, para así evitar el ingreso de factores que perjudiquen el sistema. Asimismo, se aborda la postura adecuada del usuario al sentarse, esto para asegurar la separación correcta de los desechos depositados. Se destaca también la relevancia de disponer del papel usado en un bote específico, para promover una gestión adecuada de los residuos. La colocación estratégica y dispersión del material secante se aborda como una medida esencial para cubrir las heces y prevenir olores, mezclas indeseadas y la atracción de insectos. Por último, se proporcionan pautas claras para el uso correcto del urinario, especialmente dirigido a los usuarios masculinos, para asegurar una operación eficiente y respetuosa con el entorno. Estas instrucciones detalladas buscan garantizar un funcionamiento óptimo del baño seco y promover prácticas responsables por parte de los usuarios.

Como otro aspecto crucial, se aborda la limpieza y el mantenimiento del baño. En esta sección, se proporcionan instrucciones detalladas sobre la forma de llevar a cabo estas tareas y se especifica el tipo de material que debe utilizarse para la limpieza de elementos como el sanitario, el urinario, la infraestructura, las cámaras de deshidratación y los contenedores. Estas directrices buscan asegurar un entorno higiénico y eficaz, sin dejar de lado la importancia de utilizar los productos y métodos adecuados para preservar la funcionalidad y la higiene del sistema de baño seco.

La guía se extiende a proporcionar una información detallada sobre la gestión final de los residuos generados en los baños secos. Se sugiere la creación de una zona de acopio estratégica para el almacenamiento que facilite la recolección y tratamiento adecuado de estos desechos una vez alcanzado el tiempo de llenado recomendado, en este caso, establecido en un mes debido al alto número y variación de usuarios que pueden hacer uso del baño al ser un centro turístico.

En esta sección específica, se detallan los períodos aconsejados para reservar los desechos con el fin de utilizarlos posteriormente como fertilizante o abono. Se recomienda un tiempo mínimo de almacenamiento de 6 meses para la orina y de 1 año para las heces,

para así garantizar un proceso de saneamiento seguro que elimine cualquier posibilidad de molestias o complicaciones.

Este punto no solo asegura la eficacia del tratamiento de los desechos, sino que también promueve prácticas ambientalmente sostenibles en la gestión de residuos del baño. Así se contribuye a la preservación del entorno, se refuerza la importancia de adoptar medidas responsables en la disposición final de los desechos, y se da lugar al compromiso con la sostenibilidad y la conservación del medio ambiente.

La guía dedica un espacio también al material secante, en el que se detalla información y se explora diversas opciones disponibles con el objetivo de destacar los beneficios asociados con cada una. Se proporciona una recomendación específica de material, que consiste en una mezcla de cal con tierra. Además, se incluyen instrucciones detalladas sobre la composición y la mezcla para garantizar su efectividad. Esta sección no solo busca informar sobre las alternativas disponibles, sino también orientar a los usuarios sobre la elección y preparación adecuada del material secante. Al destacar la mezcla de cal con tierra como recomendación, se enfatizan sus ventajas y se proporciona una guía práctica para su aplicación efectiva en el contexto de un baño seco.

Se introduce y plantea también la necesidad de abordar la construcción del inodoro desde cero, ya que estos no están disponibles en el mercado. En esta sección, se ofrecen recomendaciones detalladas sobre los materiales más apropiados, así como las dimensiones ideales que resultan en un inodoro de 40 cm de altura, 50 cm de longitud y 45 cm de ancho. Además, se proporciona un proceso paso a paso que guía la construcción del inodoro, para asegurar un resultado exitoso y eficiente.

Este apartado no solo se centra en brindar información esencial sobre la selección de materiales y medidas, sino que también ofrece una guía práctica que facilita la implementación del proyecto de construcción del inodoro. Dada la ausencia de opciones comerciales disponibles, la guía busca no solo informar, sino también incentivar a los usuarios con el suministro de las herramientas necesarias para llevar a cabo la construcción con éxito y eficiencia.

Para concluir, se ha reservado un espacio para describir la premisa fundamental que guió el diseño de los baños, en la que se proporciona una justificación detallada de las medidas consideradas en este proceso. En esta sección, se muestra de manera concisa las decisiones tomadas, desde la elección de materiales hasta la metodología de construcción.

Se destaca que los diseños se conciben con la idea central de que la prioridad de la estructura es proporcionar privacidad y comodidad. En particular, se especifica que la estructura se ha dado para no sostener cargas fuertes, por lo que se recomienda la construcción de una mampostería liviana de bloques cruzados. Esto implica prescindir de columnas convencionales y, en su lugar, emplear bloques entrelazados con varillas entre sus orificios que a continuación se rellenarán de hormigón para que actúe como elemento rígido y garantice la estabilidad de las paredes. Este enfoque no solo resalta la importancia de la comodidad y la privacidad en el diseño, sino que también subraya la eficiencia y la innovación en la elección de materiales y métodos de construcción.

4. CONCLUSIONES

- Se diseñó dos propuestas de diseño para baños secos con el objetivo de satisfacer las necesidades específicas del entorno. Estas propuestas se distinguen únicamente por el espacio que ocuparán y la disposición de las cámaras, manteniendo sin embargo la misma funcionalidad y finalidad. Ambas alternativas buscan optimizar el uso del espacio disponible y garantizar un funcionamiento eficiente, en línea con los requerimientos y estándares establecidos para este tipo de instalaciones.
- El análisis llevado en este trabajo respalda la idea de que la introducción de sistemas de baños secos conlleva una contribución significativa a la disminución del impacto ambiental. La conversión de desechos en abono representa una solución ecológicamente sostenible y respetuosa con el entorno, con la demostración de ser no intrusivo para el resto del ecosistema.
- Desde el punto de vista de la transformación de desechos, este baño seco destaca por su eficiencia en la gestión de residuos y por su capacidad para convertirlos en abono, para así dar un beneficio adicional en la agricultura sostenible.
- El baño seco resulta ser una opción eficiente y sostenible para la gestión del saneamiento, especialmente en el lugar del proyecto donde no existe un sistema convencional de baño, acceso a agua potable ni alcantarillado. Su capacidad para funcionar sin requerir infraestructuras complejas y sin depender significativamente de recursos hídricos lo posiciona como una solución práctica y respetuosa con el entorno.
- La implementación de baños secos puede contribuir a la creación de una mayor conciencia ambiental dentro de la comunidad, ya que destaca la conexión entre la gestión de desechos, la conservación del agua y la protección del entorno local.
- El manual proporciona instrucciones detalladas sobre el uso y mantenimiento del sistema con las que se pretende prevenir problemas a lo largo del tiempo.
- Al seguir las indicaciones detalladas, los usuarios no solo maximizan la eficiencia del sistema, sino que también contribuyen a su sostenibilidad a largo plazo.

- Dentro de la realización del sistema se reconocen limitaciones, como la variabilidad que se evidenció en la cantidad de usuarios que usen el baño y con esto también la producción de orina y heces, que podrían afectar la capacidad de las cámaras.
- La capacidad de adaptarse a diferentes dimensiones y disposiciones de cámaras, como se discutió en las alternativas 1 y 2, destaca la flexibilidad del diseño para ajustarse a las necesidades específicas y limitaciones del entorno.
- La variación en las cantidades y costos entre las alternativas evidencia la economía y eficiencia de los materiales propuestos, particularmente en la Alternativa 2 que cuenta con una única cámara, en la que se muestra una reducción en el uso de materiales.
- Con los rubros se pone de manifiesto la divergencia de costos entre los dos diseños, evidenciando una reducción del 6,55% en el baño de cámara simple en comparación con el de doble cámara. Esta diferencia económica resalta la variación en los gastos asociados a cada diseño, mostrando la eficiencia en términos de inversión que ofrece la opción de cámara simple respecto a su contraparte de cámara doble.
- Con la información de los presupuestos y su variabilidad, se proporciona una visión transparente de cómo las decisiones de diseño influyen directamente en los costos asociados, con esto se facilita la toma de decisiones informadas y la evaluación comparativa entre las alternativas propuestas.
- Una vez revisados los resultados en los rubros obtenidos, se puede concluir que el diseño 2 es la opción más viable. Este garantiza la función de ser un servicio higiénico sin depender de agua potable y alcantarillado sin ser intrusivo con la reserva. Además, su diseño resulta más económico y sencillo en comparación con la alternativa número 1, a pesar de cumplir con los mismos objetivos.

5. RECOMENDACIONES

- Se enfatiza la importancia de adherirse rigurosamente al manual de uso y mantenimiento, ya que su seguimiento adecuado es fundamental para orientar a los usuarios y asegurar el éxito continuo del sistema de baño seco.
- Se recomienda a los responsables de la zona suministren información detallada a los visitantes, brindándoles orientación sobre la adecuada utilización del sistema de baño seco. Esta medida no solo garantiza que los turistas saquen el máximo provecho de las instalaciones, sino que también desempeña un papel crucial en la superación de posibles estigmas asociados con este tipo de sistemas.
- Establecer un plan de monitoreo y mantenimiento regular para garantizar el funcionamiento adecuado del sistema a lo largo del tiempo. Esto incluiría inspecciones periódicas y capacitación para el personal local encargado del mantenimiento.
- Desarrollar un sistema eficiente para la gestión de los abonos generados, para asegurar su aplicación segura en la agricultura local y minimizar cualquier riesgo para la salud pública.
- Compartir los resultados positivos del sistema de baño seco con otras comunidades y organizaciones, con la finalidad de fomentar la replicación del modelo en áreas con necesidades similares.
- Es crucial seguir los planos proporcionados para cada baño, ya que cada diseño ha sido elaborado de manera particular para asegurar su funcionamiento óptimo y una utilización eficiente del espacio. Así se garantizará la eficacia estructural de cada instalación y de todo el sistema en su conjunto.
- Se enfatiza la importancia de adoptar prácticas eficientes que permitan el máximo aprovechamiento de cada material de construcción, para así reducir la generación de residuos innecesarios. Esta estrategia no solo respalda la sostenibilidad ambiental del proyecto, sino que también contribuye a la eficiencia económica al minimizar costos asociados con la compra de materiales adicionales.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ONU. (2018). Agua. <https://www.un.org/es/global-issues/water>
- Jumapam. (2020, octubre 6). Distribución de Agua en el Planeta. Gob.mx. <http://jumapam.gob.mx/cultura-del-agua/distribucion-de-agua-en-el-planeta/>
- Fundación Aquae. (2020, febrero 7). ¿Cuál es la calidad perfecta del agua? <https://www.fundacionaquae.org/wiki/calidad-agua/>
- Hidraqua. (2020, octubre 6). El origen del agua potable. Hidraqua.es. <https://www.hidraqua.es/captacion>
- Moliá, R. (2020). Redes de Distribución. <http://file:///Users/isabel/Downloads/componente45475.pdf>
- Unesco. (2022). Abordar la escasez y la calidad del agua. Unesco.org. <https://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/escasez-calidad>
- Naciones Unidas. (2012). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Organización Mundial de la Salud. (2021). Comunicado de prensa. <https://www.who.int/es/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution#:~:text=%C2%ABLa%20OMS%20estima%20que%20cada,est%C3%A9n%20sanas%20y%20sean%20productivas.>
- Organización Panamericana de la Salud. (2022). Saneamiento básico: agua segura, disposición de excretas y manejo de la basura: cuadernillo para capacitaciones con enfoque intercultural en áreas rurales. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/56014>
- Organización Panamericana de la Salud. (2004). Metodología para implementación de módulos sanitarios comunales en localidades rurales. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/55899>
- Roperó, S. (2020). Tipos de impactos ambientales. <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-impactos-ambientales-2941.html>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). Saneamiento. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>
- Cárdenas, D. Patiño, F. (2010). Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de tutucán, cantón paute, provincia del Azuay. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>
- Naciones Unidas. (2022). Los servicios básicos de agua potable y electricidad como sectores clave para la recuperación transformadora en América Latina y el Caribe.

