

## CAPÍTULO I (INTRODUCCIÓN)

### 1.1 Título del Proyecto

“Diseño para Implementación de Baños Ecológicos a la Comunidad de Yesera Norte”

### 1.2 Problema actual

Los servicios básicos como el agua potable, energía eléctrica, y alcantarillado sanitario son indispensables para el bienestar de los pueblos y su futuro desarrollo.

En este sentido que Bolivia siendo un país tercermundista se encuentra en un proceso de desarrollo, sin embargo la realidad refleja que la cobertura y la calidad de estos servicios siguen siendo las más bajas del continente.

“El viceministro de **Agua Potable y Saneamiento Básico**, anunció que Bolivia logrará para 2015 una cobertura del 84% de agua potable y del 60% en saneamiento básico, como estableció la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en las metas del milenio y que Bolivia al 2012 logró una cobertura en agua potable del 86.9% y en el área rural del 62.3%, y respecto a saneamiento básico un 56% en la área urbana y un 36.95% en el área rural”<sup>1</sup>.

**Tabla 1. 1 Cobertura de Saneamiento Básico en Bolivia**

		% Total
Alcantarillado Sanitario	Población Urbana	56%
	Población Rural	36,95%

**Fuente:** <http://aguabolivia.blogspot.com/2013/08/agua-potable-y-saneamiento-en-bolivia.html>

**Elaborado por:** Ministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico (2013).

El servicio de saneamiento tiene como objetivo fundamental el mejoramiento de condiciones de salubridad de la población mediante la recolección de aguas residuales producidas en las viviendas, liberando a la zona de ambientes riesgosos por la presencia de bacterias que proliferan en las aguas estancadas en pozos sépticos o que son vertidas sin control en las calles o ríos. Además, las aguas residuales deben ser trasladadas a instalaciones especiales donde serían procesadas hasta lograr una adecuada depuración alcanzando los niveles establecidos en la Ley 1333.

En el caso del departamento de Tarija en la provincia Cercado, el punto de vista de la población es tener la posibilidad de evacuar las aguas hervidas a un colector que les lleve a la planta de tratamiento, para lograr este cometido se requiere la ampliación de las redes de alcantarillado, “que actualmente ronda el 79.7% lo cual se pretende llegar a una cobertura

<sup>1</sup><http://aguabolivia.blogspot.com/2013/08/agua-potable-y-saneamiento-en-bolivia.html>

total, que desde el punto de vista técnico y hasta financiero es difícil llegar de un solo salto al 100% por lo que se propone hacerlo de forma paulatina y en función de los plazos y fases de ejecución de obras divididas en mediano y largo plazo”<sup>2</sup>.

En la siguiente tabla se muestran las coberturas propuestas a alcanzar durante el periodo de diseño, tomando en cuenta el crecimiento de la mancha urbana y la densificación de la misma.

**Tabla 1. 2 Coberturas de Saneamiento en Tarija**

Años	Cobertura Alcantarillado Sanitario	Cobertura Baños Secos Ecológicos	Cobertura Total Saneamiento
	%	%	%
2012	79,7	0	79,7
2016	79,7	5	84,7
2021	90	5	95
2026	100	0	100
2031	100	0	100
2036	100	0	100

**Fuente:** Informe Etapa III: Informe Preliminar del Plan Maestro Integral del Valle Central de Tarija

“Para la población que no tenga acceso a la red de alcantarillado también se plantea la promoción de soluciones a nivel domiciliario temporalmente (baños ecológicos), mientras se ejecutan las obras de redes de alcantarillado sanitario, estimándose en unos 500 m anuales”.<sup>3</sup>

### 1.2.1 Planteamiento del problema

Las familias de la comunidad de Yesera Norte viven en casas dispersas en su mayoría, y como no cuentan con alcantarillado sanitario, cada familia se construye su propio poso para las aguas negras, este es un problema cuando empieza a llenarse o colmatarse originando malos olores que pueden hacer daño a la salud de las personas y sobre todo el efecto de contaminación que realizan al suelo, lo que las personas en ese lugar hacen después que un pozo se llena es cavar otro y dejar al otro lleno como esta, analizando la cantidad de familias y un pozo por familia este efecto de contaminación al suelo se multiplica y es un daño muy grande al medio ambiente.

<sup>2</sup> Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cbba, La Paz, Sta. Cruz y el Valle Central de Tarija (Informe Etapa III: Informe Preliminar del Plan Maestro Integral del Valle central de Tarija) P.18

<sup>3</sup> Informe Etapa III. Ibídem P.19

servicio es cubierto por medio de letrinas domiciliarias, esta forma de deposito de desechos sólidos solo cubre el 75 % de la población, el resto lo realiza a campo abierto. Estos sistemas

por lo general son construidos alejados de las viviendas, debido a la proliferación de moscas por el deficiente limpieza que reciben estas letrinas”<sup>4</sup>.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Cuál tipo de baño ecológico operable y accesible económicamente puede adaptarse al lugar que pueda tener una limpieza periódica para evitar la contaminación que originan los pozos sépticos?

Para determinar este baño ecológico, es necesaria la realización de estudios de los diferentes tipos de baños ecológicos y ver cual se adecua a la zona de estudio tomando en cuenta su forma de construcción y el costo.

### **1.2.3 Sistematización del problema**

- ✓ ¿Qué tipos de baños ecológicos serán analizadas para dar solución al problema?
- ✓ ¿Qué modelos son lo más adecuados desde el punto de vista técnico?
- ✓ ¿De qué manera este estudio contribuirá a decisión final para la determinación del baño ecológico más adecuado?

## **1.3 Objetivos del proyecto**

### **1.3.1 Objetivo general**

Mejorar las condiciones de vida, bienestar y salud de los vecinos de la comunidad de Yesera Norte, mediante el diseño para la implementación de baños ecológicos.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- ✓ Analizar los diferentes tipos de baños que usa las familias de la comunidad.
- ✓ Identificar las condiciones actuales para la determinación de parámetros de diseño en la población beneficiaria.
- ✓ Análisis de los diferentes tipos de baños ecológicos que se puedan implementar a la zona de estudio.
- ✓ Proponer la implementación de un baño ecológico tipo en la comunidad de Yesera Norte que tenga las siguientes características:

<sup>4</sup>Estudio de Identificación E.I. “Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte”

- ✓ Estudio de selección del lugar de construcción y orientación de los baños ecológicos y justificar la sostenibilidad del proyecto.

## **1.4 Justificación del proyecto**

El saneamiento básico es considerado un importante indicador para medir la pobreza, por incluir al acceso adecuado al agua y a los servicios de saneamiento. La escases nace de la desigualdad, la pobreza y el poder y no en la carencia de la disponibilidad física del agua.

Estas cifras alarmantes, también se plasman en la realidad que vive esta zona:

- En el bajo nivel de vida, por la falta de higiene y una salud adecuada.
- La alta vulnerabilidad ante enfermedades gastrointestinales.

### **1.4.1. Justificación académica**

Aplicar los conocimientos adquiridos en el área de la ingeniería sanitaria a manera de interactuar el campo teórico y aplicarlo en el diseño para la implementación de baños ecológicos.

### **1.4.2 Justificación técnica**

Con implementación de los baños ecológicos se consigue los siguientes puntos:

- ✓ No contaminarán el suelo ni las aguas subterráneas.
- ✓ Ahorrarán agua.
- ✓ Producirán abonos y fertilizantes.

### **1.4.3 Justificación social**

El resultado de la implementación de los baños ecológicos, disminuirá en gran medida la contaminación al suelo, además del uso que se dará a la materia fecal depositada en la cámara del baño ecológico después de un cierto tiempo, como abono natural para plantas y sembradíos, además disminuirá los índices de enfermedades gastrointestinales en las familias de la comunidad.

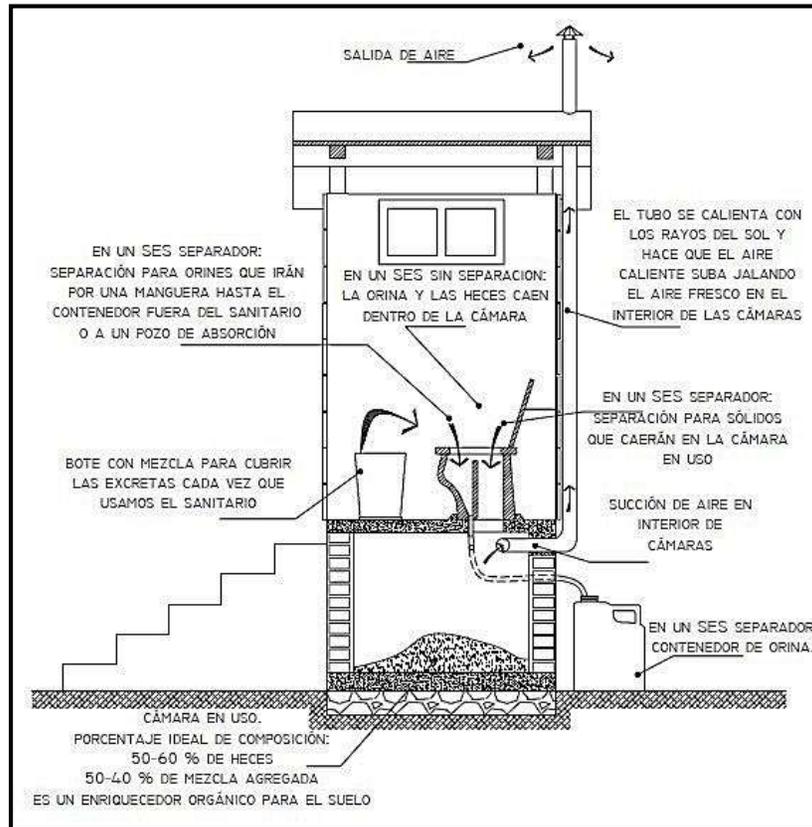
## **1.5 Marco de referencia**

### **1.5.1 Marco teórico**

“Los baños ecológicos nos brindan una alternativa que nos permite una relación armónica entre la comida, nosotros y la tierra. Hace que simplemente suceda que el alimento que tomamos de la tierra, vuelva a ser tierra, y así el círculo se cierra”<sup>5</sup>.

<sup>5</sup><http://dientedeleon-permacultura.blogspot.com/2012/04/bano-ecologico-seco-o-bano-seco.html>

**Figura 1. 1 Baño Ecológico (vista lateral)**



**Fuente:** <http://dientedeleon-permacultura.blogspot.com/2012/04/bano-ecologico-seco-o-bano-seco.html>

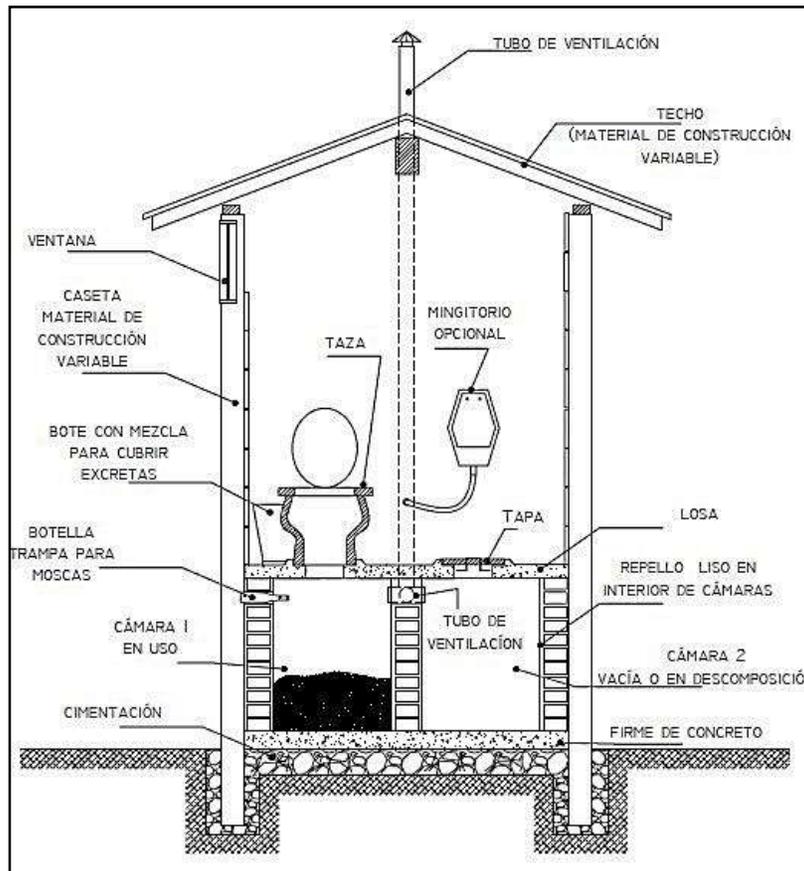
Hoy en día el baño que todos usamos y conocemos, derrocha el agua arrastrando la materia fecal hacia ríos, alcantarillado o corrientes subterráneas. Se calcula que cada vez que lo usamos se tiran hasta 15 litros de agua potable. La mezcla de las heces con agua no es natural, por el contrario, es la causante de muchas enfermedades, y para esto los baños ecológicos o también llamados baños secos son una buena opción.

Es posible integrarlos perfectamente a la casa y se pueden construir de muchas formas, con materiales diversos, según el gusto y lugar de cada familia.

El sanitario ecológico seco se caracteriza por no necesitar agua para su operación, esto es muy importante sobre todo en lugares donde la misma es muy escasa.

El material fecal queda separado de las aguas grises de la orina y del suelo, permitiendo así su descomposición aeróbica en una cámara aislada del ambiente, sin intervención humana y evitando todo riesgo sanitario. El producto final es inocuo y puede ser usado para mejorar el suelo.

**Figura 1. 2 Baño Ecológico (Vista frontal)**



**Fuente:** <http://dientedeleon-permacultura.blogspot.com/2012/04/bano-ecologico-seco-o-bano-seco.html>

Entonces:

- ✓ No contaminamos el suelo ni las aguas subterráneas.
- ✓ Ahorramos agua.
- ✓ Reciclamos y producimos abono y fertilizante.

El modelo que se muestra en las figuras 1,1 y 1,2 incluye un separador de líquidos, o sea, se procesa la materia fecal por un lado y se utiliza la orina por otro. Resulta práctico colocar un mingitorio para que los hombres puedan orinar. La materia fecal es la que contiene los microorganismos dañinos para la salud.

Separando, no contaminamos la orina y podemos aprovechar los nutrientes que ella contiene, manteniendo las excretas secas ayudamos a matar dichos microorganismos. La orina es un excelente fertilizante con una muy buena relación nitrógeno-fósforo-potasio. En general no contiene sustancias nocivas para la salud humana, puede diluirse con agua, la proporción se hace según lo que se quiera regar. También con el agregado de jabón neutro

puede utilizarse para combatir algunas plagas. Existen varios modelos de la cámara donde se deposita la materia fecal, durante el llenado, la materia fecal se va cubriendo con algún material capaz de absorber la humedad y así disminuir los olores, se aconseja una sustancia alcalina, ya que el proceso es por deshidratación.

Pueden utilizarse distintos tipos de mezcla, según la facilidad con que podamos acceder a ellas:

- ✓ **Aserrín:** Buena capacidad de absorción, es rico en carbono y por ello ayuda a balancear la acidez. Es aconsejable su uso porque además favorece la aireación.
- ✓ **Tierra seca tamizada:** Mejor si es arenosa, mezclada con cal que ayuda a controlar los olores, en una proporción de 10 de tierra 1 de cal, esta mezcla introduce microorganismos beneficiosos para el compostaje, contenidos en la tierra. Un exceso de cal podría matar dichos microorganismos.
- ✓ **Cenizas:** Puede utilizarse porque tiene propiedades alcalinas, es mejor mezclarla con tierra o aserrín, o agregar solo si hay demasiado olor.

El proceso de descomposición de la materia fecal lleva un periodo aproximado de 6 meses, por ello en los sanitarios de las figuras 1,1 y 1,2 se puede ver que necesitamos una cámara para utilizar mientras la otra está en tratamiento. Para cuando la cámara en uso este llena ya podemos vaciar la cámara en tratamiento y comenzar el ciclo de nuevo.

### 1.5.2 Marco conceptual

- ✓ **Abono:** Se considera abono a la materia orgánica sólida que se agrega a la tierra para fertilizarla, que resulta de la descomposición de las excretas (orina y heces) junto con otros elementos ricos en nutrientes para el suelo. También conocido como humus.
- ✓ **Absorción del suelo:** Capacidad del suelo de aspirar e incorporarse sustancias que contribuyen a su nutrición.
- ✓ **Agua potable:** Agua dulce, agua libre de patógenos, agua con buenas cualidades para el consumo humano.
- ✓ **Aguas negras:** Agua utilizada para transportar excretas humanas, aguas que pueden evitarse con el uso de un baño ecológico.
- ✓ **Aguas grises:** Aguas jabonosas provenientes del lavamanos, la cocina, la regadera o ducha, etc.

- ✓ **Caseta:** Cuarto donde se encuentra el baño. Paredes y techo que forman el cuarto de baño. Se llama caseta cuando es una construcción independiente al resto del edificio.
- ✓ **Composta:** Se puede definir como el resultado de un proceso de oxidación de la materia orgánica bajo condiciones controladas. Es un nutriente para el suelo que mejora su estructura y ayuda a reducir la erosión y aumenta la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.
- ✓ **Compostaje:** Es el proceso biológico aeróbico (que requiere oxígeno), mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (elementos vegetales o animales como las plantas o el excremento de animales), permitiendo obtener un excelente abono. Para la elaboración de composta se puede emplear materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. Esta materia se apila en un sitio donde las condiciones de humedad, temperatura, oxigenación y pH, sean óptimas para que miles de microorganismos procesen este material.
- ✓ **Deshidratar:** Secar, eliminar el líquido de una cosa.
- ✓ **Drenaje:** Red inmensa de tubería y alcantarillado que transporta las aguas negras, grises y pluviales desde el sitio donde se generan hasta otro sitio. Sistema costoso, obsoleto e inapropiado para el tratamiento las aguas residuales.
- ✓ **Echar:** Agregar, poner, añadir.
- ✓ **Excretas:** Materias fecales (orina y heces)
- ✓ **Fertilizante:** se considera fertilizante a la materia orgánica líquida que se agrega a la tierra para fertilizarla, que resulta de aprovechar los nutrientes de la orina.
- ✓ **Fosa séptica:** La fosa séptica es un recipiente destinado a la recepción de aguas residuales provenientes de los inodoros, lavabos, cocinas, etc. Consta de uno o más compartimentos en los que se produce la sedimentación de los sólidos. Aquí se produce una fermentación anaeróbica de los sedimentos hasta su estabilización. Generalmente las fosas realizan una primera parte del tratamiento de las aguas residuales, pues se requiere de algún filtro para cerrar el tratamiento de las aguas ya sedimentadas. Entre otros riesgos de la fosa séptica, puede infiltrar al subsuelo y contaminar mantos freáticos. Su instalación puede ser un poco costosa.

- ✓ **Impermeabilizar:** Acondicionar una superficie para evitar la entrada o salida de líquidos.
- ✓ **Materia orgánica.** La materia orgánica procede de los seres vivos (plantas o animales) La descomposición de estos seres vivos, provocada por la acción de microorganismos y por factores ambientales da lugar a un abanico muy amplio de sustancias en diferentes estados que son los elementos principales de la materia orgánica. Ejemplos de materia orgánica: Raíces, tallos, restos de hojas, flores, otras parte de la planta, animales y microorganismos muertos, restos de cosechas, restos de alimentos en la cocina, tierra o suelo, y secreciones animales como el excremento (incluido el ser humano), etc.
- ✓ **Microorganismos transformadores:** Lombrices, hongos, bacterias y otras criaturas vivas que procesan los nutrientes de la materia orgánica.
- ✓ **Mingitorio.** Urinario. Mueble destinado exclusivamente para orinar.

### 1.5.3 Marco espacial

La delimitación espacial se halla ubicada en la comunidad de Yesera Norte, correspondiente al cantón de Yesera perteneciente al Municipio de Tarija, primera sección de la provincia Cercado del departamento de Tarija.