<https://www.cepal.org/es/enfoques/servicios-basicos-agua-potable-electricidad-como-sectores-clave-la-recuperacion>

Plomex. (2020, mayo 7). Así impacta en el medio ambiente una falla o ausencia de pozos sépticos. <https://plomexrd.com/asi-impacta-en-el-medio-ambiente-una-falla-en-los-pozos-septicos/>

Ramírez, J. (2024). ¿Qué es un baño seco? <https://aprende.com/blog/oficios/plomeria/que-es-un-bano-seco/>
<https://app.bibguru.com/p/c1b3f208-73cb-4383-bc13-df9ab0c223e9>

Tilley, E. (2008). Cámara de deshidratación. <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-saneamiento/recoleccion-y-almacenamiento/c%C3%A1mara-de-deshidrataci%C3%B3n>

Suarez, Y. (2020). Baño seco ecológico.

<https://www.youtube.com/watch?v=wF5eUICeVxs>

Casa, J. Quilca, J. (2021). Propuesta Técnica de un Sistema de baño seco para una vivienda ubicada en la parroquia del Condado, DMQ. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/22220/1/CD%2011721.pdf>

Enrique I. (2018). Cuando el retrete tiene futuro: un sanitario sin remordimiento, el baño seco mecatrónico. <https://www.elsoldetoluca.com.mx/local/cuando-el-retrete-tiene-futuro-un-sanitario-sin-remordimiento-el-bano-seco-mecatronico-1956530.html/amp>

La huerta de Iván. (2018). ¿QUE ES UN BAÑO SECO Y COMO FUNCIONA? https://www.youtube.com/watch?v=Fi79Uhi_HtE&t=3s

Vibratierra. (2021). Como HACER un BAÑO SECO de doble cámara desde CERO <https://www.youtube.com/watch?v=DC0G-5sj9Yo&t=1s>

Guardado, A. (2022). ¿QUÉ ES EL ABONO ORGÁNICO Y CUÁLES SON SUS BENEFICIOS? <https://www.lamastore.es/blog/abono-organico/>

Montaño, N. Sandoval, A. Camargo, S. Sánchez, J. (2010). Los microorganismos: pequeños gigantes. <https://www.redalyc.org/pdf/294/29411989003.pdf>

Ferreira, S. (2023). INSALUBRIDADE - O QUE É? <https://www.guiatrabalhista.com.br/guia/insalubridade.htm>

Gur, E. Spuhler, D. (2020). Red de distribución comunitaria. <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/red-de-distribuci%C3%B3n-comunitaria>

Stauffer, B. Spuhler, D. (2020). Captación de ríos, lagos y embalses (reservorios) <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/captacion/captaci%C3%B3n-de-r%C3%ADos%2C-lagos-y-embalses-%28reservorios%29>

García, S. (2013). ¿Qué es mantenimiento?
<https://www.youtube.com/watch?v=x9JVvqm9aqE>

Ropero, S. (2021). Recursos Naturales del Ecuador.
<https://www.ecologiaverde.com/recursos-naturales-del-ecuador-3200.html>
<https://www.fao.org/3/i9183es/i9183es.pdf>

Fundación Aquae. (2021). Principales causas y consecuencias de la contaminación en el agua. <https://www.fundacionaquae.org/agua-y-contaminacion/>

OMS. (2022). La OMS publica una nueva norma para hacer frente a la creciente amenaza de la pérdida de audición. <https://www.who.int/es/news/item/02-03-2022-who-releases-new-standard-to-tackle-rising-threat-of-hearing-loss>

National Geographic. (2016). Contaminación lumínica: el 83% de la población mundial no puede ver las estrellas. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/contaminacion-luminica-el-83-de-la-poblacion-mundial-no-puede-ver-las-estrellas>

ONU. (2023, marzo 24). Día del agua: garantizar la disponibilidad de agua y el saneamiento en la región andina. <https://ecuador.un.org/es/224762-d%C3%ADa-del-agua-garantizar-la-disponibilidad-de-agua-y-el-saneamiento-en-la-regi%C3%B3n-andina#:~:text=En%20el%20caso%20del%20Ecuador,a%20agua%20segura%20y%20saneamiento.>

Castillo, L. (2002) Sanitario Ecológico Seco. Manual de diseño, construcción, uso y mantenimiento. https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CASTILLO%202002.%20Sanitario%20Ecol%C3%B3gico%20Seco.PDF
<https://www.vice.com/es/article/j54xv7/expertos-dicen-cuando-y-como-debes-cagar>

Loreto, I. (2022, abril 11). ¿Cuántas veces debe orinar al día una persona sana? <https://www.noticiasdenavarra.com/salud/2022/11/04/veces-debe-orinar-dia-persona-6194493.html>

7. ANEXOS

ANEXO I. Certificado de Turnitin



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS
CAMPUS POLITÉCNICO "ING. JOSÉ RUBÉN ORELLANA"

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

Quito, D.M. 15 de febrero de 2024

De mi consideración:

Yo, SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA, en calidad de Directora del Trabajo de Integración Curricular titulado ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA ALTERNATIVO DE SANEAMIENTO UBICADO EN EL BARRIO SAN FRANCISCO DE BAÑOS, CANTÓN QUITO elaborado por la estudiante MILENA ISABEL PABÓN VALENCIA de la carrera en TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL, certifico que he empleado la herramienta Turnitin para la revisión de originalidad del documento escrito secciones: Resumen , Alcance, Marco teórico, Metodología, Resultados, Conclusiones y Recomendaciones (sin anexos), producto del Trabajo de Integración Curricular indicado.

El documento escrito tiene un índice de similitud del 9 %.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo la interesada hacer uso del presente documento para los trámites de titulación.

NOTA: Se adjunta el informe generado por la herramienta Turnitin.

Atentamente,



Patricia Panchi Jima
Docente
ESFOT

Tesis Isabel Pabón_ FINAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS

Trabajo del estudiante

<1%

2

bibdigital.epn.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

3

Submitted to Universidad San Francisco de Quito

Trabajo del estudiante

<1%

4

Submitted to National University College - Online

Trabajo del estudiante

<1%

5

opuntiabrava.ult.edu.cu

Fuente de Internet

<1%

6

repository.unad.edu.co

Fuente de Internet

<1%

7

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1%

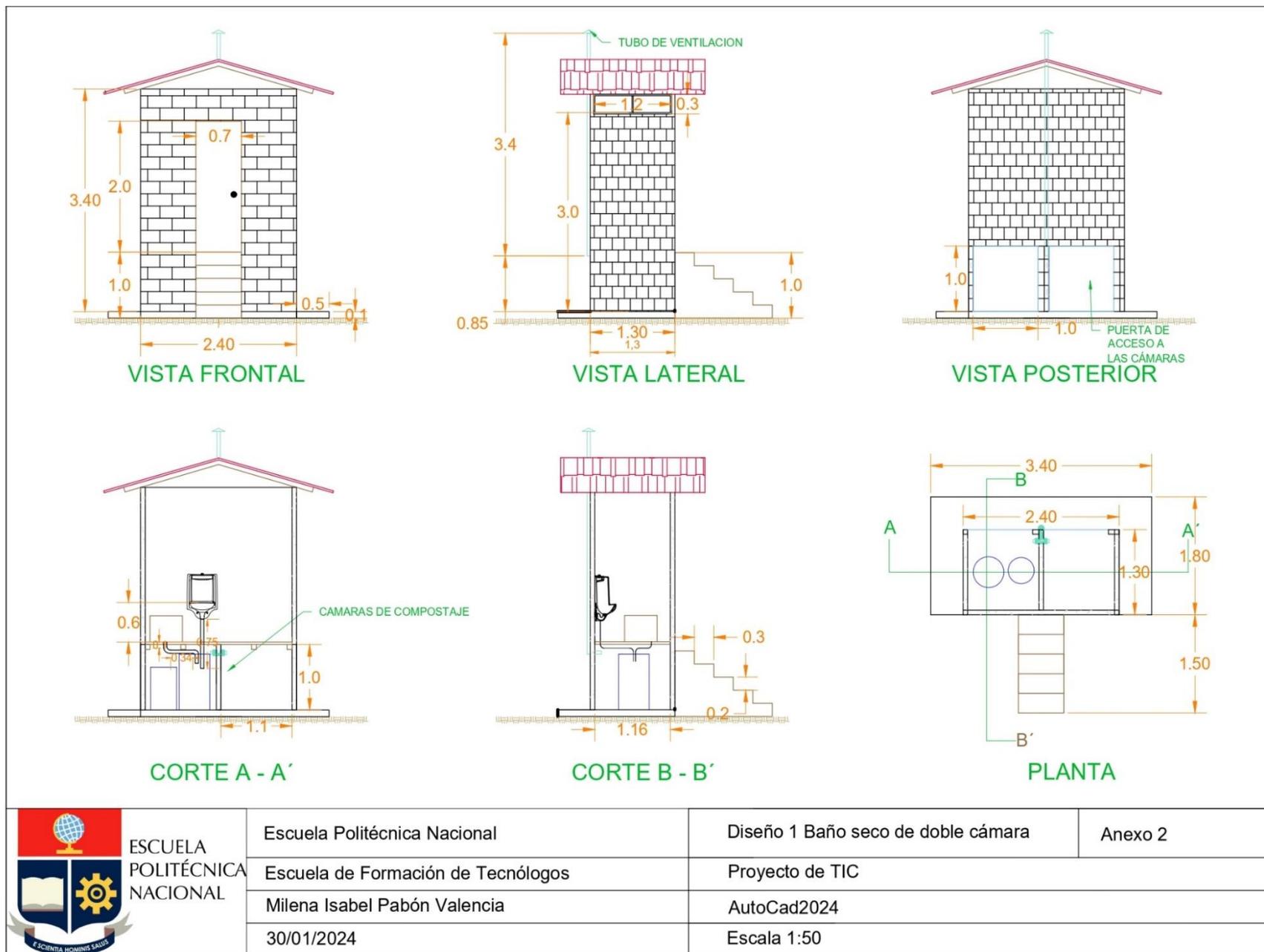
8

Submitted to Universidad Autonoma de Chile

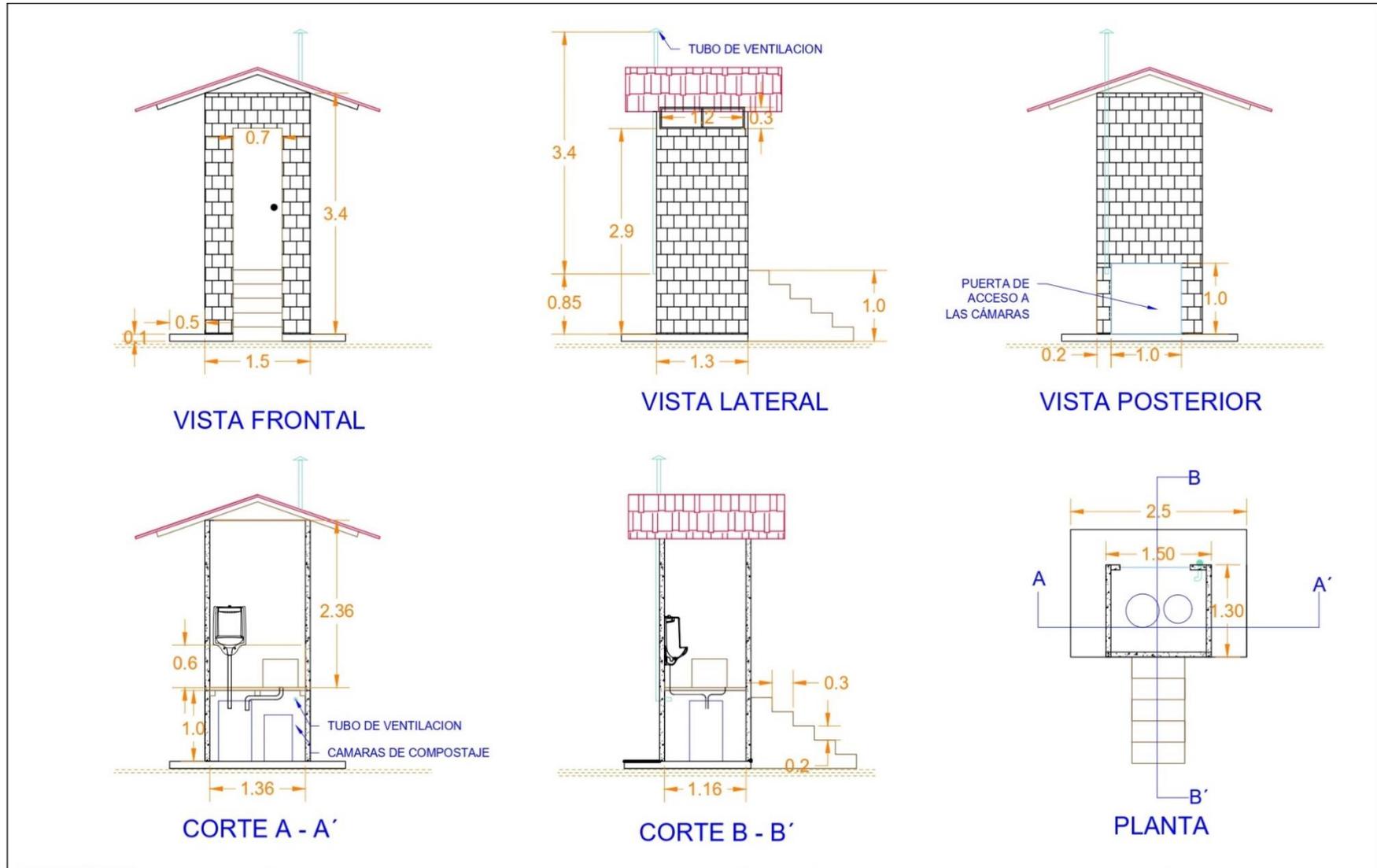
Trabajo del estudiante

<1%

ANEXO II. Diseño 1: Baño seco de doble cámara

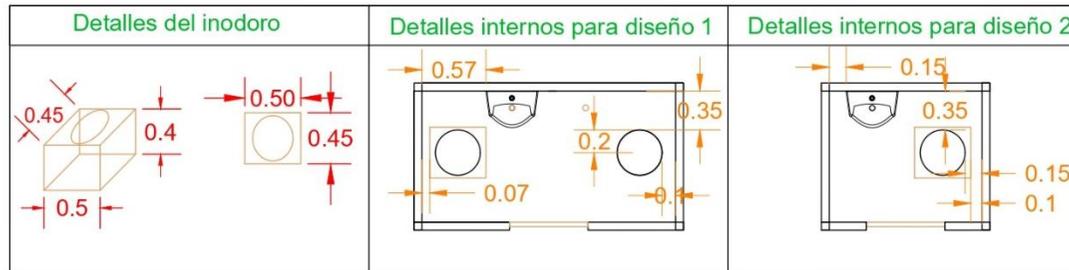


ANEXO III. Diseño 2: Baño seco de una cámara



 <p>ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL</p>	Escuela Politécnica Nacional	Diseño 2 Baño seco de una cámara	Anexo 3
	Escuela de Formación de Tecnólogos	Proyecto de TIC	
	Milena Isabel Pabón Valencia	AutoCad2024	
	30/01/2024	Escala 1:50	

ANEXO IV. Detalles para planos



NOTAS PARA EL SISTEMA

1. Las tuberías para ventilación junto con sus accesorios, serán de PVC roscable de 2".
2. Las tuberías para evacuación de orina junto con sus accesorios, serán de PVC roscable de 2".
3. La tubería para ventilación será ubicada por fuera de la mampostería y con acceso a las cámaras como se especifica en los planos.
4. La mampostería será construida con bloque cruzado de 7x40x20 cm, con varillas entre sus uniones en cada esquina y rellenas de hormigón.
5. Para la estructura de piso y techo se usarán vigas laminadas de 75x75x4000 mm.
6. El techo ha sido diseñado con base a eternit de 183x110 cm.
7. Para la estructura de las escaleras se han considerado listones de madera de 40x40x2000 mm y tablón de 4x24x 420cm.
8. En el diseño del piso del baño se consideraron tablonces de 4x24x420 cm.
9. Los tanques o contenedores con los que se basó el diseño son de plástico, de 15 GL para las heces y 30 GL para orina.
10. El inodoro podrá ser realizado con tablonces o triplex de 60x60x90 mm, con un embudo y una tapa de inodoro convencional.
11. Las puertas de las cámaras se han diseñado con base a aluminio liso de 0,4x1000x2000 mm.
12. Para la puerta podrán usarse tablonces de 4x24x420 cm y listones de madera de 40x40x2000 mm.
13. En la ventana deberá usarse malla mosquitera.

LEYENDA DEL SISTEMA

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO
TUBERÍA PVC 2" PARA ORINA	
TUBERÍA PVC 2" PARA VENTILACIÓN	
CODO DE 90° PVC 2" PARA ORINA	
CODO DE 90 ° PVC 2" PARA VENTILACIÓN	
TEE PVC 2"	
SOMBRETERETE PARA VENTILACIÓN	
ACCESO A LA CÁMARA PARA EL INODORO DESDE EL PISO	
ACCESO A LA CÁMARA PARA EL INODORO DESDE EL PISO	