### 1.5.4 Marco temporal

La delimitación temporal está dada por el tiempo comprendido entre los años 2013-2015 donde se realizara el estudio de implementación de baños ecológicos.

## 1.6 Alcance del proyecto

El presente proyecto contemplará:

La obtención y recopilación de toda la información necesaria por parte del proponente, estudio de la situación actual de la comunidad beneficiaria, determinar el tipo de baño ecológico que se adapte a la zona que sea más económico y accesible para familias de la comunidad.

- **Recopilación de toda la información necesaria.-** Éste será el primer paso antes de determinar el tipo de baño ecológico más adecuado a la zona, buscar una buena información que garantice buenos resultados será primordial, para ello se plantea conseguir:

- **Datos de la población.-** Que nos permitirá conocer el número de habitantes de la comunidad, su edad, ocupación o actividad económica con que servicios básicos cuenta y sus más frecuentes enfermedades.
- **Observación a la zona de estudio.-** Que nos posibilitará saber la situación actual de la zona beneficiaria, como también plantear los lugares donde se implementarían los baños ecológicos.
- **Aplicar un cuestionario de respuestas múltiples.-** Que nos accederá saber de manera más concisa las necesidades de aquellos comunarios encuestados sobre servicios básicos y saneamiento.
- **Aplicar una entrevista.-** Que nos facultará saber las opiniones de personas de la comunidad.
- **Estudio de los diferentes tipos de baños ecológicos.-** Que nos permitirá el estudio de los diferentes tipos de baños ecológicos usados en Bolivia, como también saber sus características como uso, costo en construcción, etc.
- **Estudio de la operación y mantenimiento del tipo de baño ecológico escogido.-** Que nos permitirá saber el modo de uso, operación y mantenimiento a los baños ecológicos, como también saber la utilización de residuos líquidos humanos en agricultura, provenientes de baños ecológicos.
- **La planeación de construcción del Baño Ecológico escogido.-** Al ser concluida la etapa de selección del tipo de baño ecológico más adecuado a la zona de estudio, considerando los aspectos de costo, operación y mantenimiento.
- **Realizar una ficha ambiental.-** Para analizar el impacto ambiental que generan estos baños ecológicos a la comunidad de Yesera Norte.
  - **Un presupuesto de obra.-** El mismo permitirá saber el costo que se requiere para la construcción de un baño ecológico tipo, presentando en detalle los precios unitarios, cómputos métricos, como un resumen de materiales necesarios.
  - **Un cronograma de actividades.-** Que mostrará el tiempo necesario para la culminación de la construcción del baño ecológico tipo, como la ruta crítica de actividades.

- **Especificaciones técnicas.-** Este será requerido para un mejor proceso de ejecución de la implementación del Baño Ecológico tipo, mostrando los parámetros de construcción.
- **Documento final.-** Todo el trabajo será debidamente documentado y representado gráficamente por planos del diseño.
  - Planos en planta.
  - Planos de vistas.
  - Planos de Cortes.

## CAPITULO II (DESCRIPCION TECNICA DEL PROYECTO)

### 2.1 Información general

#### 2.1.1 Ubicación geográfica del proyecto

El proyecto políticamente se halla ubicado en comunidad de **Yesera Norte**, correspondiente al cantón de Yesera perteneciente al Municipio de Tarija, primera sección de la provincia Cercado del departamento de Tarija.

Geográficamente la población beneficiada del proyecto presenta las coordenadas:

**Figura 2. 1 Ubicación geográfica del proyecto**

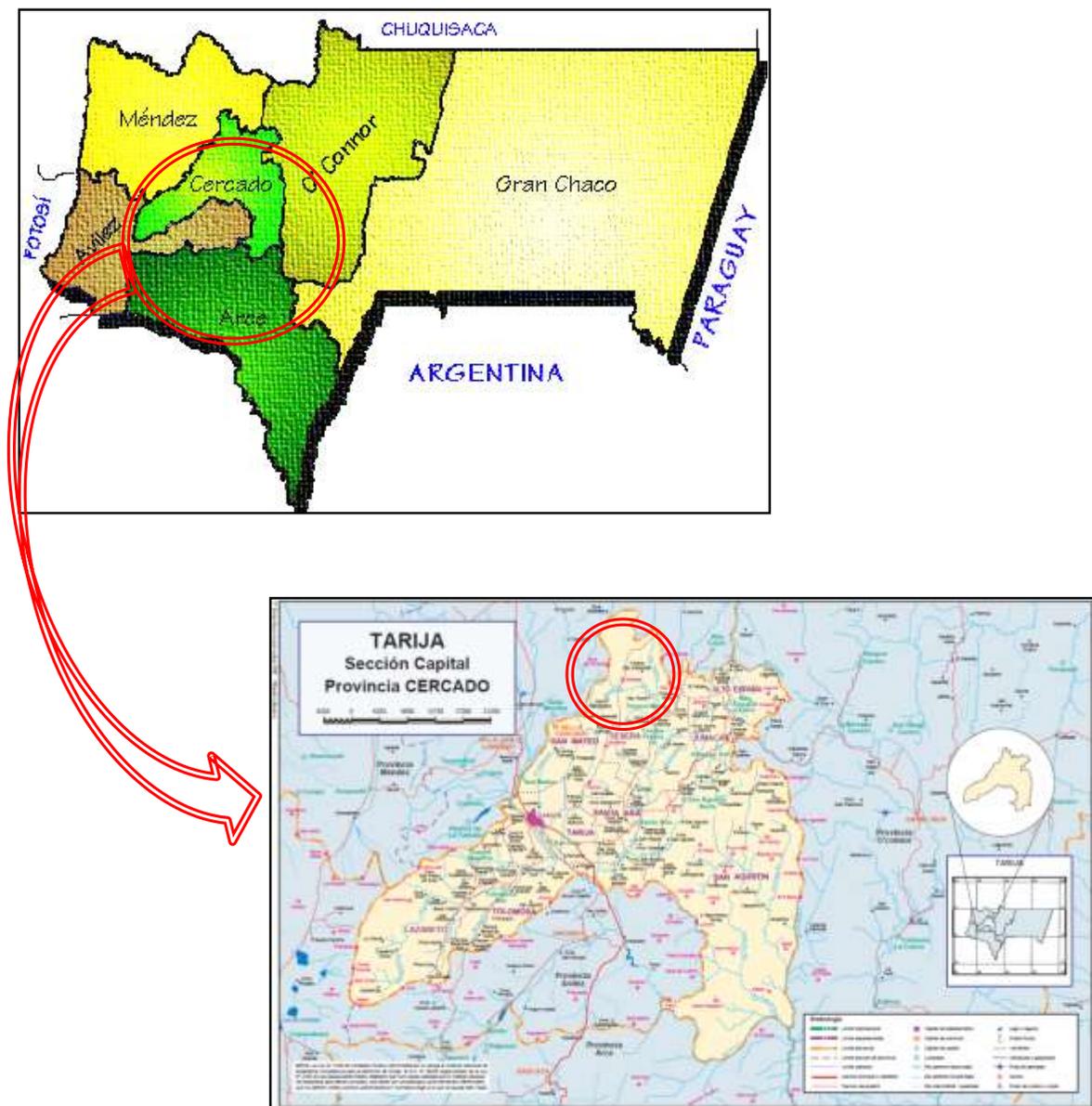




Figura 2. 2 Coordenadas de ubicación de la comunidad

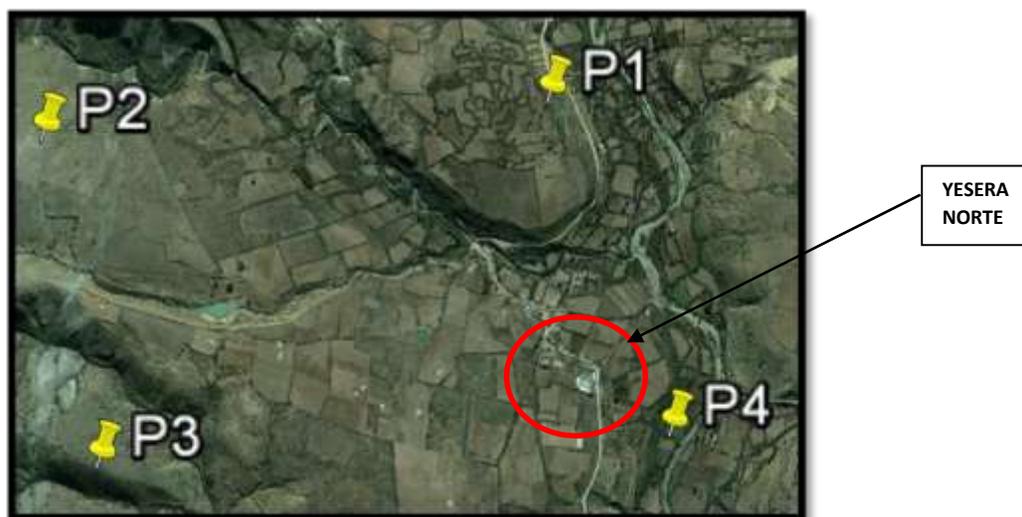


Tabla 2. 1 Coordenadas de ubicación Comunidad "Yesera Norte"

Punto	Este	Norte
P1	339294	7636594
P2	337785	7636650
P3	337807	7635666
P4	339554	7635538

Fuente: elaboración propia mediante el software google Earth Win 2011

Altura Media: 2200 m.s.n.m

### **2.1.2 Límites territoriales**

La comunidad de Yesera Norte se encuentra ubicada dentro los límites políticos administrativos de:

- Al Norte con la comunidad de Chiguay Polla y Santa Rosa.
- Al Sur con la comunidad de Molle Cancha.
- Al Este con la comunidad de Lajitas.
- Al oeste con la comunidad de San Roque.

## **2.2 Características de la zona**

### **2.2.1 Características climáticas**

#### **2.2.1.1 Clima**

El área del proyecto corresponde al valle de Tarija, donde se pudo determinar como un valle templado-cálido o semiárido fresco ubicado en la formación Mesotermal semiárido con poco o ningún exceso de agua.

Las características climáticas, de acuerdo al mapa climático del departamento de Tarija, esta provincia presenta a dos sub formaciones bien definidas del Valles Mesótermales y cejas de Montañas o Cañadones:

“La primera corresponde a la sub formación de Valles Mesotermales o montes de valle (región distribuida a lo largo del curso principal del río Yesera), generalmente formado por las colinas bajas, laderas bajas y la parte aluvial, que se clasifica como semiárido fresco, mesótermal con veranos fuertes, otoño e invierno influenciados temporalmente por vientos fríos que soplan del sur. Con poca o ningún exceso de agua, esta zona cubre las diferentes comunidades desarrolladas a lo largo del río Yesera y sus afluentes principales y secundarios del río Yesera”<sup>1</sup>.

La sub formación de cejas de montaña o cañadones de altura, donde el clima es más húmedo y lluvioso, con menos variación de temperatura por estar protegido por las serranías. Las diferentes fuentes de agua se encuentran en el pie de montes de las estribaciones de esta serranía, zonas con media densidad de vegetación arbustiva y estratos arbóreos de porte bajo, es más abundante y existe una mayor población de la fauna silvestre.

<sup>1</sup> Estudio de Identificación E.I. “Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte”

La zona del proyecto corresponde a la cuenca del río Yesera cuenta con una estación climática, considerando la estación de Yesera Norte. Sobre la base de esta información podemos analizar todos los factores medio ambientales para la zona en estudio.

Las características climáticas se presentan en el resumen climático:

**Tabla 2. 2 Resumen Climatológico**

Estación : Yesera Norte											Latitud: 21° 22' 20"		
Provincia : CERCADO					Periodo Considerado : 1990-2012						Longitud: 64° 33' 03"		
Departamento: TARIJA											Altura: 2.277 m.s.n.m.		
Factores	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total
Temp. Máx media ( °C)	22,3	21,6	21,5	21,3	21,6	22,1	21,0	21,8	21,9	22,5	22,3	23,1	<b>21,9</b>
Temp. Mfn media ( °C )	12,1	11,2	10,8	8,2	4,6	2,7	1,9	3,9	6,3	9,8	10,9	12,1	<b>7,9</b>
Temp. Media ( °C)	17,2	16,4	16,2	14,8	13,1	12,4	11,5	12,9	14,1	16,1	16,6	17,6	<b>14,9</b>
Temp. Máx Extr. ( °C)	33,5	33,0	32,5	33,0	34,5	33,5	32,5	33,5	36,0	34,0	33,0	36,0	<b>36,0</b>
Temp. Mfn Extr. ( °C )	3,5	2,0	3,0	-1,5	-5,5	-6,5	-10	-7,0	-5,0	-3,0	0,0	1,0	<b>-10,0</b>
Días con heladas	0	0	0	1	4	8	10	6	3	0	0	0	<b>32,0</b>
Humedad relativa %	74	77	77	75	65	53	55	55	58	64	68	73	<b>66,0</b>
Nubosidad media octas	5	5	4	3	2	1	1	2	2	3	4	4	<b>3,0</b>
Precipitación (mm)	149,5	128,3	101,3	30,7	5,4	1,3	1,4	4,9	8,7	38,2	69,1	122,3	<b>661</b>
Prec. Máx. 24 horas	69,0	73,0	97,0	55,0	13,5	12,5	10,0	32,2	15,0	35,0	50,0	71,0	<b>97,0</b>
Días con lluvia	13	11	11	6	2	0	1	1	2	6	9	11	<b>73,0</b>
Vel. Vientos (km/hr.)	11,9	10,3	11,8	12,4	12,4	12,6	17,4	18,2	12,8	17,2	11,1	10,0	<b>13,2</b>
Dirección de vientos	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

**Fuente:** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica Tarija

- **Precipitación**

Considerando los datos de precipitación se obtuvo una precipitación anual de 661mm Según el cuadro anterior el periodo más lluvioso del año comienza desde noviembre a marzo, periodo donde se presenta el 86,32 % de la precipitación anual, la menor precipitación se ocurre durante los meses de mayo a septiembre. La frecuencia de precipitaciones, determina que el mayor número de lluvias se presenta en el mes de enero con 13 días de lluvia, por lo general las lluvias son de régimen torrencial y en los meses más lluviosos los días con lluvia variación de 11 a 9 días.

- **Temperatura.**

De un record de 12 años de registro de la estación de Yesera Norte se tiene: Una temperatura media anual de 14,9 °C, la máxima media de 21,9 °C, la mínima media de 7,9 °C. Las

máximas extremas alcanzan a 36,0 °C y la mínima extrema de -10,0 °C. Las heladas durante el año hidrológico alcanzan a 32 días, con mayor frecuencia en los meses de junio a agosto.

- **Humedad relativa**

La humedad relativa presenta un promedio de 66,0 %, durante los meses de diciembre a marzo sobre pasa el 70 %, la característica de esta zona es la presencia de masas de aire húmedo y frío en la estación de invierno acompañado de vientos, dando origen a una sensación térmica diferente.

- **Nubosidad.**

La nubosidad de la zona es variable durante todo el año, por lo general alcanza un promedio de 61 días despejados, 152 días poco nubosos, 92 días nubosos y 59 días cubierto.

- **Vientos.**

La velocidad promedio anual alcanza a 13,2 Km/Hr la dirección más predominante es Este, La menor velocidad del viento se presenta en el mes de diciembre con 10,0 Km/Hr, y las más altas velocidad de vientos durante los meses de julio a septiembre con 17,2 a 18,2 Km/Hr.

### **2.2.1.2 Elementos adversos a la agricultura**

El granizo es un fenómeno frecuente que se presenta generalmente a fines de la primavera y finaliza en verano. Las probabilidades de ocurrencia de granizos nos determinan que un 25 a 30 % de probabilidad se presenta una granizada durante los meses de octubre a enero.

El Régimen de Heladas nos establece, una mayor probabilidad de inicio de heladas en el mes de mayo hasta fines del mes de agosto, existe un periodo libre de heladas alrededor de 275 días y 90 días con heladas. La frecuencia media de heladas en la zona alcanza a 32 heladas por año.

## **2.2.2 Características medio ambientales**

### **2.2.2.1. Flora**

Las laderas de la serranía presenta una cobertura vegetal más abundante de leguminosas churqui, churqui amarillo, molle, y diferentes géneros de captacias rastreras.

### 2.2.2.2. Fauna

Actualmente la población de la fauna silvestre es abundante a causa de la poca intervenciones de la actividad antrópica de hombre, ya sea por la baja explotación forestal de los churquiales orientada a la combustión domiciliaria y con una actividad agrícola incipiente, debido a ser tierras más destinadas a la protección ambiental, condición que evito la caza indiscriminada por los comunarios y cazadores fortuitos de ciertas especies en forma selectiva, como conejos , perdices y otras de menor importancia como las palomas.

### 2.2.2.3 Relieve topográfico

El relieve y la topografía de zona varían de acuerdo a la posición fisiográfica del suelo, en el área se ha determinado diferentes formaciones geomorfológicas, como se detalla a continuación:

- Llanura aluvial con relieve plano ligeramente inclinado con pendiente de 1 a 4%. En esta unidad fisiográfica se encuentra en ambos márgenes del río Yesera y los cursos de los diferentes afluentes, por lo general son deposiciones fluviales durante el cuaternario.
- La comunidad se halla sobre la terraza Fluvio-lacustre baja, originada por la deposición de sedimentos en el periodo del cuaternario, por lo general son sedimentos de tipo fluvial, **presentan una topografía plana, ligeramente inclinada y fuertemente ondulada.**
- Laderas o pie de monte con relieve ligeramente inclinado con pendiente de 4 a 10%, estas áreas se hallan a lo largo del sistema rocoso y en las laderas de las terrazas fluvio-lacustres que colindan con la llanura aluvial.
- Serranías con relieve complejo e irregular varían de moderadamente escarpado hasta escarpado, por lo general son áreas con afloramiento rocoso, presentan vegetación graminoidea a gran escala.

### 2.2.2.4 Suelos.

Por lo general presenta suelos delgados o superficiales, de textura gruesa (franco arenoso a franco), moderadamente bien drenados, **presenta fragmentos rocosos en la superficie**, relieve es abrupto y muy inclinado. Estos suelos fueron formados por procesos de meteorización de la roca madre de tipo arenisco, debido a los cambios climáticos abruptos

que se presentan en la zona alta. Factores modeladores de la geomorfología y del paisaje de la serranía o cerros altos.

### 2.2.3 Infraestructura

La comunidad de Yesera Norte cuenta con:

- **Colegio:** Cuenta con la Unidad Educativa Yesera Norte, el cual consta de ambientes donde los alumnos pasan clases tanto nivel primario como nivel secundario.
- **Internado:** Esta infraestructura se encuentra en proceso de construcción, y está siendo construida para los profesores que trabajan en el colegio que vienen de la ciudad de Tarija, como también para aquellos alumnos que vienen al colegio desde las comunidades vecinas por la falta de un nivel secundario en dichos lugares.
- **Centro de salud:** La comunidad cuenta con estos ambientes para tratar con las necesidades de salud que se presenten las personas de la comunidad cuenta con ambientes apropiados y lo necesario para atender a los pobladores.
- **Capilla:** Lugar donde se reúnen las personas de la comunidad que profesen tal religión.
- **Cancha de fútbol:** Donde los pobladores pueden tener tiempos de esparcimiento y deporte.

### 2.2.4 Vías de comunicación y transporte

La red vial que vincula al área del proyecto con la capital del departamento, se efectúa a través de camino troncal Tarija – Gran Chaco, hasta la el puente de Santa Ana vía que es transitable durante todo el año cubierto con carpeta asfáltica, cuya distancia es de 12 km., sin problema alguno.