ESCUELA
POLITÉCNICA
NACIONAL

Escuela Politécnica Nacional

Escuela de Formación de Tecnólogos

Milena Isabel Pabón Valencia

30/01/2024

Detalle de inodoro y especificaciones

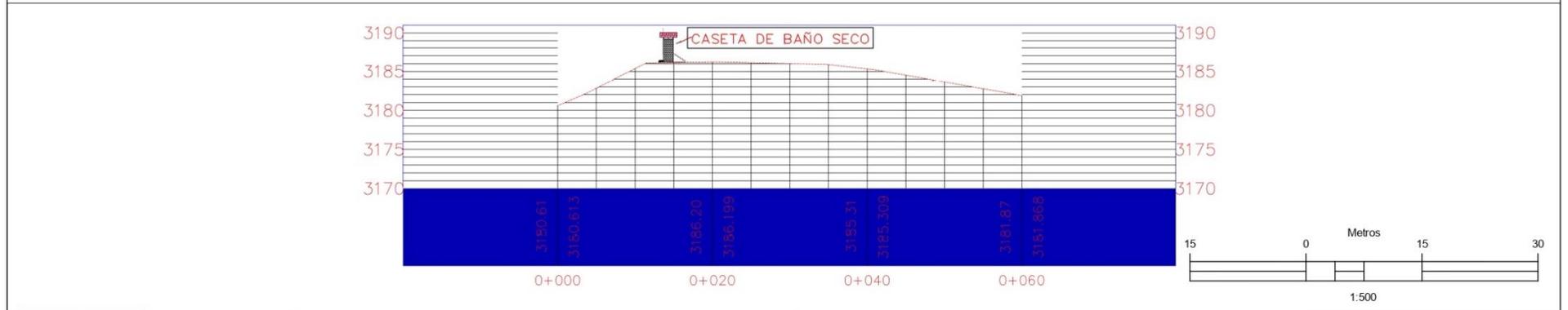
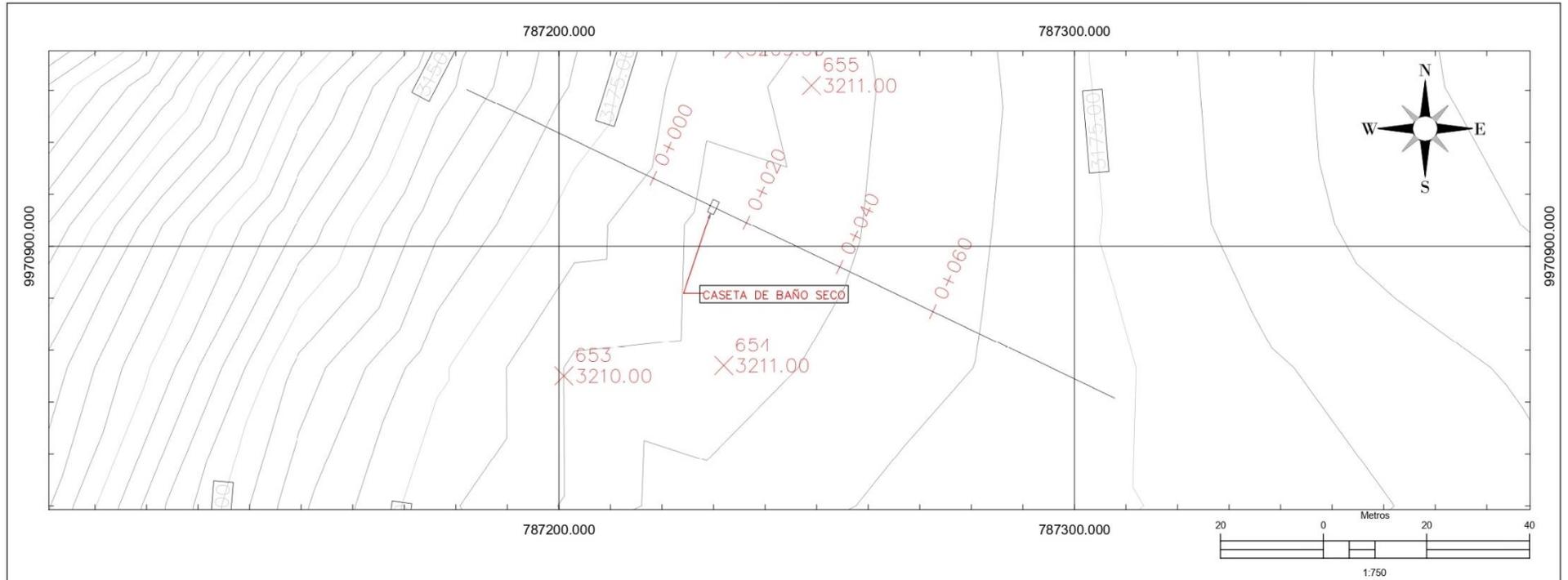
Proyecto de TIC

AutoCad2024

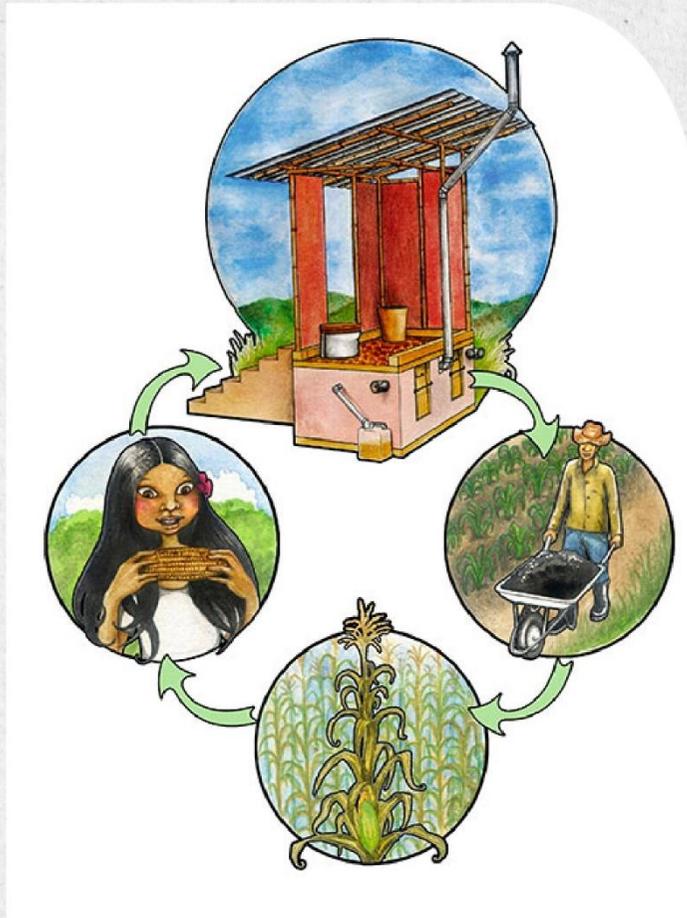
Escala 1:40

Anexo 4

ANEXO V. Perfil e implantación aplicable para los dos diseños



 ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	Escuela Politécnica Nacional	Implantación y Perfil de la caseta para baño seco.	
	Escuela de Formación de Tecnólogos		
	Milena Isabel Pabón Valencia	Proyecto de TIC	Anexo 5
	30/01/2024	AutoCad2024	



BAÑO ECOLÓGICO SECO

Guía para el usuario

Índice

Introducción	3
¿Por qué tener un baño seco?	4
Definiciones fundamentales	6
Elementos importantes dentro del baño seco	7
Uso del baño seco	11
Limpieza y mantenimiento	13
Disposición de desechos fisiológicos	16
Material secante	19
Mezcla de material secante	20
Construcción del inodoro con separador de orina	21

Introducción

Esta guía está diseñada para proporcionar información integral sobre el uso y mantenimiento de este sistema de saneamiento, brindando la oportunidad de adoptar prácticas respetuosas con el medio ambiente en su vida diaria.

El Baño Seco no solo representa una alternativa eficiente a los sistemas convencionales de gestión de desechos, sino que también simboliza su contribución activa hacia la preservación del agua y la promoción de prácticas más sostenibles. A lo largo de esta guía se encontrarán instrucciones claras y consejos prácticos para garantizar una experiencia gratificante y respetuosa con el entorno.

¿Por qué tener un baño seco?

Adoptar un baño seco ofrece una alternativa ecoamigable y sostenible en la gestión de desechos, marcando una diferencia significativa en varios aspectos. La principal razón reside en la conservación del agua, ya que elimina la necesidad de utilizar este recurso vital para la descarga de desechos. Esto es especialmente crucial en áreas propensas a la escasez de agua. Además, el saneamiento facilitado por los baños secos es esencial en áreas remotas o donde las infraestructuras de baños convencionales no son viables.

La generación de compost a partir de desechos orgánicos fomenta prácticas agrícolas sostenibles y disminuye la necesidad de utilizar fertilizantes químicos. La capacidad de enfrentar interrupciones en el suministro de servicios públicos y la perspectiva de reducir a largo plazo los gastos asociados con el agua son consideraciones económicas significativas. En esencia, elegir un baño seco no solo implica una decisión consciente con respecto al medio ambiente, sino que también representa una contribución a la preservación de recursos y a la construcción de un futuro más sostenible.



Definiciones fundamentales

- **Baño seco:**

Este es un sistema de saneamiento que opera sin la necesidad de agua para la eliminación de desechos humanos. En vez de depender de agua, hace uso de material secante para facilitar la descomposición de residuos y posteriormente usarlos como compost.

- **Cámara de deshidratación:**

Tiene principalmente la función de recoger, almacenar y deshidratar las heces. Debido a que la humedad propicia el crecimiento de organismos patógenos y olores, esta cámara debe estar diseñada para prevenir la entrada de humedad externa al sistema.

- **Material secante:**

Este se emplea con el fin de absorber la humedad, crear un entorno seco y garantizar la descomposición adecuada de los desechos humanos, al tiempo que disminuye los olores. Se pueden utilizar diversos materiales secantes, como aserrín, virutas de madera, cáscaras de coco, papel, hojas, ceniza, tierra o incluso paja.

- **Compost:**

Se trata de un fertilizante orgánico altamente nutritivo diseñado para enriquecer la calidad del suelo y fomentar el desarrollo de las plantas. Es un proceso de descomposición controlada y sostenible que contribuye a gestionar los desechos orgánicos en beneficio del medio ambiente.

- **Sistema de ventilación en baños secos:**

Este sistema tiene la responsabilidad de disminuir los olores no deseados originados por los residuos, además de favorecer la rápida descomposición de los desechos. Su eficacia se debe a que suministra oxígeno, mejorando así el proceso y previniendo posibles riesgos para la salud, al mismo tiempo que mantiene un entorno higiénico.

- **Área de acopio:**

Hace referencia a un lugar designado para el almacenamiento temporal de materiales, en este caso, los desechos fisiológicos. Este lugar servirá para ayudar a los materiales a completar su tiempo de desinfección o saneamiento para poder usarlos después como fertilizante o abono orgánico.

Elementos importantes dentro del baño seco

Algunos de los elementos más importantes que no deben faltar en el baño seco son:

- **Inodoro con separador de orina:**

Este es un diseño de inodoro que tiene como objetivo separar de manera eficiente los desechos líquidos y sólidos, cuenta con un mecanismo que dirige la orina hacia un compartimiento separado del resto de los desechos.

- **Urinario masculino:**

Este es un mueble necesario que servirá para que los hombres puedan orinar sin la necesidad de usar el sanitario y el baño seco tenga una mejor eficiencia en su funcionamiento.

- **Tubo de ventilación:**

Este tubo es parte de la infraestructura y ayuda en la eliminación de olores, prevenir la acumulación de gases, promover el proceso de compostaje y también a mantener un ambiente más higiénico.

- **Ventana con malla para mosquitos**

Esta es una red diseñada para impedir el ingreso de mosquitos u otros insectos además de la circulación del aire.

- **Recipiente para material seco**

Este almacenará el material secante que será usado para cubrir los desechos fisiológicos después de cada uso. Debe asegurarse su disponibilidad y además un acceso fácil al material secante para los usuarios.

- **Recipiente para basura**

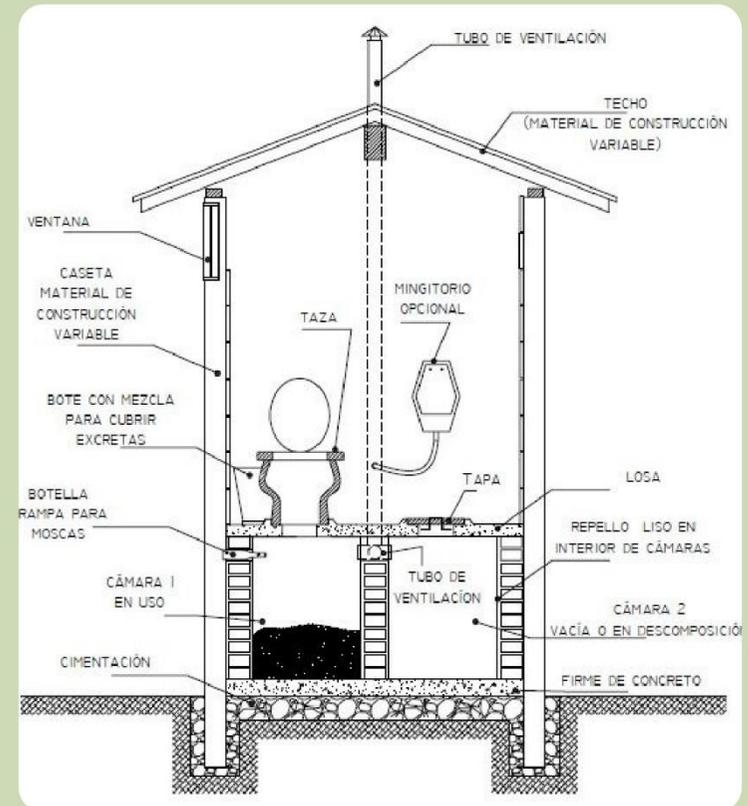
Es de gran importancia la disponibilidad de un contenedor para basura, ya que este servirá para depositar papeles, toallas sanitarias o hasta pañales dentro de él. Deberá tener tapa para evitar malos olores y tener un control de mosquitos.

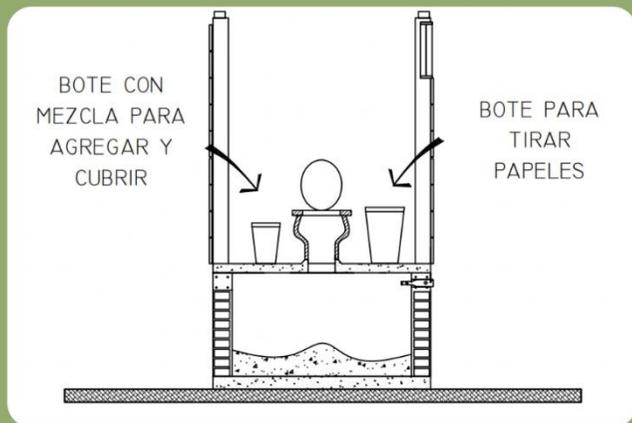
- **Tubería para evacuar orina**

Estos conductos de plástico deberán estar conectados al inodoro separador y al urinario para conducir la orina hasta el contenedor donde será almacenada impidiendo que llegue al mismo recipiente de las heces para asegurar su buen funcionamiento.

- **Contenedores de almacenamiento**

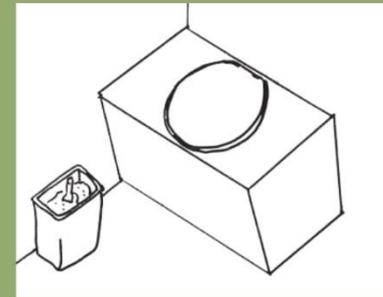
Estos deberán ser de plástico para impedir que se corroan y estar ubicados por debajo de la losa en las cámaras de deshidratación. El de la orina conectado por tuberías y el de heces deberá estar ubicado bajo el inodoro separador, esto permitirá el correcto almacenamiento por separado tanto de heces como de orina. Cada uno será cambiado antes de que se llenen para llevar su contenido a una zona de acopio en donde se mantendrán los desechos fisiológicos con su debido tratamiento para permitir que se usen como fertilizante cuando sea debido.



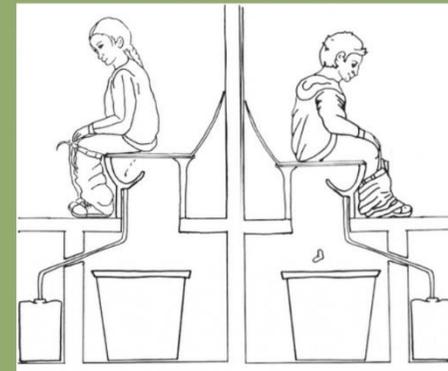


Uso del baño seco

1. El inodoro deberá contar con una tapa para subirla en cada uso y bajarla al terminar. Es necesario que el inodoro permanezca cerrado cuando no se le esté dando uso para evitar el ingreso de insectos o cualquier líquido que interfiera con el funcionamiento y la higiene del baño.

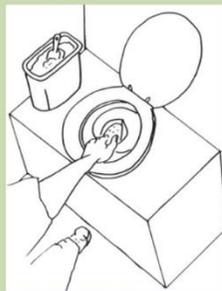


2. Sentarse de manera adecuada sobre el inodoro para asegurar que la orina se separe de las heces yendo por los conductos diseñados hasta el recipiente de recolección.



3. Recordar que el papel usado debe ser depositado dentro del bote de basura dispuesto en el baño.

4. Colocar una capa de material secante que cubra las heces para evitar olores y moscas. Para esto se debe disponer siempre del bote con el material y un vaso o taza que ayude a medir la cantidad de material. Evitar que el material caiga en el recolector de orina.



5. Después de usar el sanitario para orinar o el urinario en el caso de los hombres, echar un chorro de agua que además de limpiarlo ayudará a drenar los ductos de la orina.



Limpieza y mantenimiento

La limpieza de un baño seco es fundamental para mantener la higiene, prevenir olores desagradables y garantizar un funcionamiento efectivo del sistema.

Sanitario y urinario

- Limpiar el sanitario y urinario con regularidad, al menos una vez al día o según la frecuencia de uso.
- Se deberán usar productos de limpieza suaves como una mezcla de agua y vinagre. Evitar productos químicos fuertes que puedan afectar la actividad bacteriana necesaria para realizar el compostaje.



- Al limpiar la taza que se comunica con la cámara, es necesario evitar que caiga agua ya que esta debe mantenerse totalmente seca. Se puede hacer uso de cepillos, papel o trapos húmedos con el producto de limpieza de preferencia.
- En el caso de los urinarios, de igual manera, es importante evitar productos químicos. Además que el producto de limpieza o desinfección a usar no debe llegar al contenedor de la orina y se mezcle, por lo que solo se usarán trapos, cepillos o papeles húmedos con el desinfectante y luego deberá ser retirado con otros trapos húmedos limpios. Se puede hacer uso de un poco de agua para ayudar a la limpieza.

- Al menos una vez al mes se recomienda el aseo de los ductos que llevan la orina. Se pueden drenar con la ayuda de una mezcla de agua con vinagre (1 parte de vinagre por cada 10 de agua) o con agua caliente. Se deberá desconectar los tubos del contenedor antes de su limpieza para evitar que ingrese el producto de limpieza y se mezcle con la orina evitando el debido saneamiento de esta para posteriormente usarla como fertilizante.

Infraestructura

- Limpiar y desinfectar con constancia las superficies exteriores e interiores de la infraestructura del baño con productos de limpieza no agresivos que no interfieran con la actividad bacteriana para el compostaje.



Cámaras de deshidratación y contenedores

- En el caso del baño seco de doble cámara, hay que asegurar que una sola esté en uso, mientras que la otra tendrá que permanecer tapada.
- Para empezar a usar el baño seco siempre se echará una capa de 3 a 5 cm de material secante en la base del recipiente para heces para luego introducirlo en la cámara que se vaya a usar.
- En el contenedor en donde se recibirán las heces, los desechos se irán acumulando tomando una forma de cono, por lo que es recomendable removerlos al menos una vez por semana con un palo para que se logre extenderlos en todo el espacio del contenedor, así se facilitará el buen funcionamiento del baño dejando que se aeree y sea eficiente la descomposición de las heces.
- Revisar con constancia que las heces dentro del contenedor se encuentren cubiertas adecuadamente y también de que los conductos que conectan el inodoro y el urinario se encuentren libres de fugas, obstrucciones y siempre estén correctamente conectados.
- Hay que mantenerse atentos a cuando los recipientes estén por llenarse. En el recipiente de las heces echarle por encima una capa de material secante de al menos 10 cm.
- El contenedor de orina siempre debe mantenerse sellado, así se evitarán pérdidas de nutrientes e infiltraciones.
- Los contenedores pueden ser normalmente limpiados luego de haberlos vaciado. Se los podrá lavar con la ayuda de agua y cepillos o escobas en caso de que se detecte viscosidad o suciedad difícil de retirar.

Disposición de desechos fisiológicos

Se puede hacer uso de una zona de acopio para poder tratar los desechos y obtener su producto. Esta será un área en donde se dispondrá de contenedores para la orina y composteros para las heces que permitan la recolección de los desechos que saquemos del baño seco y aquí reposarán por el tiempo adecuado para poder darles uso de abono o fertilizante.

Manejo de contenedores

Es fundamental realizar revisiones regulares del nivel de los recipientes de orina y heces. Al estar llenos, en el caso de tener una sola cámara, se sacarán los recipientes para llevarlos a la zona de acopio que se habrá instalado antes para disponer de estos desechos y que estos empiecen con su proceso de descomposición. Luego se volverá a ubicar los recipientes limpios en la cámara de deshidratación.

En el caso del baño con doble cámara simplemente tapamos la que se acaba de llenar y movemos el inodoro a la cámara que estaba en desuso, cuando los dos se hayan llenado, sacamos los recipientes para llevarlos a la zona de acopio del material.