El mantenimiento lo realiza el “Servicio Departamental de Caminos (SEDECA) “A partir de este punto la ruta es de tierra sin tratamiento superficial, en la actualidad se viene construyendo esta vía por SEDECA (vía con carpeta asfáltica), esta vía además comunicará a las comunidades de Yesera Sur, Yesera Centro, Yesera Norte , Chiguaypolla y San Sebastián, Alto de Cajas, Payuyo, Piedra Blanca y la Gamoneda, la carretera actual es transitable durante todo el año, para el transporte de los productos agropecuarios que produce la comunidad, los mismos que son orientados a los mercados de Tarija y al Interior del país. Por esta carretera circulan vehículos de alto tonelaje, camiones, camionetas. Colectivos,

micro buses y otros, la longitud de es de 33 Km., desde el puente de Santa Ana al área del proyecto.

La distancia de la ciudad de Tarija (capital de la provincia Cercado) al área del proyecto es de 45 Km. Las tarifas por el cobro de transporte son de 10.0 Bolivianos por persona y la carga por quintal de 5,0 Bolivianos, de la ciudad de Tarija a la comunidad de Yesera Norte.

La frecuencia y periodo de uso de estos servicios por el transporte en general es formal y diaria, además existe servicio de transporte informal que se realiza todas las comunidades anteriormente mencionadas, el tiempo de recorrido es de 1 hora para movilidad chica y de 1½ hora en movilidad de mayor tonelaje.

## **2.2.5. Servicios básicos**

### **2.2.5.1 Disponibilidad de agua potable**

En la actualidad se terminó de construir el proyecto “Construcción Ampliación y Mejoramiento Sistema Agua Potable Yesera Norte” financiada por la Corporación Andina de Fomento (CAF), el Gobierno Dto. Tarija (GDT), Gobierno Autónomo Municipal de Tarija y la Provincia Cercado (GAMT), con la entidad ejecutora Fondo Nacional de Inversión Productiva y Social y construida por la empresa SENCOSUR, gracias al Programa “MI AGUA III”, generando más de 147 empleos directos, 1275 empleos indirectos más de 735 beneficiarios y 600 conexiones domiciliarias.

### **2.2.5.2 Saneamiento**

“La comunidad no posee el servicio de alcantarillado para evacuar las aguas servidas, este servicio es cubierto por medio de letrinas domiciliarias, esta forma de depósito de desechos sólidos solo cubre el 75 % de la población, el resto lo realiza a campo abierto. Estos sistemas por lo general son construidos alejados de las viviendas, debido a la proliferación de moscas por la deficiente limpieza que reciben estas letrinas”<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Estudio de Identificación E.I. “Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte”

### **2.2.5.3 Energía eléctrica**

La comunidad cuenta con una red permanente de energía eléctrica, del tipo monofásico con un voltaje de 220 V. El estado del sistema de transmisión es regular, tan solo presenta

problemas en el postaje que es deficiente, por lo general este servicio es utilizado por el 90% de la población, distribuida en el área concentrado y semidispersa de la población Yesera Norte.

#### **2.2.5.4 Telefonía**

La comunidad cuenta con comunicación telefónica, telefonía instalado por ENTEL, el sistema de comunicación se encuentra en un estado regular, consta de una cabina telefónica que fue instalada hace 10 años, el mismo es utilizado por la comunidad como medio de comunicación con las comunidades que poseen este servicio, capitales de provincia, interdepartamental y telefonía internacional.

### **2.3 Aspectos sociales**

#### **2.3.1 Características socio culturales**

La población en general presenta rasgos característicos nativos propios de la región, fisonomías determinado por los hábitos, costumbres y vestimenta que posee el habitante.

Otro factor es el tipo de viviendas y de sus características ancestrales de organización. Donde el 99 % de la población habla el idioma castellano y un 1 % practica el idioma quechua habitual por la población anciana, que migraron a la zona durante la guerra del Chaco.

El área presenta un calendario agrícola comprendido en dos épocas bien definidas, La siembra de verano o la siembra grande donde se siembra los cultivos de: papa, maíz, hortalizas, avena, trigo y arveja, la siembra de primavera que empieza en el mes de agosto, época que efectúa los cultivos de papa, maíz choclo, arveja, cebolla, zanahoria, hortalizas y frutales.

El tiempo de ocupación de la mano de obra de la población flotante periódica es: en la actividad agropecuaria el varón destina un 40 % a la producción agrícola, un 15 % en la actividad pecuaria y un 45 % ocupa para la emigración temporal, la mujer ocupa un 35 % al ramo de la agrícola, un 10 % en la producción pecuaria, un 25 % en labores domésticas y un 30 % a la migración temporal.

La población estable en la comunidad ocupa: El varón un 65 % en la actividad agrícola , un 30 % en la producción pecuaria y el 5 % en la destilación de alcoholes, la mujer ocupa un 30 % en la actividad agrícola , 40 % en la actividad pecuaria , un 25 % en labores de casa y el resto del 5 % en actividades comunales y otras.

Las diferentes actividades agropecuarias son complementadas con la ocupación de la mano de obra de los hijos mayores de 5 años en las acciones de pastoreo, faenas agrícolas y otras. Esto implica que el aporte de mano de obra por familia asciende a 2.25 jornales, valor que determina un aporte laboral por día de 270 jornales en forma permanente, valor que determina un aporte anual de 72630 jornales año.

### 2.3.2 Características de la educación

#### 2.3.2.1 Nivel de instrucción de la población

El nivel de educación de la comunidad de Yesera Norte muestra, que la población presenta los siguientes niveles de educación: Un 13.2 % de la población actual no recibió ningún tipo de educación, el 43,83 % recibió educación incompleta debido a la alta migración de la población joven, tan solo el 7.33 % recibe educación completa hasta la secundaria y solo el 3.83 % de la población llegó a graduarse en las universidades o sea 23 habitantes, donde los varones son en mayor porcentaje de conclusión de estudios universitarios .

De acuerdo a los datos obtenidos en la comunidad se pudo evidenciar que el grado de analfabetismo asciende a 10,33 % de la población o sea 62 habitantes son analfabetos.

**Tabla 2. 3 Nivel de instrucción de la población**

GRADO EDUCATIVO	HOMBRES		MUJERES		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Ninguno ≤ De 5 Años	9	2,86	8	2,79	17	2,83
Ninguno > De 5 Años	14	4,45	48	16,78	62	10,33
Pre - Primario	35	11,14	27	9,44	62	10,33
Primario Incompleto	95	30,25	74	25,87	169	28,16
Primario Completo	70	22,29	59	20,62	129	21,50
Secundario Incompleto	51	16,24	43	15,03	94	15,66
Secundario Completo	25	7,96	19	6,64	44	7,33
Universitario	15	4,77	8	2,79	23	3,83
<b>Total</b>	<b>314</b>	<b>100,00</b>	<b>286</b>	<b>100,00</b>	<b>600</b>	<b>100,00</b>

**Fuente:** Encuestas socioeconómicas

**Elaboración:** Estudio de Identificación E.I. “Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte”

#### 2.3.2.2 Población educativa actual

**Tabla 2. 4 Nivel de Instrucción de la Población**

GRADO EDUCATIVO	HOMBRES		MUJERES		TOTAL		COBERTURA	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	AL/DOC

PRIMARIO								
Inicial	4	16,00	2	11,11	6	13,95	2	16/2
Primero	2	8,00	2	11,11	4	9,30		
Secundo	4	16,00	2	11,11	6	13,95		
Tercero	5	20,00	4	22,22	9	20,93	1	14/1
Cuarto	4	16,00	1	5,56	5	11,63		
Quinto	2	8,00	6	33,33	8	18,60	1	13/1
Sexto	4	16,00	1	5,56	5	11,63		
<b>Sub Total</b>	<b>25</b>	<b>10,00</b>	<b>18</b>	<b>100,00</b>	<b>43</b>	<b>100,00</b>	<b>4</b>	<b>10/1</b>
Secundario								
Primero	7	14,00	7	16,28	14	15,05	7	93/7
Secundo	10	20,00	8	18,60	18	19,35		
Tercero	8	16,00	6	13,95	14	15,05		
Cuarto	7	14,00	8	18,60	15	16,13		
Quinto	13	26,00	10	23,26	23	24,73		
Sexto	5	10,00	4	9,30	9	9,68		
<b>Sub Total</b>	<b>50</b>	<b>100,00</b>	<b>43</b>	<b>100,00</b>	<b>93</b>	<b>100,00</b>	<b>7</b>	<b>13/1</b>
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>55,147</b>	<b>61</b>	<b>44,853</b>	<b>136</b>	<b>100,00</b>	<b>11</b>	<b>12/1</b>
Personal De Apoyo								
Dirección	152						1	152/1
Secretaría	14						1	14/1
Portero	152						1	152/1
<b>TOTAL DEL PLANTEL</b>							<b>14</b>	<b>10/1</b>

**Fuente:** Encuestas socioeconómicas

**Elaboración:** Estudio de Identificación E.I. “Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte”

La comunidad de Yesera Norte cuenta con un núcleo escolar, pertenece a la dirección distrital del Cercado; presenta infraestructura suficiente para cubrir los niveles de: Pre primario, primario y secundario, ósea 13 niveles educativos.

El plantel educativo de profesores alcanza a 12 educadores de los cuales son 11 maestros y un director, los cuáles cubren los trece grados de la escuela, las aulas son dos tipos: Del tipo multifuncional para el inicial y aulas comunes, la infraestructura alberga a una población de 136 alumnos obteniéndose una baja relación estudiante alumno de 12/1.

### 2.3.2.3 Servicios de educación

El estado y calidad de la infraestructura actual es buena, presenta las siguientes características: La infraestructura es de materiales de construcción no locales, por lo general

son de ladrillos con revoque cielo raso, pisos de cerámica y madera, puertas y ventanas de madera, en general poseen todos los servicios eléctricos de iluminación.

La infraestructura educativa consta de: 9 aulas destinadas a la educación, un ambiente destinado a la dirección, un ambiente para la secretaria, depósito y una portería.

Para la actividad atlética y deportiva posee una cancha polifuncional con tinglado y graderías. Existe servicios de agua potable y una batería de baños con duchas (duchas que no son utilizadas debido a la baja presión del sistema de agua potable y al bajo caudal existente).

El equipamiento y material didáctico insuficiente, este material en la actualidad se halla deteriorado y no actualizado siendo necesario la reposición de este material, además es insuficiente los materiales didácticos para las materias de química y física.

**Tabla 2. 5 Servicios de educación**

COMUNIDAD	SERVICIOS DE EDUCACIÓN			
	DESTINO	ESTADO DEL AMBIENTE	Nº DE PERSONAL	Nº DE AMBIENTES
YESERA NORTE	Pre Primario	Bueno	1	1
	Primario	Bueno	3	3
	Secundario	Bueno	7	7
	Dirección	Bueno	1	1
	Secretaría	Bueno	1	1
	Portería	Bueno	1	1
	C. Poli Funcional	Bueno		1
	Batería De Baños	Bueno		2
<b>TOTAL</b>			<b>14</b>	<b>15</b>

**Fuente:** Encuesta Realizada en la Comunidad

**Elaboración:** Estudio de Identificación E.I. "Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte"

### 2.3.3 Salud

La comunidad de Yesera Norte cuenta con un centro de salud de primer nivel, el mismo se halla ubicado en el Distrito 18, presentando una posta de salud, la cobertura del nosocomio cubre las localidades de Yesera Norte, Yesera Centro, Chiguaypolla y San Sebastián. El sistema de atención es por desplazamiento de los paramédicos y del médico.

De acuerdo al organigrama del sistema de salud, este establecimiento depende del Ministerio de Previsión y Salud Pública y El gobierno municipal de la Provincia cercado. Esta unidad básica presenta una infraestructura médica en estado bueno, Infraestructura realizada por

Municipio de Tarija, por lo general realiza la atención de enfermedades preventivas, primeros auxilios, enfermedades primarias y consultas dentarias. Los casos de tratamientos más graves y hospitalización es cubierta por el hospital de San Juan de Dios de la ciudad de Tarija.

En el ámbito de recursos humanos se puede señalar que el centro de salud de Yesera Norte cuenta con un plantel de 5 miembros, donde el personal de apoyo pertenece al ministerio de salud y Deportes y los galenos a la gobernación del departamento de Tarija. El personal asignado para el nosocomio comprende de: Un médico, un dentista, unas enfermeras, una secretaria y un portero, este establecimiento además recibe el apoyo, de los servicios de salud del hospital de Tarija. La frecuencia de visitas a las diferentes comunidades o zona de acción por lo general es periódica.

**Tabla 2. 6 Influencia del establecimiento de salud**

COMUNIDAD	POBLACIÓN TOTAL	NUMERO DE VIVIENDAS	TIPO DE ATENCIÓN		
			CENTRO	VISITAS	CAMPAÑA
Yesera Norte	462	102	X		X
Yesera Centro	409	86	X	X	X
Chiguaypolla	149	26	X	X	X
San Sebastián	142	25	X	X	X
<b>Total</b>	<b>1162</b>	<b>239</b>			

**Fuente:** Centro de Salud de Yesera Norte

**Elaboración:** Estudio de Identificación E.I. “Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte”

La infraestructura de salud consta de varios ambientes: Un consultorio para medicina general y otro ambiente para la atención de Odontología, una enfermería, secretaria y una sala de hospitalización con cinco camas, un ambiente adicional para la farmacia popular y ambiente para la recepción de pacientes en consulta. El Centro de Salud presenta medios de locomoción disponible como apoyo logístico (cuadratrac) estos medios de transporte le permiten atender en forma oportuna a las comunidades de su jurisdicción.

La presencia de enfermedades en la región en forma porcentual es: las agudas respiratorias como la faringe amigdalitis y el resfrió común con el 22,59 %, le sigue en orden de importancia las enfermedades de la micosis cutánea y parasitazos con el 17,07 %, la cefalea con el 8,77 %, dentaria el 10 % y otras enfermedades como el Reumatismo, Hemorragias y otras.

**Tabla 2. 7 Enfermedades prevalentes**

ENFERMEDADES	POBLACIÓN POR GRUPOS ETAREOS												TOTAL	
	< 1		1 - 4		5 - 9		10- 20		21 - 59		>60			
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	Nº	%
Anemia	3	1					24	17	6	23	13	27	114	6,06
Artritis Reumatoide											10	3	13	0,69
Balanopostitis	1												1	0,05
Bronquitis Aguda					3	4	17	13	7	20	4	11	79	4,20
Cefalea					8	2	13	20	5	70	7	40	165	8,77
Cólico Abdominal					3	8	9	22	16	43	7	8	116	6,17
Contusión			2	1			19	6	12	22	3	7	72	3,83
Conjuntivitis Bact.	4		1	1									6	0,32
Constipación	1												1	0,05
Desnutrición Leve			3	1									4	0,21
Edas	10	5	21	12									48	2,55
Faringoamigdalitis					20	17	61	49	19	44	4	8	222	11,80
Fiebre Tifoidea	1	1											2	0,11
Gastritis									8	66	7	28	109	5,79
Hypertension Art.											7	27	34	1,81
Herpangina					3	1							4	0,21
Iras	22	14	54	31									121	6,43
Impétigo				2									2	0,11
Infección Urinaria									4	30			34	1,81
Laringitis					3	1							4	0,21
Lumbalgia									25	60	26	31	142	7,55
Micosis Cutánea			5	3	34	27	48	47					164	8,72
Parasitosis			5	3	43	33	38	35					157	8,35
Pediculosis					8	6	12	15					41	2,18
Resfrió Común					29	21	47	36	15	55			203	10,79
Síndrome Febril	1	1											2	0,11
Talla Baja	3	1	10	5									19	1,01
Varicela			1	1									2	0,11
<b>TOTAL</b>	46	23	102	60	154	120	288	260	117	433	88	190	1881	100,0
<b>PORCENTAJE</b>	2,45	1,22	5,42	3,19	8,19	6,38	15,3	13,8	6,22	23,0	4,68	10,1	<b>100,00</b>	

**Fuente:** Centro de Salud de Yesera Norte

**Elaboración:** Estudio de Identificación E.I. “Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte”.

Respecto a la presencia de enfermedades infecto transmisible en la región es prácticamente nula o se exterioriza en forma muy esporádica, determinado por enfermedades venéreas, debido a la migración que realiza la población joven. La cobertura de vacunación infantil en la zona asciende al 99%.

Otra forma de curar enfermedades es la medicina tradicional que presenta un sistema de tipo naturista y espiritual, medicina trasferida por generaciones por los curanderos. La población

recurre a este servicio por hallarse próximo de los pacientes y por los escasos recursos económicos que posee el productor.

#### **2.3.4 Viviendas**

“Se evidenció que las construcciones presentan características similares, **el área expone un total de 150 viviendas de construcción similar, donde 55 viviendas son semi dispersas, 50 viviendas dispersas y 45 viviendas concentradas o agrupadas**, esta última se caracteriza por el ordenamiento semi catastral, con calles y plazas, zona donde se halla ubicado todos los servicios Administrativos, Salud, Educación y otras, de la comunidad de Yesera Norte”<sup>3</sup>.

En general las viviendas concentradas se hallan distribuidas en ambas márgenes del camino principal y las viviendas semi dispersas y dispersas en los márgenes de las quebradas y del río, por su proximidad a las fuentes de agua para el consumo humano y el abrevado del ganado.

La mayoría de las viviendas son construcciones rústicas construidas con materiales locales, por sus características constructivas se determina que: un 75,70 % de las viviendas poseen paredes de adobe (fabricados por ellos), el 20,50 % son viviendas mixtas de ladrillo y adobe y un 3,8 % tiene paredes de ladrillo.

Los pisos de las viviendas por lo general son de mortero de cemento 65 % y de tierra el 25%, con revestimiento de ladrillo y cerámico el 10 %. La cobertura de las viviendas en su mayoría es de teja (69,12 %) y de paja con mortero de barro (14,50 %), además un 16,38 % con cobertura de calamina. Por lo general las paredes el 60 % poseen revoque de barro y el 40 % con estuco.

La distribución del inmueble presenta una forma de “L, U y longitudinal”, por lo general exponen tres a cuatro ambientes y un patio central, los ambientes son usados para diferentes fines y múltiples usos.

∩ <sup>3</sup> Estudio de Identificación E.I. “Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte”

##### **2.3.5.1 Población actual**

De acuerdo al censo de población y vivienda que fue realizada en el Estudio de Identificación E.I. “Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte”, en la comunidad de Yesera

Norte, presenta una población de 600 habitantes distribuidos en 181 familias; la distribución poblacional da un mayor porcentaje de habitantes hombres (52,33%) y las mujeres en menor porcentaje (47,66%). El promedio medio de habitantes por familia asciende a 3,26 miembros/familia.

**Tabla 2. 8 Población según grupos etarios**

GRUPOS ETARIOS	NUMERO DE HABITANTES					
	HOMBRES	%	MUJERES	%	TOTAL	%
0 - 3	9	2,86	8	2,77	17	2,83
4 - 5	11	3,53	7	2,44	18	3,00
6 - 10	19	6,01	16	5,54	35	5,83
11 - 13	13	4,10	17	5,94	30	5,00
14 - 17	24	7,64	15	5,25	39	6,50
18 - 27	30	9,55	35	12,23	65	10,83
28 - 33	25	7,96	38	13,28	63	10,50
34 - 45	75	23,88	60	20,99	135	22,50
46 - 51	30	9,55	25	8,74	55	9,17
52 - 57	28	8,91	20	6,99	48	8,00
58 - 60	20	6,36	25	8,74	45	7,50
> 61	30	9,55	20	6,99	50	8,33
<b>TOTAL</b>	<b>314</b>	<b>100,00</b>	<b>286</b>	<b>100,00</b>	<b>600</b>	<b>100,00</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>52,33</b>		<b>47,66</b>		<b>100,00</b>	
<b>N° FAMILIAS</b>	<b>181,00</b>					

**Referencias:** Encuestas socioeconómicas

**Elaboración:** Estudio de Identificación E.I. “Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte”.

### 2.3.5.2 Población actual del proyecto

De acuerdo a las encuestas realizadas en Estudio de Identificación E.I. “Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte”, en el área del proyecto obtuvo que en la actualidad existe una población estable del 81,50 % de la población total, que corresponde a 489 habitantes o 150 familias, el 18,5 % restante de los habitantes se encuentran como población flotante.