En este caso, al tener un gran número de usuarios que llegan a visitar el lugar y pueden usar el baño, se recomienda que cada mes se siga este proceso para evitar la generación de olores y se sobrepase el límite de los contenedores.

Para manipular los recipientes de orina y heces, se aconseja el uso de equipo de protección personal, como guantes de plástico, calzado cerrado, ropa de trabajo o monos, así como mascarillas. Después de la manipulación de los recipientes, es imperativo lavarse minuciosamente las manos con agua y jabón. Además, será necesario que se etiqueten los contenedores, de ser posible, para tener información de la fecha en la que fueron dispuestos los residuos en la zona de acopio y poder asegurar el tiempo que llevan en reposo.

Uso de la orina

Es beneficioso emplear la orina como fertilizante, ya que posee una rica concentración de nutrientes esenciales para el suelo, incluyendo nitrógeno, fósforo y potasio. Además, la orina contiene urea, la cual, tras un periodo de reposo, se convierte en amoníaco debido a la acción bacteriana. El amoníaco es un fertilizante nitrogenado ampliamente utilizado en prácticas agrícolas.

La orina fresca puede albergar patógenos y microorganismos no deseados, y permitir que esta repose durante un período adecuado es crucial para la descomposición de estos elementos indeseables. Se recomienda un tiempo de reposo de 6 meses en contenedores que estén bien sellados antes de utilizar la orina como fertilizante en suelos y base de plantas.

Cuando se utiliza la orina como fertilizante, es esencial diluirla. La proporción típica de dilución sugerida es de 1 parte de orina por cada 10 partes de agua. Este proceso de dilución ayuda a prevenir la acumulación de sales y minimiza el riesgo de posibles daños a las plantas y suelos.

Uso de las heces

Las heces pueden ser aprovechadas como fertilizante, pero, al igual que la orina, es esencial permitirles reposar durante un período adecuado para que los patógenos potencialmente perjudiciales se eliminen de manera natural con el tiempo. Para facilitar el compostaje de las heces, es crucial colocarlas en un recipiente específico, como un compostero, que proporcione las condiciones necesarias para el proceso de descomposición. Se recomienda ubicar el compostero en un lugar cálido, ya que la temperatura contribuye a la reducción de patógenos; para esto, se pueden utilizar tapas metálicas o de color negro que ayuden a absorber el calor.

Además, se puede mejorar la calidad de la compostación al agregar materiales adicionales ricos en carbono como residuos de cocina, y airear la composta con regularidad mezclándola. Es imprescindible permitir que las heces reposen durante al menos un año antes de utilizarlas, asegurando así su uso seguro y efectivo como abono.

Para asegurarse de que el compost esté totalmente descompuesto y maduro antes de aplicarlo como abono, se puede realizar esta verificación observando su aspecto, olor y textura. Un compost maduro exhibirá una apariencia terrosa, un aroma agradable y una consistencia uniforme.

El abono puede ser aplicado en los árboles. Para su uso, se aconseja realizar un agujero, verter la mezcla y luego cubrir con la tierra extraída. Es recomendable utilizar guantes durante la aplicación y lavarse las manos minuciosamente después de su empleo.



Material secante

En este sistema de saneamiento las heces siempre se recubren con una cantidad de materia orgánica, ya que se basa en la deshidratación. Por esto se incorporan elementos con propiedades alcalinas, como la cal y la ceniza mezcladas con tierra seca, que sirve como base de la mezcla.

La **tierra**, un elemento fácilmente disponible, se mezcla con otros materiales para crear un aditivo económico y de fácil preparación. Actúa como material base en una mezcla y se recomienda cubrir las heces con algo de materia orgánica. Por lo general, se le añade cal para mejorar sus propiedades alcalinas y como desodorante, con una proporción recomendada de un tanto de cal por diez tantos de tierra.

La **cal** juega un papel esencial como alcalinizante en baños secos al reducir la acidez en las heces y prevenir malos olores durante el proceso de descomposición. Su capacidad para alcalinizar no solo mejora la higiene, sino que también acelera eficientemente la descomposición, brindando beneficios prácticos en diversos aspectos.

La versatilidad de la cal como agente alcalinizante la convierte en una valiosa adición a la mezcla de materiales secantes, ofreciendo una solución completa para mantener la frescura y la higiene en entornos que emplean baños secos. Su contribución abarca aspectos tanto prácticos como ambientales, haciendo de la cal una elección funcional y eficaz en la implementación de baños secos.

Es crucial evitar exceder la cantidad de cal, ya que podría afectar a los organismos responsables del proceso de descomposición. No se debe utilizar exclusivamente cal como aditivo; su uso puede omitirse si se agrega otro material rico en carbono para lograr un equilibrio adecuado evitando malos olores y obteniendo un producto más nutritivo.

La **ceniza**, de fácil obtención en áreas donde se utiliza leña para cocinar. Además, es rica en propiedades alcalinas, su capacidad para neutralizar la acidez no solo previene olores desagradables, sino que también reduce significativamente la presencia de moscas, gracias a sus propiedades repelentes. La alcalinidad de la ceniza no solo actúa como un eficaz neutralizador de olores, sino que también crea un entorno menos propicio para la proliferación de insectos no deseados, convirtiéndola en un recurso valioso que mejora las condiciones sanitarias y la experiencia general en entornos de gestión de desechos.

El **aserrín** se destaca como un material secante altamente eficiente para baños secos, ofreciendo una notable capacidad de absorción de humedad. Además de mantener las áreas secas de manera efectiva, su riqueza en carbono agrega valor, beneficiando tanto la gestión de desechos como el equilibrio de la acidez en los desechos fisiológicos.

La elección del aserrín no solo se basa en sus propiedades prácticas, sino que también se alinea con principios sostenibles al provenir de una fuente renovable. La combinación de su capacidad de absorción, contribución de carbono y sostenibilidad lo convierte en una opción versátil y efectiva para mantener la higiene y eficiencia en los baños secos.

Mezcla de material secante

Se recomienda usar una mezcla de tierra con cal. Para este caso se podrán seguir los siguientes pasos:

1. Conseguir tierra seca. De preferencia la tierra debe ser arenosa, más no arcillosa, ya que debemos evitar demasiada humedad.
2. Es necesario que la tierra sea fina, es decir, que sus dimensiones sean pequeñas. Con un cernidor se podrá afirmar que la tierra sea fina.
3. Para asegurar la alcalinidad necesaria se agregará cal a la tierra.
4. Se podrá adicionar 5 partes de tierra por 1 de cal. Para mejorar la calidad de la mezcla se puede adicionar en poca cantidad hojas secas o aserrín.
5. Se debe asegurar material secante para periodos lluviosos o para cuando el ambiente esté húmedo. Entonces se deberá abastecer de abundante material seco y guardarlo en un ambiente seco, ya que este no debe faltar en el sistema de saneamiento para su eficiente funcionamiento.

Construcción del inodoro

La falta de conocimiento generalizado sobre la tecnología de baños secos en el país representa un obstáculo para adquirir estos dispositivos. Dado que no existen productos prefabricados disponibles, se sugiere diseñar un baño utilizando las dimensiones estándar de los inodoros convencionales.

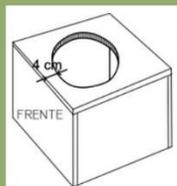


Materiales:

- Tablas o trípex
- Tornillos
- Clavos
- Asiento estándar de inodoros
- Bote de 19 L

Procedimiento

1. Se hace la caja o base con las tablas o trípex con las siguientes medidas: 40 cm de alto por 50 cm de largo y por 45 cm de ancho.
2. Usamos el bote como referencia para hacer el corte de apertura. Para esto ubicamos el bote a unos centímetros del frente de la caja y marcamos para cortar.



3. Perforamos la apertura de la caja con la guía hecha anteriormente.

4. Se acondiciona el asiento estándar de baño para que este pueda quedar sin dejar espacios sobre la caja o base.

5. Para finalizar se pega el asiento a la caja y se pinta o barniza.

6. Para hacerle la adaptación de la separación de orina se puede colocar un embudo para que cumpla con esta función.

Parámetros importantes en la construcción del baño seco

Para el proceso de diseño, crucial para la construcción los de baños secos, se ha enfocado en la buena disposición de la infraestructura, su relevancia para proporcionar comodidad y privacidad, y la importancia de cumplir con parámetros o estándares de normativas ecuatorianas que regulan elementos como gradas, puertas y altura de las edificaciones.

Además, en el proceso, se realizaron cálculos para determinar el volumen total tanto de heces y orina. Estos cálculos fueron fundamentales para seleccionar los contenedores apropiados que puedan albergar el volumen de desechos fisiológicos generados en el período de llenado recomendado (1 mes). Con esto, se llevaron a cabo investigaciones sobre las dimensiones de cada contenedor, lo que contribuyó a establecer las medidas óptimas de las cámaras de cada baño, garantizando así una accesibilidad cómoda a los depósitos de desechos fisiológicos.

A continuación se detallan los elementos con sus debidas descripciones que deber ser tomadas en cuenta a la hora de la construcción:

Piso:

Para empezar, en los dos diseños, la caseta estará instalada sobre un contrapiso. En este caso, al ser una infraestructura que no cargará con tanto peso, se podrá usar una cama de ripio cubierta por hormigón con un espesor de 10 cm y dejando 50 cm de vereda en cada caso.

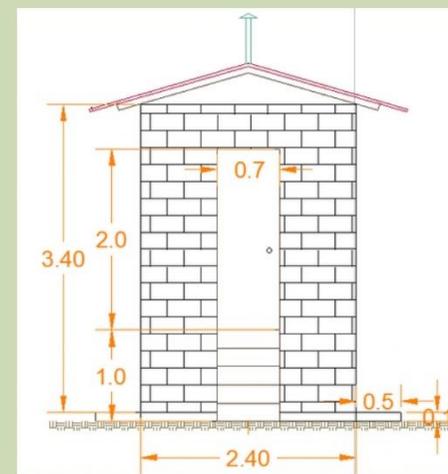
ALTERNATIVA 1

Baño seco de doble cámara con contenedores móviles

Caseta:

La caseta se ha diseñado con base al uso de bloques de 7x40x20 cm llegando a las dimensiones de 3,4 de alto por 2,4 de largo y 1,3 metros de ancho. Cabe recalcar que, al ser un diseño que no debe soportar grandes pesos, no requerirá de una estructura con columnas como tal. La estabilidad se alcanzará al entrelazar los bloques, junto con varillas colocadas en los espacios de cada esquina. Posteriormente, se procederá a rellenar estos espacios con hormigón para asegurar un elemento rígido en las paredes.