En la comunidad existente dos tipos de población flotante: en forma de migración permanente y migración temporal, ambos tipos de migración alcanzan a 111 habitantes, esta migración a medida que pasa el tiempo se acentúa más en la comunidad de Yesera Norte.

La población flotante temporal alcanza el 11,83 %, migración que realizan los habitantes de la comunidad por periodos de 6 a 9 meses, esta actividad por lo general es orientado a la migración a la República Argentina y en un porcentaje reducido al interior del país y a la

capital del departamento de Tarija, por lo general esta población está presente en la comunidad durante las diferentes faenas agrícolas más importantes como la siembra, cosecha y labores culturales y la preparación del suelo.

**Tabla 2. 9 Permanencia de la población según grupos etarios**

GRUPOS ETARIOS	PERMANENCIA DE LA POBLACIÓN			TOTAL
	POBLACIÓN ESTABLE	POBLACIÓN FLOTANTE		
		TEMPORAL	PERMANENTE	
0 - 3	16	1	0	17
4 - 5	11	5	2	18
6 - 10	35	0	0	35
11 - 13	30	0	0	30
14 - 17	39	0	0	39
18 - 27	56	4	5	65
28 - 33	55	7	1	63
34 - 45	135	0	0	135
46 - 51	18	21	12	51
52 - 57	19	21	12	52
58 - 60	25	12	8	45
> 61	50	0	0	50
<b>TOTAL</b>	<b>489</b>	<b>71</b>	<b>40</b>	<b>600</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>81,50</b>	<b>11,83</b>	<b>6,67</b>	<b>100,00</b>
<b>Nº FAMILIAS</b>	<b>150</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>182</b>

**Fuente:** Encuestas socioeconómicas

**Elaboración:** Estudio de Identificación E.I. “Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte”

La población flotante permanente alcanza el 10,00 %, población que no vive en la comunidad pero posee viviendas, campos de cultivo y algunos animales, por lo general estos habitantes regresan a la comunidad para las festividades, asisten reuniones en la comunidad y en periodos muy cortos en la siembra y cosecha. Este tipo de población asciende al 12,00 %.

### 2.3.5.3 Índice de crecimiento poblacional

“De acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), el índice de crecimiento poblacional adoptado para el área alcanza al 3,77 % (índice de crecimiento de la provincia Cercado), en el área el índice de crecimiento poblacional es menor a 0.97%”<sup>1</sup>.

### 2.3.6 Organizaciones existentes en la localidad

El área cuenta con autoridades que regulan las actividades políticas y sociales en orden de importancia son:

- **Sindicato agrario:** fundado en la gestión de 1968, donde participan 145 agricultores de la zona de los cuales 102 son varones y 43 mujeres, esta institución se halla constituido por 5 miembros de la comunidad, de los cuales 3 son varones y 2 mujeres, la institución posee reglamentito de funcionamiento, en la actualidad se halla a la cabeza del comunitario Pablo Cari.
- **Junta de auxilio escolar:** Constituido desde hace cinco décadas destinada a la supervisión de la educación, el desayuno escolar y otras actividades, esta institución se halla representado por cinco miembros, los mismos conforman la Presidencia, Vicepresidencia, Tesorero, Secretario de Actas y un vocal. Esta junta escolar posee estatutos de funcionamiento, la misma que está representado en un 100% por el sexo femenino.
- **Comité de aguas:** Posee reglamento de funcionamiento, su organigrama se halla conformado por un Presidente, Vicepresidente, Tesorero, Operador, Secretario de Actas, dos Vocales y un plomero, esta institución se fundó hace 32 años, se halla conformado por cuatro varones y tres mujeres, este comité presento 70 asociados.
- **Club deportivo:** Conformado por 6 miembros de la comunidad, conformado por 54 asociados, de los cuales 42 son varones y 12 mujeres, esta Institución se dedica a la actividad deportiva de la comunidad de Yesera, en la actualidad se halla a la cabeza del comunitario Edil Espíndola.
- **Comité de riego:** Conformado por 8 miembros de la comunidad, conformado por 102 asociados, de los cuales 90 son varones y 12 mujeres, esta Institución se dedica a la actividad del riego. Esta Institución posee reglamentos de funcionamiento y Administrativo, cuya función se orienta a la Manejo, Operación y Administración del sistema de riego.
- **Producción agrícola:** Conformado por 7 miembros de la comunidad, posee 75 participantes, siendo 62 varones y 13 mujeres, esta Institución posee reglamentos de funcionamiento y Administración. Se dedica a la producción de productos agrícolas, la

comercialización de los productos, en la actualidad se halla a la cabeza del comunitario Freddy Romero.

- **Otros:** Además existe la presencia de Instituciones Estatales presentes en la comunidad como: la Gobernación de Tarija, la Alcaldía de Cercado, realizando apoyo en la construcción de centros educativos y deportivos, vías de acceso comunitario y de apoyo a aspectos de desarrollo de la zona.

## 2.4 Actividad económica de la población

### 2.4.1 Características económicas

Es importante mencionar que el mayor número de familias de la comunidad se dedica a la explotación agropecuaria, bajo un sistema de producción de tipo tradicional, la misma que fue mejorada a través del tiempo por medio de una tecnología empírica, basada en la observación directa y comparada con la astrología, tecnología empírica que fue transmitida de padres a hijos por generaciones, la cual que posteriormente fue combinándose con la tecnología actual, por la migración existente a la República Argentina.

#### 2.4.1.1 Producción agrícola

La producción agrícola se practica bajo el sistema de secano y bajo riego, la superficie abarca a 354,04 hectáreas, el actual sistema de riego cubre una superficie de 142,75 hectáreas.

De acuerdo al cuadro siguiente se tiene: Con riego completo una superficie de 115,51 Hectáreas, a secano 127,84 hectáreas y 110,69 hectáreas con riego complementario en el periodo de otoño, esto implica una superficie de 115,56 hectáreas en invierno y 270,59 hectáreas en verano.

**Tabla 2. 10 Sistemas de producción agrícola**

CULTIVOS	PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN HECTÁREAS			TOTAL	%
	INVIERNO	VERANO			
	CON RIEGO	SECANO	RIEGO COM.		
Maíz		70,00		70,00	19,77

Choclo	20,50			20,50	5,79
Papa Miska	32,20			32,20	9,09
Papa Verano			28,00	28,00	7,90
Arveja			39,3	39,30	11,10
Arveja Verde	15,50			15,50	4,38
Trigo		32,85		32,85	9,29
Cebada		24,99		24,99	7,0
Avena Verano			33,62	33,62	9,46
Avena Invierno	15,25			15,25	4,37
Poroto			9,77	9,77	2,70
Cebolla	0,63			0,63	0,17
Hortalizas	1,25			1,25	0,35
Vid	12,96			12,96	3,66
Durazno	13,63			13,63	3,85
Nogal	3,59			3,59	1,01
<b>TOTAL</b>	<b>115,51</b>	<b>127,84</b>	<b>110,69</b>	<b>354,04</b>	<b>100,00</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>32,62</b>	<b>36,10</b>	<b>31,26</b>	<b>100,00</b>	

**Fuente:** Encuestas socioeconómicas

**Elaboración:** Estudio de Identificación E.I. "Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte"

De acuerdo al cuadro siguiente, el cultivo con mayor superficie de explotación es el maíz que representa el 25,56 %, la papa le sigue en orden de importancia con el 17,04 % y la arveja con el 15,47 %, así mismo existen cultivos con mayor importancia como: el trigo, cebada, la avena, poroto y los frutales. En una superficie muy reducida se practican los cultivos de cebolla y las hortalizas que representan el 0,53 %. Porcentualmente la producción de la papa alcanza el 25,24 % de la producción total, le sigue en orden de importancia el cultivo de la avena con el 18,02 %, en tercer lugar ocupa el cultivo de la arveja con el 16,09 % y en el cuarto lugar la producción de maíz con el 13,02 % y en quinto lugar la vid con el 8,18 el resto de los cultivos con el 19,43 % de la producción total.

**Tabla 2. 11 Producción agrícola actual**

CULTIVOS	RENDIMIENTO TM / Has.	SUPERFICIE Has.	PRODUCCION TM.	%
Maíz	1,2	70,00	84,00	4,61
Choclo	7,5	20,50	153,75	8,44
Papa Miska	7,5	32,20	241,50	13,28
Papa Verano	7,8	28,00	218,40	11,99
Arveja	4,5	39,30	176,85	9,70

Arveja Verde	7,5	15,50	116,25	6,38
Trigo	2,1	32,85	68,98	3,78
Cebada	3,2	24,99	79,96	4,39
Avena Verano	6,5	33,62	218,50	11,97
Avena Invierno	7,2	15,25	109,80	6,08
Poroto	2,4	9,77	23,48	1,27
Cebolla	9,7	0,63	6,11	0,35
Hortalizas	7,5	1,25	9,35	0,55
Vid	11,5	12,96	149,40	8,12
Durazno	9,8	13,63	133,74	7,33
Nogal	8,9	3,59	31,51	1,74
<b>TOTAL</b>		<b>354,04</b>	<b>1821,53</b>	<b>100,00</b>

**Fuente:** Encuestas socioeconómicas

**Elaboración:** Estudio de Identificación E.I. "Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte"

**Tabla 2. 12 Destino de la producción agrícola**

CULTIVOS	Has.	TM.	DESTINO DE LA PRODUCCIÓN (%)				VENTA (%)	
			Venta	Consumo	Semilla	Pecuario	Fresco	Industria
Maíz	70,00	84,00	20	75	5			
Choclo	20,50	153,75	85	15	5			
Papa Miska	32,20	241,50	70	23	17			
Papa Verano	28,00	218,40	55	30	15			
Arveja	39,30	176,85	90	10				
Arveja Verde	15,50	116,25	83	17				
Trigo	32,85	68,98	55	41	4			
Cebada	24,99	79,98	90	6	4			
Avena Verano	33,62	218,50				100		
Avena Invierno	15,25	109,80				100		
Poroto	9,77	23,48	50	50				
Cebolla	0,63	6,11	90	10				
Hortalizas	1,25	9,37	10	90				
Vid	12,96	149,04	95	5			10	90*
Durazno	13,63	133,57	98	2			40	60**
Nogal	3,59	31,95	90	10				
<b>TOTAL</b>	<b>354,0</b>	<b>1821,52</b>	<b>981</b>	<b>384</b>	<b>50</b>	<b>200</b>	<b>50</b>	<b>150</b>
<b>PORCENTUAL</b>			<b>70,07</b>	<b>27,49</b>	<b>8,33</b>	<b>100,00</b>	<b>25,00</b>	<b>75,00</b>

**Fuente:** Encuestas socioeconómicas (Referencias: \* Singani \*\* Pelón)

**Elaboración:** Estudio de Identificación E.I. "Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte"

La actual producción agrícola, un 70,07 % es destinado a la comercialización o al trueque de los productos, el 27,42 % se destina al consumo familiar y para la semilla el 8,33 %, Tan solo el 100 % de la producción de avena es orientado a la alimentación de la ganadería. Los frutales tales como el durazno y la vid, del 94,00 % promedio de la comercialización tan solo el 25,00 % se destina a la venta en fresco el resto o el 76,0 % se orienta a la producción de pelones y la elaboración de singani.

### 2.4.1.2 Producción pecuaria

La producción pecuaria se alinea a la explotación del ganado vacuno, ovino, caprino, equino (caballos y asnos), porcino y aves de corral. El área del proyecto presenta una población ganadera de 3016 cabezas, las especies más predominante es la raza criolla a excepción del ganado porcino y las aves de corral que son variedades introducidas en la última década.

La producción pecuaria bruta total alcanza a 236,271 TM, obteniendo una producción neta anual de 66,642 TM, esto implica un promedio de saca del 35 % de la población ganadera actual, ó sea, que de las 3016 cabezas de ganado que sé faenea, 1419 cabezas son destinadas a la comercialización y el resto para el consumo familiar.

**Tabla 2. 13 Producción pecuaria actual**

Especies	Rendimiento TM / Animal.	Población	% Saca	Cabezas De Venta.	Comercialización	
					TM	%
Vacunos	0.19	980	20	196	38,22	57,35
Ovinos	0.02	10	20	2	0,028	0,042
Caprinos	0.02	128	15	19	0,28	0,43
Caballos	0.15	15	20	3	0,75	1,13
Asnos	0.12	35	35	12	1,53	2,29
Porcinos	0.03	521	75	391	24,22	36,35
Aves	0.002	1327	60	796	1,59	2,38
<b>TOTAL</b>		<b>3016</b>		<b>1419</b>	<b>66,64</b>	<b>100,00</b>

**Fuente:** Encuestas socioeconómicas

**Elaboración:** Estudio de Identificación E.I. “Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte”

Porcentualmente se determina que la ganadería bovina es el que mayor producción aportando el 57,351 %, le sigue en importancia la especie porcina con el 36,353 %, luego la especie aviar con 2,389 %, las especies caprinos, ovinos, el ganado caballar y asnal contribuyen el 13,907 % de la producción pecuaria total.

### 2.4.1.3 Ingreso promedio anual

Los recursos económicos obtenidos, de la producción agropecuaria, y de la mano de obra.

**Tabla 2. 14 Ingresos anuales percibidos**

RUBROS	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (\$US)					VALOR (\$US)	
	Has.	Costo/ha	Total costo	Ing./TM.	Total Ing.	BRUTO	NETO
<b>AGRÍCOLA</b>							
Maíz	70,00	189,67	13276,90	149,921	19939,49	6662,593	5996,334
Choclo	20,50	239,14	4902,37	632,213	97202,74	92300,379	73840,303
Papa	60,20	720,25	43359,05	135,216	62271,02	18911,974	17399,017

Arveja	54,80	640,27	35086,80	468,674	154100,01	119013,215	110682,290
Trigo	32,85	269,32	8847,16	274,352	18926,17	10079,011	9575,060
Cebada	24,99	258,79	6467,16	301,009	24071,08	17603,926	16723,729
Avena	48,87	352,69	17235,96	242,365	81133,98	63898,026	60703,125
Poroto	9,77	636,57	6219,29	673,321	15788,031	9568,742	8898,930
Cebolla	0,63	450,23	283,64	308,698	1691,974	1408,329	1323,829
Hortalizas	1,25	620,56	775,70	735,356	6893,963	6118,263	5873,532
Vid	12,96	998,46	12940,04	465,302	69348,610	56408,568	52459,969
Durazno	13,63	1010,25	13769,71	558,902	74654,776	60885,068	57840,815
Nogal	3,59	394,58	1416,54	869,712	20294,730	18878,187	18311,842
<b>SUB TOTAL</b>	<b>354,04</b>		<b>164580,33</b>		<b>646316,606</b>	<b>481736,281</b>	<b>439628,774</b>
<b>PECUARIO</b>							
<b>RUBROS</b>	<b>Número</b>	<b>Costo/Cab.</b>	<b>Total costo</b>	<b>Ing/Cab.</b>	<b>Total Ing.</b>	<b>VALOR B.</b>	<b>VALOR N.</b>
Vacunos	980	350,530	343519,400	545,19	534286,200	190766,800	38153,360
Ovinos	10	22,540	225,400	43,387	433,870	208,470	41,694
Caprinos	128	23,260	2977,280	54,519	6978,432	4001,152	800,230
Equinos	15	105,640	1584,600	202,512	3037,680	1453,080	290,616
Asnos	35	68,510	2397,850	139,258	4874,030	2476,180	495,236
Porcinos	521	45,000	23445,000	57,888	30159,648	6714,648	1342,929
Aves	1327	4,230	5613,210	7,173	9518,571	3905,361	781,072
<b>SUB TOTAL</b>	<b>3016</b>		<b>379762,740</b>		<b>589288,431</b>	<b>209525,691</b>	<b>41905,138</b>
<b>SUBPRODUCTOS</b>							
<b>RUBROS</b>	<b>Cantidad.</b>	<b>Costo/Unit</b>	<b>Total costo</b>	<b>Ing/Unit.</b>	<b>Total Ing.</b>	<b>VALOR B.</b>	<b>VALOR N.</b>
Leche (Litros)	9000,0	0,231	2079,000	0,430	3870,000	1791,000	1522,350
Queso (Kilos)	425,5	2,956	1257,778	3,587	1526,2685	268,491	206,321
Huevos (doc.)	2492,0	0,957	2384,844	1,722	4291,224	1906,380	1715,780
Cueros ( Pzas)	217,0	1,359	294,903	2,869	622,573	327,670	302,367
<b>SUB TOTAL</b>	<b>12134,5</b>		<b>6016,525</b>		<b>10310,066</b>	<b>4293,541</b>	<b>3746,818</b>
<b>MIGRACION</b>							
<b>RUBROS</b>	<b>Jornal</b>	<b>Costo/Jor.</b>	<b>Total costo</b>	<b>Ing/Jor.</b>	<b>Total Ing.</b>	<b>VALOR B.</b>	<b>VALOR N.</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>3000,00</b>	<b>7,537</b>	<b>22611,000</b>	<b>21,257</b>	<b>63771,000</b>	<b>41160,000</b>	<b>34986,000</b>
<b>SUB TOTAL</b>	<b>3000,00</b>	<b>7,537</b>	<b>22611,000</b>	<b>21,257</b>	<b>63771,000</b>	<b>41160,000</b>	<b>34986,000</b>
<b>TOTAL</b>						<b>736715,513</b>	<b>520266,73</b>
<b>BENEFICIO ANUAL / FAMILIA</b>							<b>3468,445</b>
<b>BENEFICIO MENSUAL / FAMILIA</b>							<b>289,037</b>

**Fuente:** Encuestas socioeconómicas

**Elaboración:** Estudio de Identificación E.I. "Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte"

Los ingresos brutos promedios obtenidos por la comunidad de Yesera Norte, alcanzan a **736715,51** \$us. Esto implica un ingreso neto anual de **520266,73** \$us., que representa un ingreso anual de 3468,44 \$us/familia y un salario mensual de a 289,03 \$us./mes ó 2014,58 Bolivianos, valor por encima del salario mínimo vital determinado por el Gobierno Nacional, ingreso insuficiente para el departamento de Tarija por el alto costo de vida en la región.

Porcentualmente los recursos económicos provenientes de la venta de sus productos agrícolas alcanzan el 84,50 %, la actividad pecuaria le aporta el 8,05 % y los subproductos pecuarios alcanza el 0,73 %, la migración temporal le aporta económicamente el 6,72 %. El mayor ingreso que perciben los productores agropecuarios de la zona proviene de la venta

de su mano de obra en la Republica de las Argentina como asalariado o como mediero en la producción agrícola.

#### 2.4.2 Ingresos y egresos de la población beneficiaria

Los ingresos que obtiene los usuarios por la actividad Agropecuaria y migración, asciende anualmente a 1.309.686,10 \$us y un costo de producción de 573.971,59 \$us. Esto implica un beneficio bruto de 736.715,51 obteniendo un beneficio neto de 520.266,73 \$us, esto implica el 70,12 % del beneficio total.

**Tabla 2. 15 Ingresos y egresos**

Rubros	Valor De La Producción		Beneficios		%
	Costos	Ingresos	Bruto	Neto	
Agrícola	164.580,33	646.316,60	481.736,28	439.628,77	84,51
Pecuaria	379.762,74	589.288,43	209.525,69	41.905,13	8,05
Sub Productos	6.016,52	10.310,06	4.293,54	3.746,81	0,72
Migración	22.611,00	63.771,00	41.160,00	34.986,00	6,72
<b>Total</b>	<b>573.970,59</b>	<b>1.309.686,10</b>	<b>736.715,51</b>	<b>520.266,73</b>	<b>100,00</b>

**Fuente:** Encuestas socioeconómicas

**Elaboración:** Estudio de Identificación E.I. “Mejoramiento y ampliación de agua potable Yesera Norte”

Del total de los ingresos, la actividad agrícola aporta el 84,51 %, le sigue la actividad pecuaria con el 8,05%, otro rubro importante es la migración con el 6,72% y por último los subproductos con el 0,73 %.

## CAPÍTULO III (FUNDAMENTO TEORICO)

### 3.1 Saneamiento Básico

#### 3.1.1 Definición

“El saneamiento Básico es el conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas de salud pública que tienen por **objetivo alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental**. Comprende el manejo sanitario del agua potable, las aguas residuales, los residuos sólidos, Control de la fauna nociva, como ratas, cucarachas, pulgas, etc. y el comportamiento higiénico que reduce los riesgos para la salud y previene la contaminación. Tiene por finalidad la promoción y el mejoramiento de condiciones de vida urbana, rural empresarial y ambiental”<sup>1</sup>.

#### 3.1.2 Tipos de saneamiento básico

Entre los tipos de saneamiento básico que se realiza tenemos:

- **Agua Potable:** Se denomina **agua potable** o agua para el consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales, siendo de esta manera parte del saneamiento básico más importante de una región.
- **Aguas Residuales:** estas son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Estas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generado como el uso de tanques sépticos y otros medios de depuración o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tubería y eventualmente bombas a una planta de tratamiento.
- **Residuos Sólidos:** llamamos residuos a cualquier tipo de material que esté generado por la actividad humana y que está destinado a ser desechado, existen residuos que pueden llegar a ser peligrosos estas son las sustancias que son inflamables, corrosivas, tóxicas o pueden ser peligrosas para la salud o para el medio ambiente.
- **Vectores:** un vector es un organismo que puede inocular un agente patógeno u otro organismo, por ejemplo el perro y los murciélagos hematófagos pueden transmitir rabia al morder, los mosquitos del dengue y de la malaria, las chiches triatominas pueden

<sup>1</sup> “Factores de riesgo de saneamiento”, Jorge Bocanegra Corsalud VII 2010

transmitir el mal de Chagas, causando por el tripanosoma cruzi, las pulgas pueden transmitir el tifo y la peste bubónica.

Es por eso que el saneamiento básico es algo de vital importancia para las comunidades rurales por la falta de muchos beneficios a comparación de los de la zona urbana.

### 3.1.3 Tecnologías alternativas de saneamiento

Por la gran importancia que es el saneamiento básico en las regiones, se han establecido una serie de alternativas que puede ser aplicado en base a las condiciones del lugar, considerando aspectos sociales, topográficos de acceso al lugar y otros, el “Ministerio de Medio Ambiente y Agua planteó una guía técnica de diseño y ejecución de proyectos de agua y saneamiento con tecnologías alternativas”<sup>2</sup>, en el cual en su sección III nos muestra 3 alternativas de saneamiento que lo desarrollamos a continuación.

#### 3.1.3.1 Sistema de Alcantarillado Sanitario

“Se denomina alcantarillado o también red de alcantarillado, red de saneamiento o red de drenaje al sistema de estructuras y tuberías usado para la recogida y transporte de las aguas residuales, aguas industriales y aguas de lluvias de una población desde el lugar en que se generan hasta alguna cuerpo de agua o corriente. Estos vertimientos pueden ser o no ser tratados”<sup>3</sup>.

**Figura 3. 1 Construcción de alcantarillado sanitario**



**Fuente:** <http://www.nanduti.com.py/v1/noticias-mas.php?id=55658>

<sup>2,3</sup> “Guía técnica de diseño y ejecución de proyectos de agua y saneamiento.” Sección III

Existen tres tipos genéricos de alcantarillados: Alcantarillados pluviales (para aguas lluvias), alcantarillados sanitarios (para aguas residuales) y alcantarillados combinados (donde se mezclan aguas lluvias y aguas residuales).

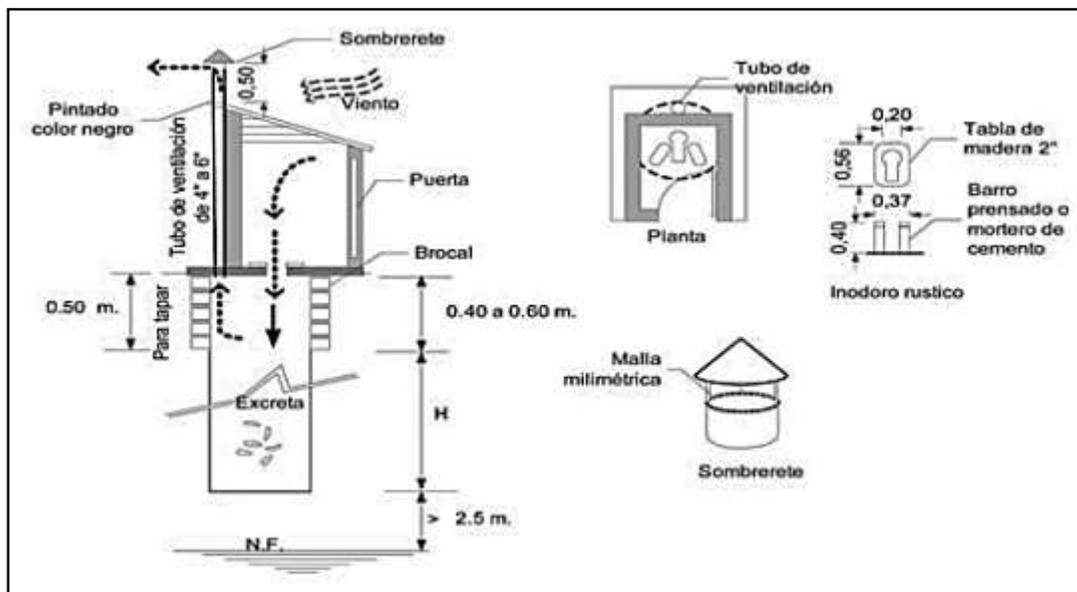
### 3.1.3.2 Sistemas de hoyo seco y con arrastre de agua

Este tipo de alternativa de saneamiento se lo realiza in situ y es apta tanto para zonas urbanas y rurales, aunque en zonas rurales es más usado debido a la falta un sistema de alcantarillado sanitario, a continuación explicamos algunos de estos tipos de baños.

- **Baño seco de hoyo ventilado:**

Esta tecnología consiste en un pozo u hoyo simple donde se incorpora un tubo de ventilación, que permite la circulación de una corriente continua de aire y la extracción de olores y que actúa también como una trampa para insectos (moscas).

**Figura 3. 2 Baño seco de hoyo ventilado**



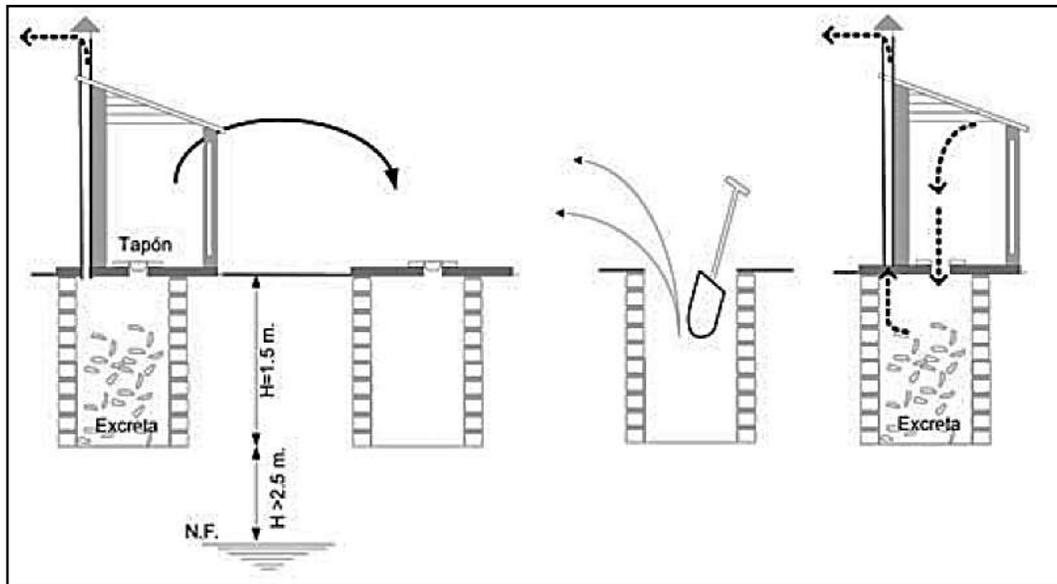
**Fuente:** “Guía técnica de diseño y ejecución de proyectos de agua y saneamiento”.

El hoyo recibe las excretas humanas, con el fin de almacenarlas y aislarlas, a objeto de evitar que los microorganismos patógenos presentes puedan causar daños a la salud. El viento que circula por la parte superior de la tubería de ventilación crea una corriente ascendente de aire desde el hoyo/pozo a la atmósfera y otra descendente del aire exterior hacia el pozo, a través de la losa/plataforma sanitaria. De este modo se tiene un flujo continuo de circulación de aire que es conveniente para la evacuación de olores.

Entre las desventajas que presenta este tipo de baño son: La presencia de malos olores si no se tiene una buena ventilación, mucha probabilidad de contaminación a acuíferos, sólo es una solución temporal una vez llenado el hoyo se deberá trasladar la casera a otro lugar.

- **Baño de hoyo seco ventilado alternante**

**Figura 3. 3 Baño de hoyo seco ventilado alternante**



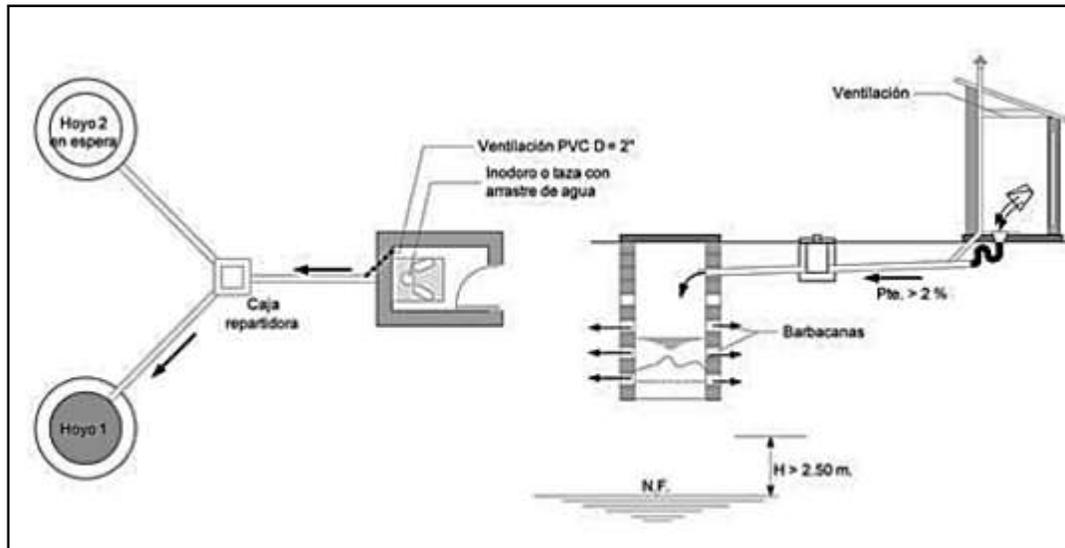
**Fuente:** “Guía técnica de diseño y ejecución de proyectos de agua y saneamiento”.

El baño de hoyo seco ventilado alternante, es otra alternativa tecnológica del baño de hoyo seco ventilado, en el cual se incorpora otro segundo hoyo, próximo al primero, para su cambio o rotación del baño cuando el primer hoyo ha sido llenado. Esta solución permite un uso continuo del baño, mientras el primer hoyo es usado, el segundo está en espera para el traslado de la caseta. El material que se obtiene del pozo u hoyo que llega a su nivel de llenado, es enterrado o puede servir para la habilitación de áreas verdes o parques, tanto a nivel familiar como comunitario

Entre las desventajas que presenta este modelo son: Un costo elevado de operación y mantenimiento, no es posible su construcción en suelos rocosos, probabilidades altas de contaminación al subsuelo, rechazo y temor de usuarios en la extracción del material acumulado.

- **Baño con arrastre de agua**

**Figura 3. 4 Baño con arrastre de agua**



**Fuente:** “Guía técnica de diseño y ejecución de proyectos de agua y saneamiento”.

Esta tecnología consiste en dos pozos de infiltración, que trabajan en forma alternada, conectados a un inodoro con descarga de agua. Las aguas residuales son descargadas en los pozos de infiltración para su absorción por el suelo. Con el transcurso del tiempo los lodos fecales son suficientemente deshidratados y pueden ser removidos en forma manual. Mientras un pozo se llena con excretas, el otro se encuentra en espera para uso alternado en forma indefinida.

Entre las desventajas que nos presenta esta tipología son: Solo puede ser usado en cantidades limitadas de agua, de acuerdo a la capacidad de percolación del suelo, solo es apropiado cuando se tiene disponibilidad de agua en forma continúa, no es apto para zonas inundables ni zonas con niveles freáticos elevados y no es apto para suelos impermeables.

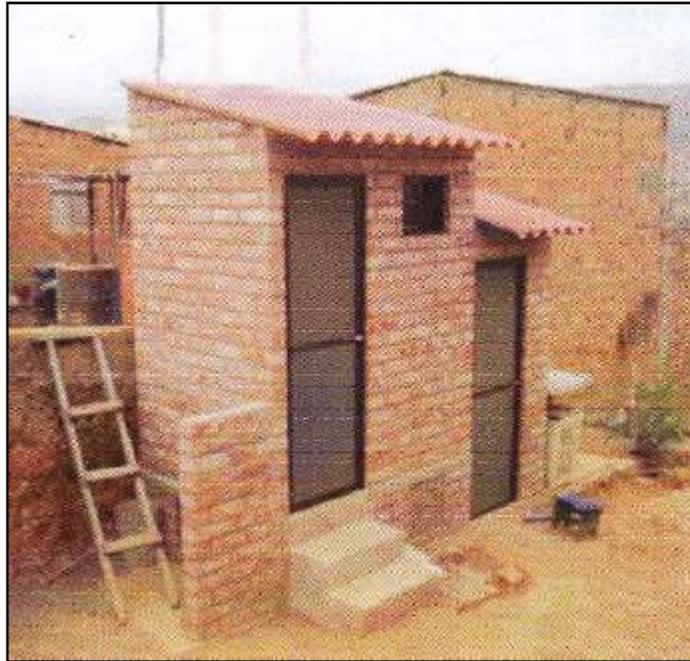
### 3.1.3.3 Baños Ecológicos Secos

Llamado también baño seco compostero, letrina ecológica, letrina abonera seca familiar, baño ecológico o simplemente baño seco.

“Cuando se plantea el concepto de baño seco, mucha gente lo asocia con una letrina o baño para gente de escasos recursos económicos, sucio y mal oliente, llena de moscas y papeles usados; nada más lejos de lo que puede llegar a ser un baño seco bien construido, bien mantenido y bien usado”<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> “Guía técnica Baños Ecológicos” Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Marzo 2011.

**Figura 3. 5 Baños Ecológicos Secos (construido en CBBA.)**



**Fuente:** “Construcción de baños ecológicos y de arrastre de agua con descarga reducida para el área rural y periurbano Cochabamba 2013”

El baño seco ecológico es un sistema de evaluación de excretas que no utiliza agua (ahorro de aproximadamente 13 litros de agua por cada vez que tiramos de la cisterna del inodoro convencional), no contamina el medio ambiente, no propicia la aparición de insectos (moscas, mosquitos, etc.) ni de malos olores, su costo es muy bajo (comparado con el saneamiento convencional), se adapta prácticamente a cualquier lugar (puede ser tan modesto o tan lujoso como se desee), pero siempre puede ser un baño limpio y seguro.

El baño seco ecológico es un sistema de disposición de excretas, que separa la orina y las heces fecales in situ, por medio de una taza separadora. No usa agua para su operación, sin embargo es necesario echar ceniza, cal, aserrín, tierra cernida, arena fina seca y otro material que sirva como cobertor y secante, de la materia fecal, precisamente por eso no presenta malos olores, puesto que las heces se secan fácilmente. Cada baño por el tamaño de su cámara (depósito), está diseñado para ser usados por una familia que tiene como promedio 6 miembros.

En otras palabras el Baño seco es un sistema de separación de orina y heces, los que son recolectados por separado.

El baño Seco propone un acercamiento holístico hacia un saneamiento ecológico y económicamente prudente. Está basado en el principio de reciclaje, a través del

aprovechamiento y recuperación completa de todos los nutrientes de las heces, orina y aguas grises (agua del lavamanos, lavandería y lavaplatos), para beneficiar el riego de jardines o la agricultura y minimizar la contaminación de las fuentes de agua.

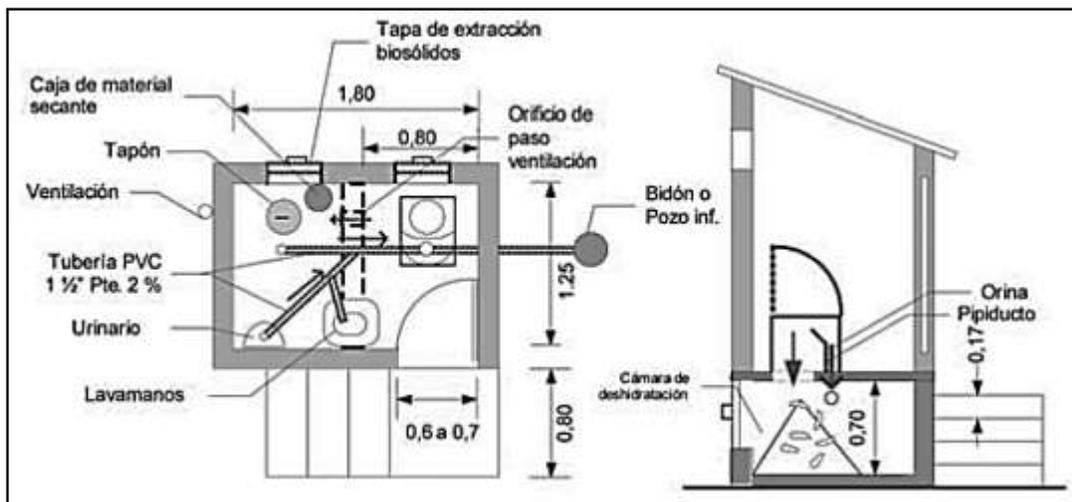
### 3.2 Tipos de Baños Ecológicos

En el mundo de los baños secos hay una variedad de artefactos sanitario y diseños que van desde un simple embace o depósito compostero hasta avanzados sistemas con contenedores rotatorios, detectores de temperatura y control electrónico.

Muchas familias utilizan el baño seco, en particular, personas que fabrican su propio compost en sus huertas o jardines, que están sensibilizadas con el problema del saneamiento convencional y que ven las ventajas del reciclaje y de la simplificación de sus necesidades.

#### 3.2.1 Baño seco ecológico de doble cámara y solar

**Figura 3. 6 Baño seco ecológico de doble cámara y solar**



**Fuente:** “Guía técnica de diseño y ejecución de proyectos de agua y saneamiento”.

El baño seco ecológico de doble cámara es un sistema de disposición y deshidratación de excretas que separa la orina y las heces a través de un inodoro fabricado para este propósito. La separación líquido/sólido facilita la deshidratación y descomposición de las heces sin generación de olores. Para su operación no requiere el uso de agua, las heces se depositan en una de las cámaras de almacenamiento, mientras que la orina se recolecta en otro recipiente y/o es infiltrado en el suelo. La existencia de dos cámaras tiene por objetivo alternar el almacenamiento de las heces, durante 1 a 1,5 años, y facilitar su deshidratación y descomposición, a través de procesos biológicos aerobios, con ayuda de material secante. Se

denomina ecológico porque se aprovecha los ciclos biológicos naturales para transformar las excretas y mejorar las condiciones para su aprovechamiento como acondicionador de suelo. El uso del baño ecológico requiere el empleo de material secante después de cada deposición; la cal, ceniza, aserrín, tierra cernida y otros materiales similares son empleados para este fin. Las heces almacenadas en las cámaras, en ausencia de humedad (sin orina), se deshidratan más fácilmente, con la adición del material secante, alcanzando un contenido de humedad menor al 25%, transformándose, en el lapso de 1 a 2 años, en un material estabilizado, de color blanco beis, conformado por material grueso, escamoso o en polvo, dependiendo del secante empleado y/o del material de limpieza anal. El material secante permite, además de la reducción del contenido de humedad, la adsorción y aireación, creando las condiciones para una descomposición aerobia y facilitando la labor de los microorganismos responsables de la estabilización de las heces.