Como se muestra en la imagen, la longitud y el ancho que se ha considerado para la puerta son 2 x 0.7 m y para las gradas se ha considerado 1 m de altura total, en las páginas siguientes se mostrará su diseño completo.

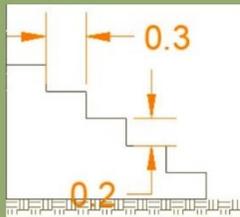


Ventana:

Se recomiendan dos ventanas a cada lado del baño con dimensiones de 1,2x 0.3 m y adicional a esto, poner una malla mosquitera para la prevención al ingreso de insectos indeseados. Esta se encontrará a 3 m del contrapiso del baño

Gradas:

Para las gradas se ha tomado en cuenta medidas estandarizadas, dejando como total 0.3m de huella y 0.20 de contrahuella, teniendo como dimensiones totales 1 m de alto por 1,5 m de ancho como se muestra a continuación y estas serán instaladas en el mismo nivel del contrapiso. Este diseño fue hecho con base al uso de listones de 40x40x2000mm y tablonces de 4x24x420 cm

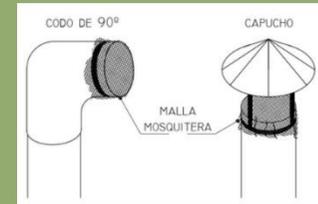


Tubo de ventilación:

Para la ventilación se sugiere utilizar un tubo de PVC de 2" con una altura total de 3.4 metros desde su conexión a las dos cámaras. Esta conexión debe realizarse a una altura de 0.85 metros desde el contrapiso. Para completar la instalación, será necesario agregar una "T" al extremo del tubo para permitir la conexión a ambas cámaras. Esto con el fin de asegurar una ventilación adecuada y evitar la generación de olores o mosquitos.

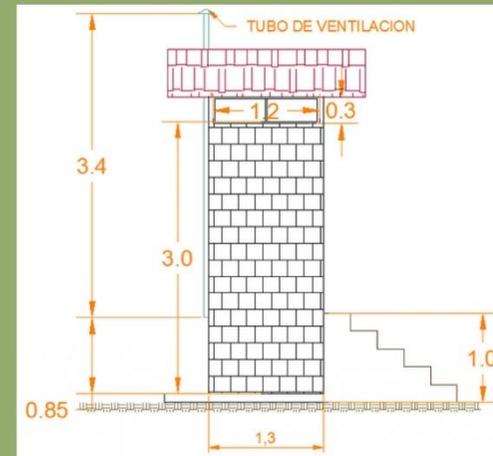


Además, es necesario colocar una malla mosquitera en la extremidad del tubo de ventilación para prevenir la entrada de insectos voladores a las cámaras y también debe ser protegida con un sombrerete o instalar un codo en el extremo para evitar el ingreso de agua durante las lluvias.



Techo:

Para diseño del techo se ha realizado una estructura con los mismos listones de madera usados en las gradas y con eternit de 183x110 cm. Las dimensiones consideradas son 2,22 x 1.83 m.



Contenedores:

Una vez hechos los cálculos correspondientes, se tiene que al mes se tendrá un total de excretas de 29,71 L/mes, esto se sumará al valor total de material secante 9,75 L/mes teniendo un total de material sólido a destinar en un contenedor de 39,46 L/mes por lo que será necesario un contenedor que pueda abarcar de 40 a 55 L para evitar reboses.

Para el diseño se ha trabajado con las medidas de un tanque de PVC de 15 GL 65x40 cm que abastecerá para 56,78 L de desechos.

Para el caso de la orina se ha obtenido un valor total de 93,6 L, por lo que se ha trabajado un tambor o tanque de 30 GL o 113,56 L con medidas de 85 x 47 cm. Además, es necesario mencionar que estos tanques o contenedores deban ser de plástico para evitar corrosión e incomodidades a la hora de sacarlos y colocarlos.



Para hacer el sistema se comprará una manguera de PVC de 2" o se optará por tubos PVC 2" que conecten el inodoro y el urinario con agujeros en la tapa de los contenedores. Éste deberá ser sumergido en el depósito de orina dejando que actúe como un sello líquido para minimizar olores indeseados.

En el caso de seleccionar tubería de PVC se muestran las longitudes en una imagen a continuación.

Urinario

El urinario deberá tener su tubo de evacuación visible, ya que necesita moverse junto con el inodoro para garantizar la correcta separación de residuos. Para lograr esto, se deben dejar orificios en el piso sobre cada cámara al igual que para el inodoro, en los que encaje el tubo de evacuación. Dado que hay dos cámaras, cuando una esté en desuso, su orificio correspondiente deberá estar tapado.

Además, el urinario deberá ser ubicado 0,6 m del piso, esta medida estandarizada será útil para la comodidad del usuario a la hora de hacer uso del urinario.

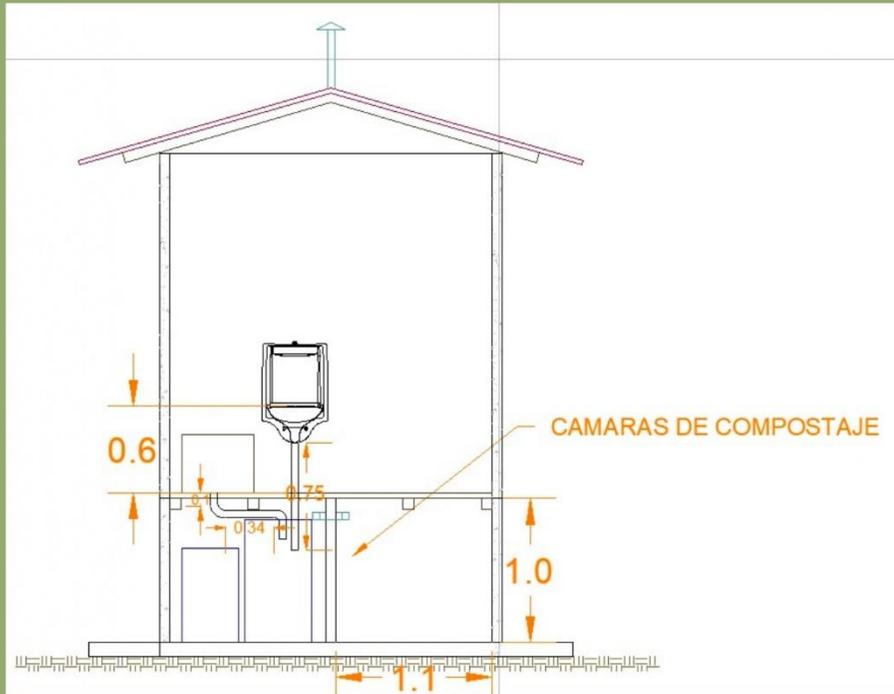
Inodoro

El inodoro usado será el especificado en páginas anteriores.

Cámaras:

Una vez reconocidos los tanques de recolección se decidió que las cámaras tendrán dimensiones de 1 x 1.1 m. Esto con el fin de tener espacio y comodidad para disponer los contenedores.

Además, como se mencionó antes con la decisión del material, se ha considerado que se deje un ancho de pared de 0,07m para dar comienzo a la cámara y también entre cámaras como se muestra en la figura.



Para el piso se ha considerado una estructura de vigas de 0,075 m y sobre ellas tabloncillos de 4x24x420 cm.

Acceso a las cámaras de compostaje desde el interior del baño

Hay que recalcar el acceso que se deberá adecuar tanto para el urinario como para el inodoro a las cámaras de compostaje, por lo que se ha considerado que:

Para el caso del inodoro se podrá hacer un recorte en el piso de forma circular que puede tener un diámetro de 20 cm o de forma rectangular de 45 x 40 cm. Este se hará a 0,1 m distanciado de la pared lateral y a 0,35 m de la pared posterior.

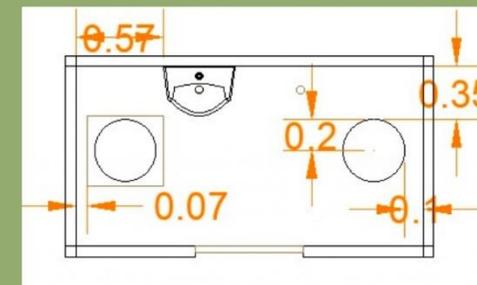
Para el urinario se dejará un orificio de 25mm para el caso del uso de PVC o simplemente un orificio por el que pueda pasar el elemento escogido para la evacuación del desecho. Teniendo en cuenta que el urinario estará pegado a la pared se deberá hacer el orificio dependiendo del diseño a usar.

Disposición de los aparatos sanitarios:

Como se ha mencionado ya, tanto el inodoro como el urinario deben ser móviles en este diseño, por lo que se ha considerado que el inodoro puede estar a 0,07 m o 70 mm de la pared lateral y evitando el choque con la viga dispuesta en el piso, al ser móvil no habrá inconvenientes mayores con la ubicación, pero habrá que asegurar que los desechos caigan sobre el contenedor.

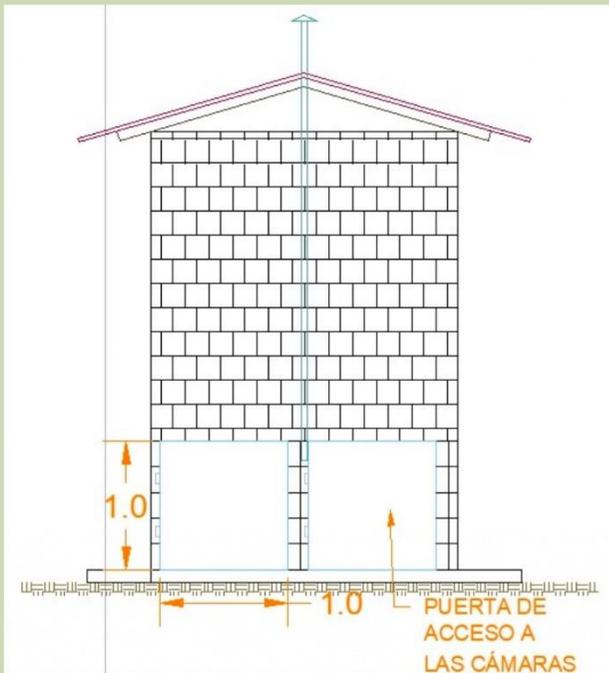
Para el urinario se ha propuesto ponerlo a 0,57 m de la pared para evitar su choque con el inodoro.