- **Criterios de selección**

El baño ecológico se aplica tanto en zonas rurales dispersas/concentradas como en centros urbanos. La selección de esta tecnología depende de variables locales tales como:

- ✓ Condiciones climatológicas, temperatura, exposición solar, régimen de precipitaciones, zonas de riesgo por desastres naturales por fenómenos hidrometeorológicos (inundaciones, deslizamientos), zonas de ladera.
- ✓ Condiciones de suelo, suelos rocosos o con nivel freático elevado, capacidad de infiltración de los suelos, permeabilidad, suelos rocosos y/o impermeables.
- ✓ Ambientales; disponibilidad de recursos hídricos, proximidad de las fuentes de agua superficial, subterránea, contaminación de acuíferos, contaminación de suelos.
- ✓ Escasez de recurso hídrico, poca disponibilidad de agua para consumo humano, efectos del cambio climático, zonas áridas, húmedas.
- ✓ Condiciones de desarrollo urbano, zonas de ladera, zonas de expansión que carecen de servicios de alcantarillado sanitario, zonas de inundación, infraestructura de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario y/o pluvial, etc.
- ✓ Condiciones socio-culturales; hábitos, actitudes, valores, prácticas, usos y costumbres respecto al uso del agua y condiciones de saneamiento.
- ✓ Economía; costos de inversión, aporte de la comunidad en mano de obra y/o materiales locales, etc.

- ✓ Marco institucional y sistema de monitoreo y evaluación como también un mecanismo de recolección, transporte, tratamiento y/o disposición de lodos fecales tratados.

La selección de esta alternativa deberá ser consensuada con los beneficiarios, haciendo conocer sus ventajas y desventajas. Su aplicación requiere de la capacitación, conocimiento e involucramiento de los usuarios, desde la preparación del proyecto hasta la etapa de post construcción u operación, a través de prácticas en sitio y adaptación al cambio de hábitos que exige su uso. Para su selección final se deberá considerar todos los componentes del sistema, desde el tipo de inodoro, la disponibilidad de instalaciones o infraestructura de tratamiento de heces y lodos fecales, el vaciado y limpieza de las cámaras, la recolección de las heces tratadas, su post tratamiento ( a nivel municipal o familiar), y/o su disposición final.

- **Criterios de diseño**

El diseño de los sistemas de baños ecológicos debe basarse en el análisis de riesgo tomando en cuenta los objetivos de salud definidos por las políticas públicas. La implementación de estos sistemas no solo debe estar dirigida a la provisión de instalaciones in situ apropiadas sino también, y fundamentalmente, al manejo y gestión de las excretas y lodos fecales incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y su uso como fertilizante o acondicionador de suelo. Los objetivos de salud están relacionados a la reducción de riesgos asociados principalmente a la presencia de organismos patógenos presentes en las excretas. La tabla, presenta un resumen de las recomendaciones de la OPS/OMS para el tratamiento de heces deshidratadas y lodos fecales para su uso a nivel familiar y municipal.

**Tabla 3. 1 Recomendaciones para el almacenamiento de heces deshidratadas y lodos fecales antes de su uso a nivel familiar o municipal**

Tratamiento	Criterios de diseño	Comentarios
Almacenamiento en temperatura ambiente 2 a 20 °C	1.5 - 2 años	Se eliminan bacterias patógenas, virus y protozoarios a niveles bajo de riesgo. Algunos huevos de organismos patógenos pueden persistir en menor numero
Almacenamiento en temperatura ambiente >20-35°C	> 1 año	Reducción substancial e inactivación de virus, bacterias y protozoarios así como huevos de organismos patógenos (nematodos, esquistosomiasis). Sobrevivencia de algunos huevos de Áscaris.

Fuente: "OPS/OMS, 2006. Vol. IV Excreta and greywater use in agricultura"

- **Cálculo del tiempo de llenado**

Normalmente cada cámara tiene forma rectangular con un volumen de 600 a 700 litros y una altura de 0,6 a 0,7 m. El tiempo de llenado se completa cuando los sólidos ocupan el 90% de la altura.

Considerando una cámara de 0,70 m<sup>3</sup>, (1,0 x 1,0 x 0,70 m), el cálculo del tiempo de llenado se puede establecer considerando un volumen neto de 300 L, con una altura útil de 0,63 m, (1,0 x 1,0 x 0,13 + (1/3) x 1,0 x 1,0 x 0,50) que representa una forma cubica y piramidal aproximada, tal como se presenta cuando no existe el reacomodo de los biosólidos.

$$T = \frac{V_c}{V_p * N}$$

Dónde:

T = Tiempo de almacenamiento/llenado (meses)

V<sub>c</sub> = Volumen neto de 300 L para una cámara de 0,70 m<sup>3</sup>.

V<sub>p</sub> = Volumen de producción de heces incluyendo el material secante (L/hab. mes)

N = Número de miembros de la familia (hab.)

El volumen de producción de excretas se presenta en la tabla:

**Tabla 3. 2 Producción de heces y orina**

Descripción	Unidad	Cantidad
Producción de heces	L/hab.mes	5,13*
Producción de orina	L/hab.mes	33-42

**Fuente:** Sumaj Huasi (\* Promedio correspondiente a una producción de 171 g/d que incluye material secante, para un tiempo de deshidratación mayor a 1 año).

En la tabla, se muestra los tiempos de llenado, según el número de personas y sin considerar el esparcido o reacomodo de los biosólidos.

**Tabla 3. 3 Tiempo de almacenamiento/llenado en la cámara de baño ecológico**

Número de habitantes	3	4	5	6
Tiempo (mes)	19,5	14,60	11,70	9,70

**Fuente:** Sumaj Huasi

Para una mejor inactivación de patógenos el tiempo de almacenamiento de lodos deberá ampliarse al menos de 1,5 a 2,0 años. Dependiendo de las condiciones locales y socioeconómicas se podrá ampliar el volumen de llenado que permita un tiempo de almacenamiento mayor a 1,5 años. Para una familia de 5 personas se obtiene un volumen de 1,2 x 1,20 x 0,70 m, con un tiempo de llenado de 11,70 meses.

**Tabla 3. 4 Características físicas del baño ecológico de doble cámara**

Tiempo almacenamiento (días)	Contenido humedad (%)	Temperatura (°C)
365 a 720	35 a 20	Variable según la zona

**Fuente:** Sumaj Huasi

- **Producción de orina**

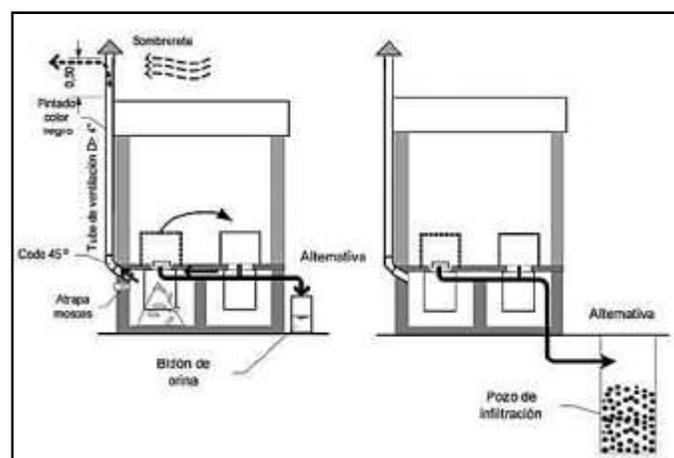
La producción de orina varía de 400 a 500 litros persona año (33 a 42 L/hab. mes), la misma que puede ser almacenada en bidones para su recolección, almacenamiento posterior y reutilización. El tiempo de llenado de un bidón de 20 L, para una familia de 5 personas, es aproximadamente de 4 a 6 días. La orina también puede desviarse a través de la infiltración en el suelo. Uno de los potenciales beneficios de la orina es su alto contenido de nitrógeno que la hace factible para su reúso en la agricultura. Un periodo de almacenamiento de 2-3 meses es suficiente para su aplicación en cultivos.

- **Aspectos constructivos**

Las paredes de las cámaras pueden ser construidas de adobe, piedra, ladrillo, revocadas interiormente y exteriormente; la solera o piso deberá ser rígida e impermeable para evitar la humedad e infiltración de aguas. En zonas inundables, el piso de la cámara puede ser elevado a un nivel conveniente y protegido de las aguas, a mayor cota que el nivel de aguas máximas. La arquitectura interior y exterior obedece a la comodidad del usuario y seguridad de la infraestructura, el baño incluye el inodoro, urinario, lavamanos y contenedor de cenizas o material secante. El ancho de la puerta de ingreso es mayor a 0,75 m, con giro preferente hacia adentro (para contrarrestar los efectos del viento). El baño puede completarse con una ducha independientemente de la disposición básica del baño. Dependiendo del proyecto arquitectónico, el baño ecológico puede ser parte del diseño interior de la vivienda, y completarse con una ducha, lavamanos, etc.

La tubería de ventilación incluye un sombrerete en su extremidad superior, la cual se ubica externamente y pintada de negro. La ventilación puede ser de PVC o calamina plana, empotrada directamente en forma vertical sobre la losa de la cámara, el diámetro varía entre un rango de DN 100 (4") – DN 150 (6"), sobresaliendo el techo en 0,50 m. La tubería de ventilación termina en un sombrerete hecho de calamina galvanizada o de PVC, que incluye una malla milimétrica retentora de insectos. En caso de existir construcciones aledañas se debe considerar la altura necesaria que facilite el paso del viento a través del sombrerete.

**Figura 3. 7 Opciones de desvío de orina**



**Fuente:** Sumaj Huasi

La ventilación tiene el objetivo de acelerar la deshidratación de las heces fecales y permitir el flujo del aire y la aireación, creando un gradiente de temperatura (entre el ambiente interior

y exterior). La tubería de ventilación también tiene la función de capturar insectos (moscas) que pudieran ingresar a la cámara, siendo retenidos en la malla del sombrerete.

Las gradas de acceso al baño deben tener contrahuellas de 0,16 – 0,18 m y huellas 0,30 m, garantizando el desplazamiento y comodidad de niños y ancianos. Dependiendo de la disponibilidad de espacio, se pueden dar otras soluciones arquitectónicas compatibles con el entorno y la comodidad de los usuarios.

Las tapas de las cámaras, para el retiro de los biosólidos, pueden ser hechos de chapa de metal u otro material liviano, con dimensiones de 0,40 x 0,50 m (de modo que se permita el paso de una pala).

El inodoro ecológico, puede ser fabricado de fibra de vidrio, porcelana, cemento y/o madera, que incluya un separador de orina. La distancia entre el perímetro inferior del baño ecológico y la pared interior de la cámara deberá la mayor posible (lo más abierta) a fin de que las heces no tengan la posibilidad de adherirse a estas. Existen dos modelos de inodoros, el inodoro tipo convencional, para sentarse, y el inodoro tipo taza turca para acuclillarse, el orificio del pipi ducto deberá permitir el desalojo del líquido en 5 segundos como máximo a fin de evitar el taponamiento por los sólidos en solución de la orina y/o el polvo exterior acumulado. La tubería de drenaje puede ser de PVC, con un diámetro mayor o igual a DN 40 (1 ½”) con una pendiente  $\geq 2\%$ .

En la tabla, se muestran los costos referenciales en bolivianos de baños ecológicos construidos en Bolivia. Los costos dependen del acabado interior y exterior del Baño.

Incluyen la adquisición de un inodoro ecológico, hecho de porcelana, la adquisición e instalación de una puerta y otros materiales pétreos. Es aporte del usuario las tareas de excavación así como la mano de obra no calificada.

**Tabla 3. 5 Costos directos referenciales baños ecológicos doble cámara**

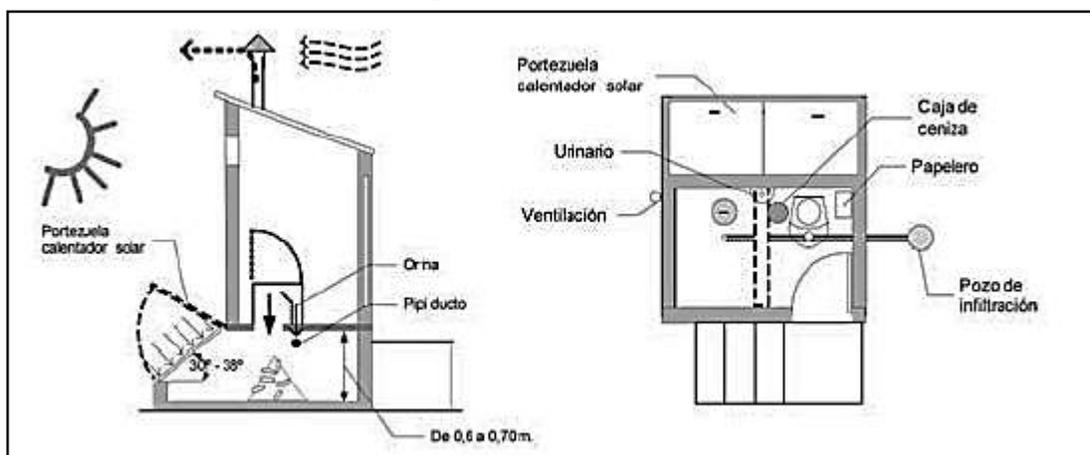
Caseta de adobe cubierta de paja/otros similares	Caseta de adobe cubierta calamina buen acabado	Caseta de ladrillo cubierta calamina buen acabado
2700 Bs.	3300 Bs.	3200 Bs.

Fuente: Sumaj Huasi

- **Variante del baño ecológico de doble cámara solar**

El baño ecológico con calentador solar, incorpora al baño ecológico de doble cámara una cubierta metálica de forma inclinada, y orientada hacia el sol, que cubre una parte o el 100% de la cámara de almacenamiento de heces. La cubierta metálica, pintada de negro, cumple la función de un panel solar, elevando la temperatura de los sólidos y acelerando el proceso de deshidratación.

**Figura 3. 8 Baño ecológico con calentador solar de dos cámaras**



**Fuente:** Sumaj Huasi

El sistema está básicamente compuesto por una o dos cámaras, cada una de las cuales tiene una cubierta metálica inclinada (calamina plana u otro material pintado de negro) donde se instalan las portezuelas de ingreso. La cubierta metálica está orientada hacia el sol en un ángulo de 30° - 38°. Toda la cubierta, incluyendo la portezuela, es hermética a fin de evitar el ingreso del agua durante la época de lluvias. Todos los demás elementos son similares a los requeridos por el baño ecológico de doble cámara. Similar al empleo en los baños ecológicos de doble cámara, esta tecnología requiere la aplicación de material secante. En Bolivia, esta tecnología aún se encuentra en la fase de investigación y desarrollo.

**Tabla 3. 6 Características física del baño ecológico con panel solar**

Tiempo de almacenamiento (días)	Contenido de Humedad (%)	Temperatura (°C)
365 a 720	aprox 30 a 15	> Que la temperatura ambiente, según zona.

**Fuente:** Sumaj Huasi

- **Operación y mantenimiento**

Como parte del proceso de selección de tecnología, se requiere que todos los usuarios conozcan y comprendan el funcionamiento, uso y mantenimiento del baño ecológico. Las tareas cotidianas que deben ser llevadas a cabo son las siguientes:

- ✓ Antes de la operación inicial y su uso, disponer de unos 5 cm de material secante como cama o lecho soporte de la cámara.
- ✓ Verter una taza de material secante después de cada uso/deposición en una proporción equivalente al volumen de heces.
- ✓ Mantener lleno el recipiente del material secante, para lo cual se debe preparar y almacenar con anticipación el material seleccionado (virutilla, aserrín, cal, tierra cernida, etc.).
- ✓ Hacer correr regularmente un chorro de agua por el pipi ducto/urinario para su limpieza.
- ✓ Realizar la limpieza diaria del interior del inodoro con cepillo seco y trapo húmedo. El papel higiénico u otro material de limpieza, se pueden disponer en la cámara o depositar en un recipiente (papelero).
- ✓ Una vez llenada una cámara se cubre esta con material secante, para luego proceder al traslado del inodoro ecológico, a la segunda cámara en forma alternada. El material retirado puede ser enterrado, empleado como acondicionador de suelos pobres o usarlo como abono orgánico previo tratamiento.

**Tabla 3. 7 Actividades principales de operación y mantenimiento**

Actividades	Acciones claves
Uso	Verter a la cámara o papelero el material de limpieza anal, papel u otro. Vaciar una taza de material secante después de cada uso. Cuidando de no verter al pipi ducto Tapar el inodoro Lavarse las manos, con agua y jabón, después de usar el baño.
Limpieza	Limpiar el área adyacente al baño, quitando plantas, hierbas, piedras y otros materiales extraños. Limpiar el canal de drenaje de aguas pluviales que rodea el baño. Limpiar el inodoro y pipiducto aplicando un trapo húmedo, añadiendo jabón y detergente, evitando el ingreso de agua a la cámara. Controlar el nivel del llenado del bidón de orina, si corresponde.

Reacomodo de los sólidos (heces)	Si se posee la varilla espaciadora, distribuir o reacomodar los biosólidos dentro de la cámara.
Retiro del material almacenado	Una vez que se llenan las dos cámaras, retirar el material de la más antigua para su enterramiento y/o disposición final. La portezuela de la otra cámara se clausura con estuco o barro.
Reparaciones	Reparar los daños en la estructura, rajaduras, sistema de drenaje de aguas pluviales, etc.

Fuente: Sumaj Huasi

El manejo requiere la precaución mínima sanitaria, la orina se recolecta en bidones o recipientes herméticos para su almacenamiento y reúso como fertilizante (previo proceso de almacenamiento de 2 a 3 meses). En caso de no ser posible su reúso, se puede disponer directamente en el suelo a través de un pozo de infiltración.

**Tabla 3. 8 Ventajas y desventajas del los baños ecologicos de doble camara**

Ventajas	Desventajas
<p>Costos reducidos.  Requiere de un área pequeña para su construcción  No precisa de agua para su funcionamiento.  La doble cámara permite un uso indefinido; en forma alterna.  Construcción, operación y mantenimiento con material es y mano de obra locales.  No existen olores si se usa correctamente.  Puede ser integrada a una vivienda existente.  Reduce considerablemente los agentes patógenos.  Su implementación es adecuada en zonas inundables o zonas de laderas.  Evita la contaminación del medio ambiente.  Se asegura mayor inocuidad de las heces en las letrinas ecológicas con panel solar.  Un tiempo de almacenamiento prolongado 1.5 - 2.0 años limita los riesgos de persistencia de patógenos.</p>	<p>Requiere de la aceptación del usuario.  Requiere capacitación familiar, antes, durante y después de la finalización de la etapa de construcción.  Requiere del uso correcto del baño y cambio de hábitos.  Requiere establecer el mecanismo institucional del manejo y disposición final de las heces tratadas así como del sistema de recolección y/o disposición de la orina.  Requiere de la disponibilidad y manejo constante del material secante (preferiblemente cal o ceniza).  Por el tiempo largo de alternancia, cambio de las cámaras para el retiro de las heces deshidratadas, el usuario puede olvidar su manejo adecuado.  La manipulación no protegida puede ser un riesgo sanitario.  Para baños ecológicos con panel solar, se requiere verificar la ubicación del baño) con relación a la exposición solar.</p>

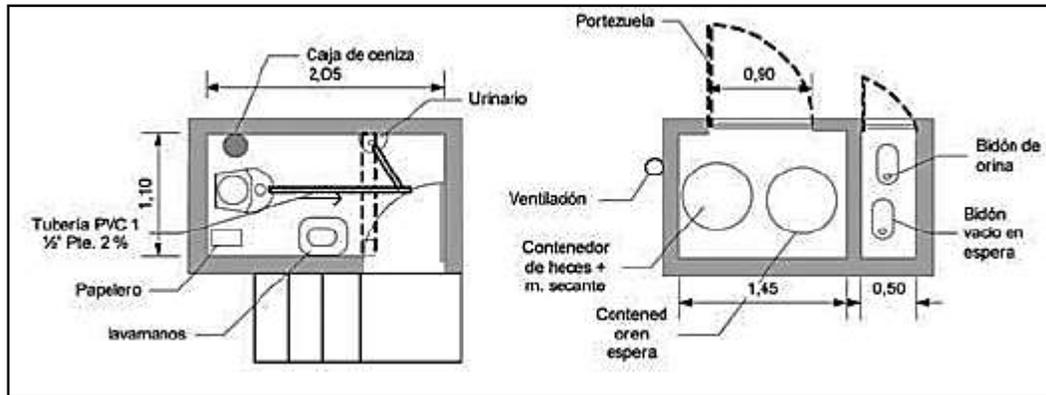
Fuente: Sumaj Huasi

### 3.2.2 Baño seco ecológico de contenedor móvil

El baño ecológico con contenedor móvil es un sistema de disposición de las excretas que separa la orina y las heces por medio de un inodoro fabricado para este propósito. La separación líquido/sólido facilita la deshidratación de las heces y evita la generación de olores. Para su operación no requiere de agua, las heces fecales se evacúan a un contenedor

móvil donde se almacenan durante 3 – 4 meses, mientras que la orina se recolecta en otro recipiente y/o es infiltrado en el suelo.

**Figura 3. 9 Baño ecológico de contenedor movil**



**Fuente:** “Guía técnica de diseño y ejecución de proyectos de agua y saneamiento”.

Durante el tiempo de almacenamiento de las heces, se tiene una descomposición y deshidratación parcial de los lodos fecales, a través de procesos biológicos aerobios, con la ayuda de material secante. Se denomina ecológico debido a que aprovecha los ciclos biológicos naturales para transformar las excretas y mejorar las condiciones para su aprovechamiento como acondicionar de suelo, posterior tratamiento o disposición final.

El sistema, está básicamente compuesto por dos cámaras, una para alojar los contenedores móviles de heces y otra similar para la orina, un inodoro con desvío de orina asentado en forma fija, urinario, depósito para material secante y accesorios como el tubo de ventilación y un atrapa moscas. Las dos cámaras alojan cada una dos contenedores móviles de plástico de 100 a 20 L de capacidad respectivamente. Para la evacuación de la orina se instalan tuberías de PVC con diámetro mayor a DN 40 (1 ½ “). Para un baño completo se incorpora ducha y lavamanos, tomando en cuenta el mejor diseño arquitectónico y la disponibilidad de instalaciones de agua potable. Como material secante se usa aserrín, este material permite la adsorción, aireación, reducción del contenido de humedad de las heces para su aprovechamiento como material de compostaje.

Por el poco tiempo de almacenamiento, 3-4 meses, requiere de esquema de recolección, transporte, tratamiento y disposición de las heces deshidratadas y orina a nivel municipal, que puede ser prestada por una entidad pública y/o privada (microempresa) sujeta a regulaciones ambientales.

- **Criterios de selección**

Se aplican los mismos criterios de selección correspondientes a los baños ecológicos de doble cámara, tomando en cuenta las siguientes restricciones:

- ✓ No es aplicable en zonas rurales dispersas o concentradas donde no sea factible la recolección regular del material almacenado y/o no se cuente con un sistema de tratamiento posterior.
- ✓ Su aplicación es más apropiada en zonas urbanas - periurbanas o zonas de expansión de centros urbanos.
- ✓ Se requiere de la disponibilidad de aserrín, u otro material orgánico como secante, tomando en cuenta que las heces serán destinadas al compostaje y/o lombricultura. En caso contrario podrá preverse otro tipo de material secante, de acuerdo al tipo de tratamiento posterior.
- ✓ Solo se puede implementar esta tecnología, donde sea factible la conformación de una entidad responsable de la gestión de las heces deshidratadas y la orina: micro empresa local, EPSA, asociación de usuarios o municipio (a nivel descentralizado) que sea responsable de la recolección, transporte, tratamiento y disposición final, en condiciones de manejo sostenible y que cuente con disponibilidad de infraestructura y equipamiento.

La selección de esta alternativa deberá ser consensuada con los beneficiarios, haciendo conocer sus ventajas y desventajas. La adaptación y conocimiento requiere de capacitación **antes, durante y después de la construcción**, con prácticas en sitio, de manera de adaptarse al uso correcto del baño, cambio de hábitos y la disciplina que exige su empleo.

Se debe tomar en cuenta que el servicio de manejo, disponibilidad y transformación de las heces y la orina implica unos costos de operación y mantenimiento los mismos que pueden ser determinados en consenso con los beneficiarios. En la descripción de la tecnología de manejo de lodos fecales y orina, se describen todas las características, físicas, químicas y biológicas de las heces y de la orina así como su manejo y aprovechamiento final. La transformación de las excretas en abono o fertilizante (biosólidos) corresponde a la etapa final del ciclo ecológico de la gestión de lodos fecales.

La práctica en Bolivia es aún experimental, estudios piloto se desarrollan en las zonas periurbanas de las ciudades de El Alto (Distrito 7) y otra en la ciudad de Cochabamba (La Maica), todos ellos todavía en la etapa de estudios piloto.

La recolección, transporte y disposición final de las heces deshidratadas es llevada a cabo por una micro-empresa local, la misma que se encuentra en etapa de funcionamiento experimental, por lo que aún no se tienen tarifas y otros indicadores de sostenibilidad.

- **Criterios de diseño**

Al reducirse los tiempos de almacenamiento, los riesgos asociados al manipuleo del material deshidratado son trasladados al personal de la entidad responsable de la gestión de los lodos fecales, producidos después del tiempo de almacenamiento (2-3 meses).

Los riesgos asociados con el manipuleo de las excretas están relacionados con la recolección de los contenedores móviles de heces y orina, su transporte, tratamiento y disposición final, tareas que deben ser cumplidas sin afectar la salud pública ni el medio ambiente.

- **Cálculo de tiempo de llenado**

El cálculo se realiza para el llenado de un contenedor portátil de heces de 100 L de capacidad.

$$T = \frac{V_c}{V_p * N}$$

Donde:

T = Tiempo (meses)

V<sub>c</sub> = Volumen de heces que se llena al 75 % de capacidad del contenedor (L)

V<sub>p</sub> = Volumen de producción heces más material secante (L/hab. mes), Tabla 3.2.

N = Número de miembros de la familia (hab.)

En la siguiente tabla se muestra el tiempo de llenado del contenedor móvil según el número de habitantes:

**Tabla 3. 9 Tiempo de almacenamiento/llenado en la cámara móvil**

Número de habitantes	3	4	5	6
Tiempo (mes)	5	3,65	2,92	2,44

Fuente: Sumaj Huasi

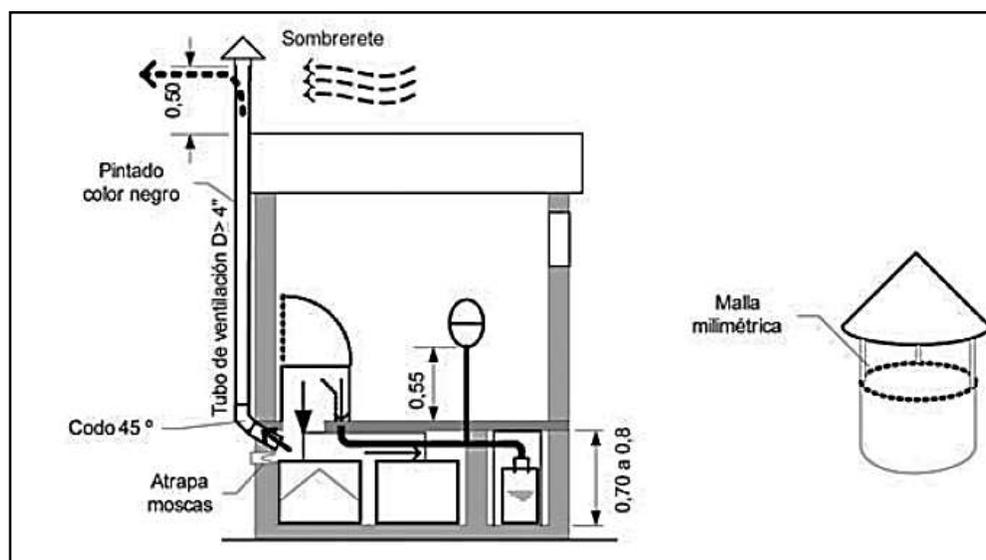
El tiempo de llenado de un bidón de orina de 20 L de capacidad, para una familia de 5 habitantes, es aproximadamente de 4 a 6 días, generalmente en cada baño se disponen de dos bidones o más.

- **Aspectos constructivos**

La arquitectura interior y exterior obedece a la comodidad del usuario y seguridad de la infraestructura, en el espacio de uso se considera el inodoro, urinario, lavamanos, contenedor de ceniza y de papel higiénico. Dependiendo del proyecto arquitectónico el baño ecológico

puede ser parte del diseño interior de la vivienda, y completarse con una ducha, lavamanos, tina de baño, etc. Los detalles constructivos, como las gradas, puertas, así como la instalación de la tubería de ventilación, pipi ducto, inodoro ecológico, etc. son similares a los baños ecológicos de dos cámaras.

**Figura 3. 10 Aspectos constructivos baño con cámara móvil**



**Fuente:** "Guía técnica de diseño y ejecución de proyectos de agua y saneamiento".

El contenedor más adecuado para el almacenamiento de heces es de plástico, bidones de 100 L, también pueden emplearse contenedores de metal, (la mitad de un turril de 200 L), ambos tipos son provistos de agarraderas para su fácil transporte. La rotación o cambio de posición de los contenedores deberá ser hecha por el servicio de recojo del material almacenado (heces y orina) y dependerá del uso y de la frecuencia de la recolección. Para el recojo de la orina, se utilizan bidones de 20 L, generalmente envases de plástico, que pueden ser transportados por una persona.

En la tabla se muestra los costos referenciales (en Bs.) para baños ecológicos con contenedor móvil. Estos costos dependen del acabado de las mismas e incluyen la instalación de un inodoro ecológico de porcelana, puertas y otros materiales pétreos. No incluyen los costos de excavación y mano de obra no calificada que es aporte de los usuarios.

**Tabla 3. 10 Costos directos referenciales (Bs). Baño ecológico contenedor móvil**

Caseta de adobe con cubierta de paja/otro material natural	Caseta de adobe con cubierta de calamina buen acabado interior/externo	Caseta de ladrillo con cubierta de calamina con buen acabado interior/externo
--	--	---

3500 Bs.	3800 Bs.	4000 Bs.
----------	----------	----------

Fuente: Sumaj Huasi

- **Operación y mantenimiento**

Con carácter preventivo, se requiere que todos los usuarios, comprendan bien del funcionamiento, uso y mantenimiento del baño ecológico móvil, las actividades cotidianas se indican en la tabla:

**Tabla 3. 11 Actividades principales de operación y mantenimiento**

Actividades	Acciones claves
Uso	<p>Verter al inodoro, el material de limpieza anal (papel higiénico, corriente u otro.).</p> <p>Echar una taza de material secante después de cada uso, cuidando de tapar el pipiducto. Emplear aserrín, para el posterior uso de las heces como material de compostaje, u otro material de acuerdo al tipo de tratamiento posterior de las heces.</p> <p>Lavarse las manos con agua y jabón después de cada uso.</p> <p>Preparar y almacenar material secante para su disponibilidad en todo momento.</p>
Limpieza	<p>Limpiar el área adyacente al baño, quitando plantas, hierbas, piedras y otros materiales extraños.</p> <p>Limpiar el canal de drenaje de aguas pluviales que rodea el baño.</p> <p>Limpiar el inodoro y pipiducto aplicando un trapo húmedo y jabón, (evitando que ingrese agua al interior de la cámara).</p> <p>Verter un chorro de agua al pipiducto y urinario para su limpieza rutinaria.</p>
Controlar el nivel de llenado de los contenedores	<p>Verificar mensualmente el nivel de material almacenado en los contenedores móviles de heces y orina.</p>
Recojo de los contenedores de heces	<p>Una vez que se tenga lleno un 75% contenedor de heces en uso, la familia deberá esperar el recojo y acomodarse al cronograma previsto por parte de los encargados del servicio de recojo de las heces y la orina y reemplazar el contenedor lleno por el vacío. En caso necesario, la familia podrá realizar la rotación de contenedores para lo cual deberá ser capacitada y dotada de materiales y equipo de trabajo (usar barbijo y guantes para prevención sanitaria).</p>
Protección interna del contenedor de heces	<p>Según la práctica observada, es recomendable forrar el interior de los contenedores de heces con papel, preferiblemente con bolsas de cemento vacíos, a objeto de evitar la adherencia de las heces frescas en las paredes del contenedor.</p>
Recojo de los bidones de orina	<p>Una vez lleno uno de los bidones es preciso el cambio por el bidón vacío y la recolección del bidón por el sistema de recojo.</p> <p>Es recomendable poseer más de 2 bidones, tomando en cuenta que la orina no contamina y no tiene olores si se conserva el bidón hermético, sin contacto con el aire. Es la actividad que requiere mayor atención.</p>
Reparaciones	<p>Reparar los daños en la estructura, rajaduras, probable ingreso de agua en época de lluvias, etc.</p>

Fuente: Sumaj Huasi

- **Ventajas y desventajas de los baños ecológicos de cámara móvil**

En la siguiente tabla mostramos las ventajas y desventajas que brindan los baños ecológicos de cámara móvil.

**Tabla 3. 12 Ventajas y desventajas de los baños ecológicos de cámara móvil**

Ventajas	Desventajas
<p>Costos reducidos.  Requiere área pequeña.  No precisa de agua.  Los contenedores permiten un uso indefinido del servicio, con el cambio alternativo de los mismos.  Construcción, mantenimiento con materiales y mano de obra locales.  No existen olores si se usa correctamente.  Puede ser integrada a una vivienda existente.  No contamina el suelo ni las aguas subterráneas.  Su implementación es adecuada en zonas inundables.  Evita la contaminación del medio ambiente.  Es recomendable cuando se tiene un nivel freático elevado.  La microempresa de servicio de recojo de lodos fecales y orina provee de asistencia técnica e información sobre el uso y mantenimiento de los baños a los beneficiarios.</p>	<p>Requiere aceptación del usuario.  Requiere capacitación familiar, antes durante posterior a la finalización de la implementación.  Requiere el uso correcto del baño y disciplina de hábitos.  Requiere del manipuleo, transporte y disposición final de las heces deshidratadas y orina por medio de una entidad responsable; micro empresa, EPSA local, asociación de usuarios, empresa de recojo de residuos sólidos, etc.  Requiere manejo constante de material secante, aserrín, u otro.  Requiere el manejo continuo de la orina, cada 4 a 5 días.  Mayor riesgo de presencia de moscas si no es bien mantenida.  Se tienen costos por el servicio de recojo, adquisición de material secante, etc. Que deben ser determinados en forma consensuada con los usuarios.  Las familias lo consideran como una solución eventual, hasta contar con una infraestructura de alcantarillado sanitario.  El material almacenado requiere, imprescindiblemente, de un tratamiento secundario para su uso en la agricultura.</p>

Fuente: Sumaj Huasi

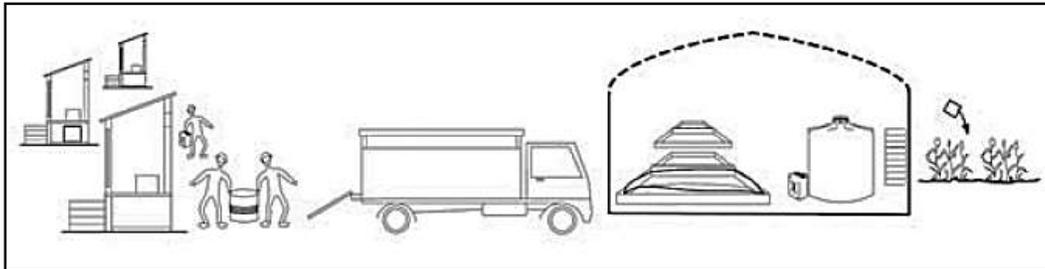
### 3.3 Manejo de heces deshidratadas y orina

La recolección, transporte y disposición final de las heces fecales parcialmente deshidratadas, y la orina, procedentes del baño ecológico de contenedor móvil, es una medida complementaria a la gestión de esta tecnología y corresponde al cierre del ciclo ecológico. Todo el proceso se inicia a partir del inodoro ecológico, el llenado del contenedor móvil, la recolección y vaciado de las heces fecales, el transporte, el sistema de tratamiento adoptado, para su transformación en biosólidos, y su uso en la agricultura.

El material sólido recolectado, parcialmente deshidratado, requiere necesariamente de un tratamiento posterior para su uso como fertilizante o acondicionador de suelo. El manejo de

las excretas puede ser realizado por una microempresa, EPSA local, agrupación de usuarios o el propio municipio, en condiciones de una gestión sostenible.

**Figura 3. 11 Recolección de heces parcialmente deshidratadas (contenedor móvil)**



**Fuente:** Sumaj Huasi

A nivel municipal, uno de los tratamientos más recomendables de lodos fecales es el compostaje y el almacenamiento de la orina. La infraestructura de una planta de compostaje debe contar con una superficie suficiente para los lechos de compostaje, su almacenamiento, la instalación de tanques de almacenamiento de orina, lechos de secado, ambientes para la administración, y servicios básicos. La entidad o empresa recolectora deberá contar además con un transporte adecuado para la recolección de los contenedores móviles y contar con unidades de reemplazo de estos recipientes. Por otra parte, el personal responsable del manipuleo, deberá ser capacitado sobre los riesgos que implican el manejo de las excretas y ser dotados de herramientas y equipamiento de protección adecuados.

- **Criterios de selección**

El manejo y disposición final de los productos resultantes de los baños ecológicos de contenedor móvil, es más adaptable a soluciones en conglomerados de viviendas, zonas periurbanas o zonas en expansión urbana, que cuentan con infraestructura de vías accesibles para la circulación y transporte vehicular. Asimismo, requiere de la voluntad y capacitación de los usuarios a través de programas de educación, información y comunicación. Se debe contar además con mecanismos de control y monitoreo para lograr un aprovechamiento seguro de los productos, garantizando su manejo apropiado, minimizando los impactos al medio ambiente y preservando la salud pública,

La práctica de la gestión de lodos fecales en el país es aún experimental, estas se encuentran en las zonas periurbanas de las ciudades de El Alto (Distrito 7) y otra en la ciudad de Cochabamba (La Maica), todas ellas todavía en la etapa de estudios piloto.

- **Criterios de diseño**

Para el dimensionamiento y comprensión de los componentes del proceso, se presentan en la tabla las características físicas más importantes de las heces fecales.