Cabe recalcar que el contenedor de orina irá bajo el urinario y se debe hacer una red de desagüe para que el inodoro evacúe los desechos.

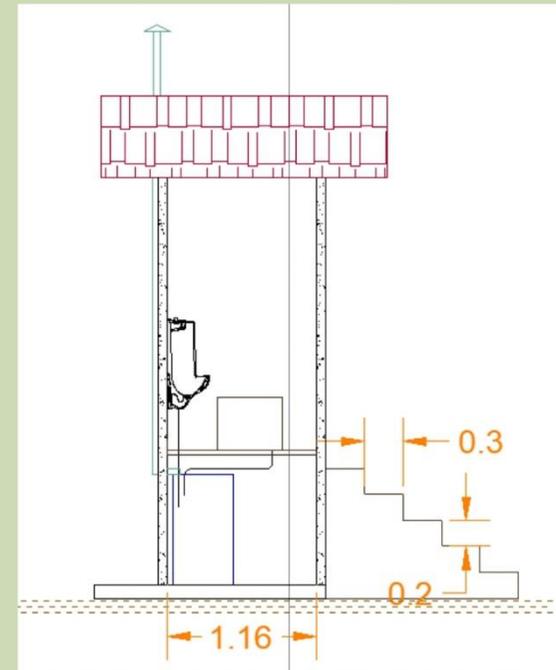


Puertas de las cámaras:

Para mantener la comodidad para introducir y sacar los contenedores se ha considerado tener puertas de 1 m de ancho por 1 m de alto. Se recomienda que estas puertas sean de aluminio y de color negro, esto para poder captar los rayos del sol y se le de una temperatura adecuada a la cámara para ayudar a la descomposición de los desechos.



Con lo mencionado anteriormente y como se muestra en la imagen, se tendrá una profundidad total de la cámara de 1,16 m sin contar los 0,07 de pared.



ALTERNATIVA 2

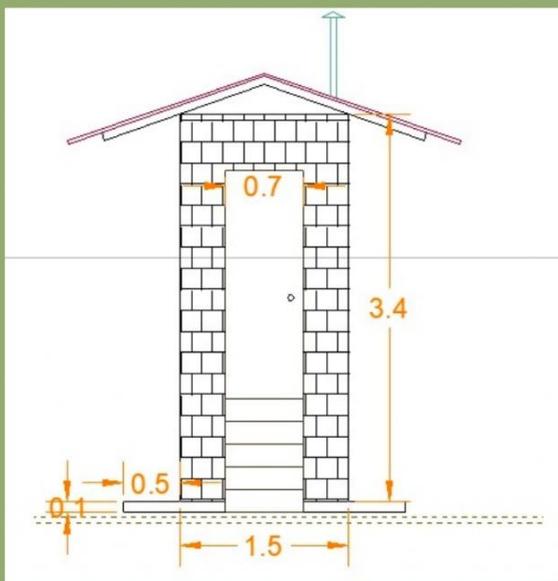
Baño seco 1 cámara con contenedores móviles

Para el diseño 2 se mantendrán muchas de las especificaciones descritas anteriormente en el diseño uno. A continuación se describen los únicos cambios que se tendrán al ser un baño se una sola cámara.

Caseta:

Al igual que el diseño 1, la caseta se ha diseñado con base al uso de bloques de 7x40x20 cm llegando a las dimensiones de 3,4 de alto por 1,5 de largo y 1,3 metros de ancho. Esto considerando el mismo método del bloque cruzado para su estructura.

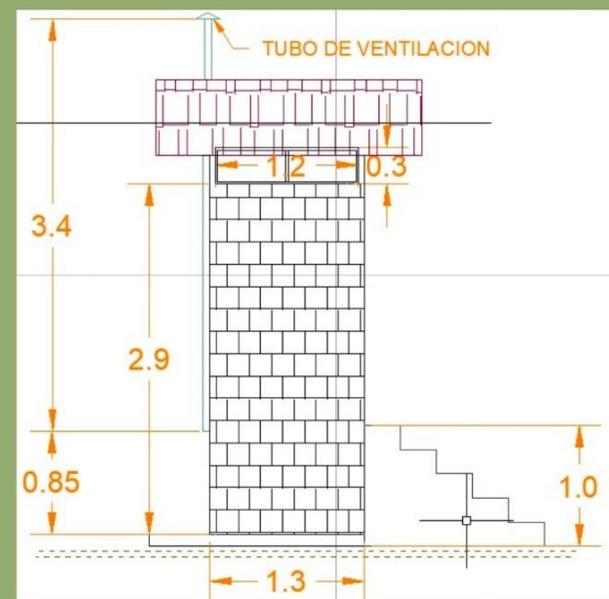
Como se muestra en la imagen, las dimensiones que se ha considerado para la puerta y gradas son las mismas que las del diseño número 1.



34

Ventana:

Se recomiendan dos ventanas a cada lado del baño con dimensiones de 1,2x 0,3 m y adicional a esto, poner una malla mosquitera para la prevención al ingreso de insectos indeseados. Esta se encontrará a 2,9 m del contrapiso del baño.



35

Cámara:

La cámara de compostaje se ha diseñado con las dimensiones de 1 x 1,36 m. Esto con el fin de tener espacio y comodidad para disponer los contenedores.



Acceso a las cámaras de compostaje desde el interior del baño

Al tener una sola cámara los accesos que se le darán a los aparatos para evacuar los desechos serán diferentes al del diseño 1, esto se muestra a continuación:

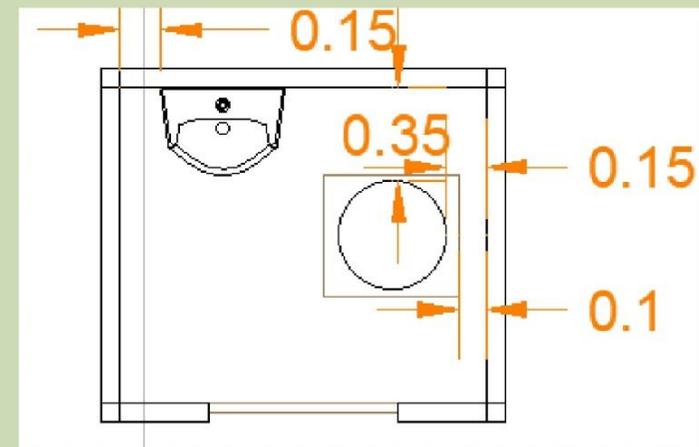
Para el caso del inodoro se podrá hacer un recorte en el piso de forma circular que tenga un diámetro de 20 cm o de forma rectangular de 45 x 40 cm al igual que el en diseño uno, pero esto se hará a 0,15 m distanciado de la pared lateral derecha y a 0,35 m de la pared posterior.

Para el urinario se dejará un orificio de 25mm para el caso del uso de PVC o simplemente un orificio por el que pueda pasar el elemento escogido para la evacuación del desecho. Teniendo en cuenta que el urinario estará pegado a la pared se deberá hacer el orificio dependiendo del diseño.

Disposición de los aparatos sanitarios:

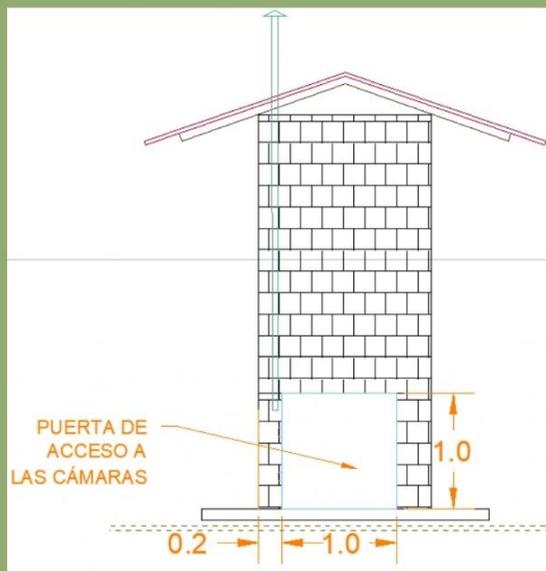
Como se ha mencionado ya, tanto el inodoro como el urinario deben ser móviles en este diseño, por lo que se ha considerado que el inodoro puede estar a 0,15m de la pared lateral izquierda y evitando el choque con la viga dispuesta en el piso, al ser móvil no habrá inconvenientes mayores con la ubicación, pero habrá que asegurar que los desechos caigan sobre el contenedor.

En el caso del inodoro, éste se ubicará a 0,1 m de la pared lateral derecha y encajándolo con el recorte del piso para su evacuación.



Puertas de las cámaras:

Para mantener la comodidad para introducir y sacar los contenedores se ha considerado tener puertas de 1 m de ancho por 1 m de alto, esto desde 0,2 m del límite de la pared. Se recomienda que estas puertas sean de aluminio y de color negro, esto para poder captar los rayos del sol y se le de una temperatura adecuada a la cámara para ayudar a la descomposición de los desechos.



Bibliografía

Castillo, L.(2002). Sanitario Ecológico Seco. Manual de diseño, construcción uso y mantenimiento. https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CASTILLO%20002.%20Sanitario%20Ecol%C3%B3gico%20Seco.PDF

Bulnes, M et al. (2011). Manual de uso y mantenimiento del sanitario seco desviador de orina de una cámara. Fabiola Garduño. https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SARAR%202011.%20Manual%20sanitario%20de%20una%20camara.pdf

Unicef. (2018). Baños ecológicos secos Manual de operación y mantenimiento. https://static1.1.sqspcdn.com/static/f/752898/16274159/1327690046460/Banos_ecologicos_secos_manual_de_operacion_y_mantenimiento.pdf?token=3M6df9s1qBVWgl9RQ2a46xY0Dm4%3D