**Tabla 3. 13 Características físicas de las heces fecales**

Parámetros	Unidad	Cantidad
Peso de heces frescas producidas por persona	g/día	100-200
pH	s/u*	5 a 6
Humedad inicial	%	65-75
Temperatura inicial	°C	35
Densidad de heces en estado fresco	(kg/L)	700-1040
Peso de heces frescas más material secante, en el contenedor móvil.	g/día	170**
Humedad promedio a los 3 - 4 meses, en el contenedor móvil.	%	54
Humedad promedio a los 8 meses.	%	35
pH de heces parcialmente deshidratadas, empleando material secante diverso, según diferentes zonas geográficas de Bolivia.	s/u*	8-9,3***
Disminución de volumen de heces deshidratadas en 3 meses.	%	5
Tiempo de llenado en el contenedor móvil de 100 L, para una familia de 4 a 5 habitantes (llenado al 75%).	Aproximadamente de 2,5 a 3 meses, empleando aserrín como material secante.	
Peso de un contenedor de 100 L con heces parcialmente deshidratadas.	Kg	55-60

**Fuente:** Sumaj Huasi, baño ecológico de 2 cámaras, año 2007 se considera la densidad en 1 kg/ 1L, para dimensionamiento

A objeto de minimizar los riesgos en la salud pública y viabilizar el uso de las heces fecales como fertilizante, se recomiendan las siguientes medidas:

- ✓ Las heces y lodos fecales deben ser tratados, antes de su uso como material fertilizante, con métodos de tratamiento validados de acuerdo a las condiciones locales.
- ✓ El equipamiento y transporte de material parcialmente tratado no debe ser empleado en el manejo de heces tratadas.
- ✓ El enterramiento de heces en el suelo deber ser realizado tomando precauciones sanitarias especiales, considerando que se trata de un material potencialmente infeccioso. Entre las medidas se incluyen la protección personal e higiene (incluyendo el lavado de manos).

- ✓ Las heces y lodos tratados deben ser abonados en el suelo lo más pronto posible y no ser expuestos en la superficie del suelo.
- ✓ Las heces y lodos fecales, insuficientemente tratados, no deben ser aplicados en el cultivo de vegetales, frutas o tubérculos que son consumidos crudos, exceptuando los árboles frutales.

- **Producción de las heces parcialmente deshidratadas**

El uso del baño ecológico de contenedor móvil (de 100 L de capacidad), genera en el lapso de 2,5 - 3 meses, 55 - 60 kg de material parcialmente deshidratado. El retiro y vaciado de los contenedores debe ser realizado por personal entrenado, con las seguridades sanitarias y equipamiento necesarios (guantes de goma, protector bucal, casco de protección, ropa adecuada, etc.), por ser aún un material potencialmente peligroso que contiene cantidades significativas de microorganismos patógenos.

- **Contenedor de recolección**

Para el recojo de las heces parcialmente deshidratadas se utiliza contenedores de plástico de 100 L de capacidad o pueden emplearse turriles metálicos con dimensiones de 60 cm de diámetro por 46 cm de alto (la mitad de un turril metálico estándar de 200 L). En cada cámara del baño ecológico se tiene dos contenedores móviles, uno en uso, situado debajo del inodoro ecológico, y otro vacío para su cambio o rotación cuando el contenedor en uso se llene. Una vez que se llena el contenedor este es transportado hasta la platea del medio de transporte (camión o camioneta). En casos extremos, la familia, previamente capacitada y dotada de equipamiento, puede ser la que realice el cambio de posición o rotación del contenedor lleno por el que está vacío. En cualquier caso, no es recomendable el manipuleo de los contenedores por parte de la familia, por los riesgos e incomodidad que esta tarea conlleva.

- **Compostaje**

El compostaje como tratamiento secundario es recomendado principalmente para sistemas de tratamiento de heces y lodos fecales a gran escala. Este sistema no es fácil de operarlo, y requiere de condiciones controladas de operación. Es un proceso biológico en el cual las bacterias, gusanos y otros organismos descomponen la materia orgánica para producir humus. El humus que se produce es libre de patógenos y es un buen acondicionador de suelos.

- **Lombricultura**

Otra técnica desarrollada para el tratamiento de lodos fecales es la lombricultura, similar al compostaje, con la excepción que se agregan lombrices al material sólido recolectado de los baños ecológicos. El objetivo de la lombricultura es acelerar el proceso del compostaje con la ayuda de lombrices y obtener un compost de mejor calidad.

- **Manejo de la orina**

La orina humana contiene la mayor parte de los nutrientes de la excreta humana, tiene nitrógeno en forma de urea, fósforo, potasio y otros nutrientes, en menor cantidad, como el magnesio y calcio, todos ellos de asimilación rápida por las plantas. La Tabla, muestra la producción de nutrientes per cápita correspondiente a las excretas, donde se observa que la orina es el mayor contribuyente de nitrógeno como de fósforo y potasio. Se puede emplear a nivel casero en el riego de jardines, invernaderos, etc. También se puede usar a nivel comunitario, a mayor escala, para su aplicación posterior en la agricultura. Para su empleo en el riego de cultivos, la orina requiere de un tiempo de almacenamiento mínimo de un mes, para zonas con temperaturas mayores a 20°C (zona de los Valles y Llanos), y mayor a tres meses en zonas con menores temperaturas. Este tiempo es necesario para lograr la disminución del pH inicial de 5,5 (ácido) a un valor superior a 9,0 (alcalino). A nivel casero, la orina puede aplicarse directamente previa dilución con agua, en una proporción de 1:2 – 1:5, a objeto de bajar el pH y no quemar las plantas. En caso de aplicarse a cielo abierto, infiltración en el suelo, no requiere ninguna dilución.

En la tabla se muestra las características físicas más importantes de la orina.

**Tabla 3. 14 Características físicas de la orina**

Parámetros	Unidad	Cantidad
Orina generada por una persona, dependiendo del clima y consumo de líquidos.	L/año	400-500
pH, más representativo	s/u*	5,5
Contenido de agua	%	96
Sólidos en solución	%	4
Urea	gr/L	20
Tiempo de llenado (100%) de bidón de 20 L, para una familia de 4 a 5 habitantes.	Aproximadamente de 4 a 7 días.	

**Fuente:** Sumaj Huasi, baño ecológico de 2 cámaras.

- **Recolección de la orina**

Para la recolección de la orina se utilizan bidones de 20 L, generalmente de plástico, que pueden ser transportados por una persona. Este tipo de recipiente es barato, fácil de limpiar y reusable. Se aplica en zonas donde los puntos de generación y reúso están muy concentrados. Los bidones pueden ser empleados tanto en ambientes fríos, teniendo el cuidado de no llenarlos completamente, como en templados. Por su origen, la orina es generalmente estéril, por lo que su manipuleo no representa ningún riesgo, salvo en el caso de que se produzca una contaminación cruzada, con las heces fecales, en el punto de generación. El tiempo de llenado de un bidón de 20 L, tomando en cuenta una familia 5 personas, es de 4-7 días. Para la rotación o reemplazo correspondiente se tienen dos bidones o más recipientes instalados en la misma cámara.

- **Almacenamiento descentralizado**

Para el uso de la orina a mayor escala (por productores agrícolas), se necesita de un sistema descentralizado a nivel municipal, que recolecte la orina a nivel casero y tenga una capacidad de almacenamiento de mayor volumen. Para este fin, se debe prever el equipamiento necesario (movilidad, herramientas, etc.) y una infraestructura (terreno, instalaciones administrativas, área de circulación, etc.) que permita contar con una capacidad de gestión que incluya el tratamiento secundario de las heces fecales. El almacenamiento puede consistir en un tanque de plástico, fibra de vidrio u hormigón armado (no es recomendable un tanque metálico por el riesgo de corrosión). Los tanques deben estar sellados herméticamente para evitar fugas, infiltración y/o su evaporación y estar asentados en ambientes protegidos de las inclemencias del tiempo. Son provistos de una tapa de visita, con abertura suficiente para su limpieza y/o bombeo a un medio de transporte.

- **Aplicación directa de la orina**

Para su empleo inmediato a nivel familiar, la orina se la puede diluir con agua para bajar el pH a un valor neutro (y prevenir que las plantas sean afectadas por el pH alto), la mezcla más usual está en proporción de 1:2 – 1:5. Las Tablas muestran relaciones recomendables para la aplicación directa de la orina en varios tipos de cultivos.

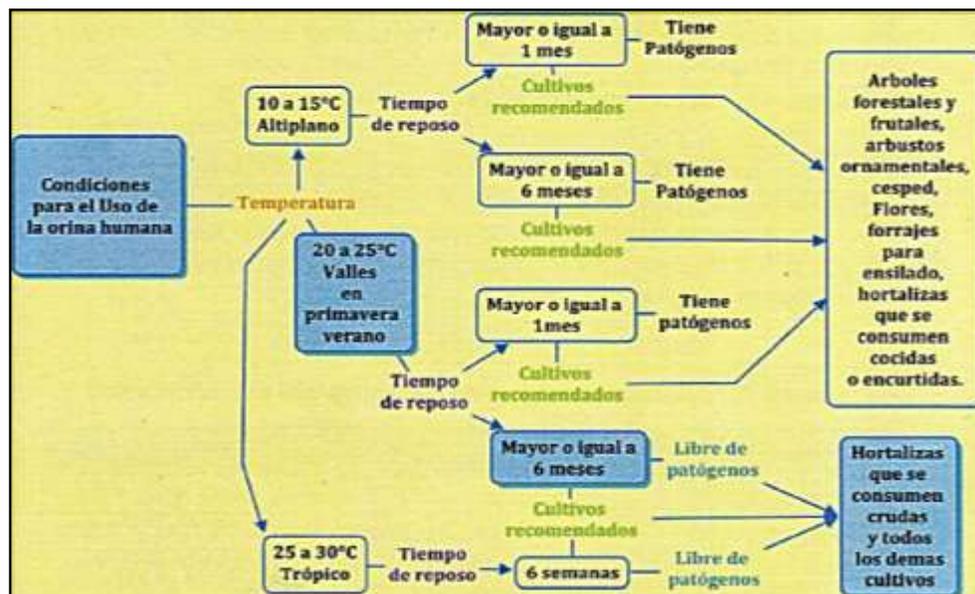
**Tabla 3. 15 Aplicación de la orina para el cultivo de verduras**

Tipo de cultivo	Verduras	Proporción de la mezcla orina: agua	
	lechuga crespa	1	4

Hortalizas de hoja	Acelga	1	4
	Rábano	1	3
	Nabo	1	3

Fuente: Sumaj Huasi, baño ecológico de 2 cámaras.

Figura 3. 12 Recomendaciones para el uso de la orina humana en agricultura



Fuente: "Utilización de residuos líquidos humanos en agricultura CBBA 2013."

Tabla 3. 16 Aplicación de la orina para el cultivo de arboles

Tipo de cultivo	Proporción de la mezcla orina: agua	Aplicación	Observación
Ciruelos, duraznos, etc.	1 ; 3	c/mes durante 6 meses.	Preparar una zanja de 10 cm alrededor del árbol, alejado del tronco, y verter la orina en la zanja y regar con abundante agua. Cubrir la zanja con paja y/o ramas secas para evitar la evaporación de la orina.
Cítricos, aguacates, etc.	1 ; 3	c/mes durante 12 meses.	
Árboles que no pierden sus hojas.	1 ; 3	c/mes durante 12 meses.	
Pierden sus hojas en la estación seca.	3 ; 8	c/mes durante 6 meses.	

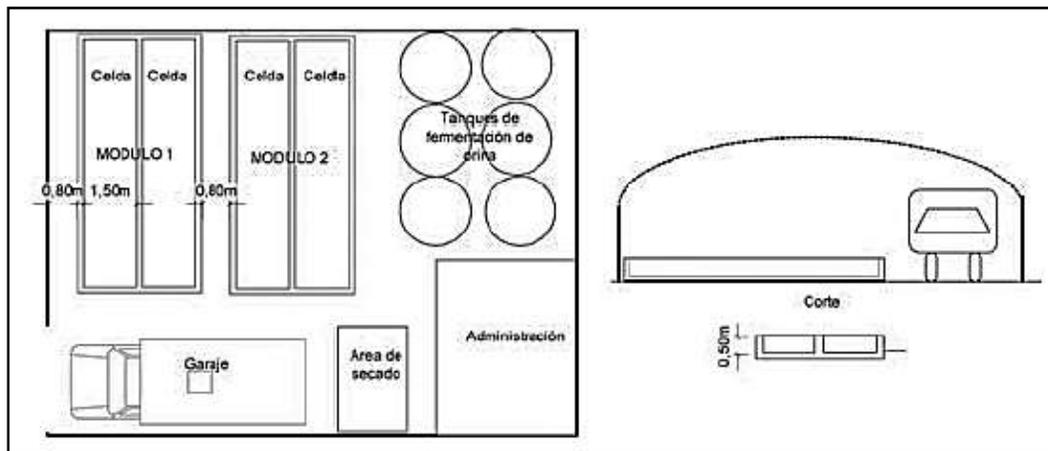
Fuente: Sumaj Huasi, baño ecológico de 2 cámaras

### 3.3.1 Aspectos constructivos

- **Instalaciones**

La infraestructura mínima para una planta de tratamiento secundario de heces/lodos fecales, requiere de suficiente área para la construcción de las celdas de compostaje, áreas o eras de secado, depósitos de productos terminados, tanques de almacenamiento de orina, área de administración, de circulación peatonal/vehicular, etc. Las instalaciones deberán contar con instalaciones de agua potable y tener acceso vehicular, preferiblemente ubicadas en zonas de poca densidad poblacional. La figura, muestra un esquema de disposición general.

**Figura 3. 13 Esquema de una planta de tratamiento de solidos provenientes de los baños ecológicos**



**Fuente:** Sumaj Huasi, baño ecológico de cámara móvil.

- **Equipamiento**

Como equipamiento mínimo de las instalaciones se requiere de tanques de almacenamiento de orina, movibilidades para el transporte, camión o camioneta acondicionada, contenedores de reemplazo (heces y orina), herramientas de trabajo, ropa de trabajo especial (guantes, botas de goma, y protector bucal).

- **Pre-dimensionamiento de las instalaciones de compostaje**

El área de las instalaciones será determinada tomando en cuenta la producción de los lodos fecales producidos por los baños ecológicos, estimando un tiempo de llenado de las celdas de 4 meses y un periodo de reposo de otros 4 meses. En climas muy secos se pueden lograr contenidos de humedad menores al 20%, lo que facilita la reducción de patógenos. La desecación al sol o la exposición a temperaturas elevadas, mejora significativamente el

proceso de tratamiento. Sin embargo, si el material es vuelto a humedecer o puesto en contacto con la humedad del suelo, puede contaminarse con Salmonella y E. coli.

El humus producido por el proceso de compostaje podrá cosecharse después de los 8 meses de tratamiento, dependiendo de las condiciones locales. Los componentes a ser calculados son los siguientes:

- ✓ Celdas o camas de lombricultura.
- ✓ Tanque de almacenamiento de orina.
- ✓ Zona de secado (se considera un 20 % del área total de la celda).
- ✓ Áreas de administración de 20 a 30 m<sup>2</sup>.
- ✓ Volumen de esponjamiento 15 %.
- ✓ Pasillos de circulación (80 a 100 % del área total de las celdas).

A objeto de minimizar la dispersión de los materiales secos en el entorno del área de la planta, por efecto del viento, es recomendable que se trabaje en instalaciones bajo cubierta, que asimismo evita la luminosidad (en el caso de aplicar la lombricultura) y tomar las precauciones necesarias.

- **Operación y mantenimiento**

Las principales tareas de operación y mantenimiento de todo el sistema de gestión de los lodos provenientes de los baños ecológicos (a nivel familiar y municipal) se indican en la Tabla. Estas tareas deben ser ejecutadas por personal capacitado y que cuente con el equipamiento adecuado.

**Tabla 3. 17 Actividades principales de operación y mantenimiento**

Actividad	Acciones Claves
Recojo de contenedores móviles de heces fecales	Una vez que se tenga lleno un contenedor o parcialmente lleno el otro, la familia deberá esperar para el recojo de los mismos y acomodarse al cronograma previsto por parte de la entidad encargada del recojo.
Protección interna del contenedor de heces fecales	Forrar con papel la pared interior del contenedor móvil, mejor con bolsas vacías de cemento y otra práctica que evite la adherencia de las heces a la pared del contenedor.
Recolección y vaciado de bidones de orina.	Una vez llenos unos o los dos bidones es preciso recolectar los mismos a través de la entidad de recojo. Es recomendable poseer más de 2

	bidones. Es la actividad que requiere mayor atención.
Transporte de las heces fecales	Acomodarse a la frecuencia del servicio de recolección por parte de la entidad responsable de dicha tarea. En esta actividad se requiere un mínimo de 2 personas para el traslado del contenedor móvil a la plataforma del medio de transporte. El vehículo deberá tener la seguridad necesaria para evitar el esparcido del material recolectado.
Llenado del material recolectado a las celdas de compostaje.	El vaciado se lo realiza a las celdas de compostaje para tener un tiempo de permanencia mayor o igual a los 4 meses, dependiendo de las condiciones locales.
Almacenamiento de la orina.	La orina recolectada es transportada y vaciada a un tanque de almacenamiento, permaneciendo en la misma por un tiempo de 1 - 3 meses, dependiendo de la temperatura media local.
Comercialización	Este proceso final corresponde a la venta de los productos terminados (sólido/líquido): humus y fertilizante.

**Fuente:** Sumaj Huasi, baño ecológico de 2 cámaras.

- **Rendimientos de operación y mantenimiento de gestión de excretas en baños ecológicos de contenedor móvil**

En la Tabla se muestran algunos rendimientos referenciales logrados en el país para el recojo, transporte y disposición de heces fecales y orina que provienen de baños ecológicos de contenedor móvil. Cada planta de tratamiento de lodos fecales puede establecer sus propios rendimientos tomando en cuenta la cantidad de viviendas a ser atendidas.

**Tabla 3. 18 Rendimientos básicos para recojo, transporte y disposición.**

Actividad	Unidad	Cantidad
Recojo de contenedores móviles de 100L en una hora (según distancia), empleando 2 personas más un chofer.	Pza.	4 a 6
Recolección de contenedores en un día (5horas)	Pza.	20 - 30
Recolección de bidones en un día (5horas)	Pza.	80 - 120
Tiempo de un viaje de transporte de ida y vuelta	h	variable
Esparcido y disposición en las celdas	h	1
Selección de desechos sólidos mayores	h	variable

Personal de recojo, carguío y esparcido en las celdas de compostaje	Obrero	2
Personal de apoyo	Chofer	1

Fuente: Sumaj Huasi, baño ecológico de 2 cámaras

- **Costos Referenciales por vivienda**

La Tabla muestra costos unitarios por vivienda, tomando en cuenta la experiencia piloto en la ciudad de El Alto.

**Tabla 3. 19 Costos referenciales por vivienda por uso y servicio del baño ecológico**

Descripción ítem	Unidad	Cantidad	Precio unitario Bs	Precio total
Aserrín, incluye transporte.	Bolsa quintalera	1	3	3
Papel para forraje del contenedor móvil (bolsa de cemento)	Pza.	2	1	2
Pago por servicio de recojo, microempresa.	Bs/mes	1	15*	15
			<b>Costo total Bs/mes</b>	<b>20</b>

Fuente: Sumaj Huasi, baño ecológico \*El costo es solo referencial puede cambiar según la administración

La siguiente tabla presenta los costos directos de inversión estimados de una planta de tratamiento de heces fecales y orina, no incluye el costo del terreno.

**Tabla 3. 20 Costos referenciales por vivienda por uso y servicio del baño ecológico**

Descripción	Infraestructura por m2*	Equipamiento por vivienda **
Costo en bolivianos	670	850

**Fuente:** Sumaj Huasi, baño ecológico \*Incluye: celdas, tinglado, pasillos de circulación de cemento, administración, área de secado, cerco perimetral, puerta. \*\*Incluye: Tanques, bidones, contenedores, herramientas y otros menores.

- **Comercialización**

La Tabla muestra los precios de venta del humus y orina correspondientes al mercado de la ciudad de El Alto.

**Tabla 3. 21 Costos referenciales de humus y orina tratada**

Descripción	Humus por Kg*	Orina por L*
Costo en bolivianos	1 Bs	0,80 Bs

**Fuente:** Sumaj Huasi, baño ecológico \*los precios están referidos en los puestos de comercializadores

**Tabla 3. 22 Riesgos asociados**

Evento	Peligro asociado	Causa	Medidas preventivas
Olores en el manejo de los contenedores	Rechazo de la familia	Carencia de material secante, ventilación	Información y educación a la familia
Manejo improvisado del contenedor	Contaminación en el medio ambiente, riesgo por contacto directo con las heces parcialmente deshidratadas.	Falta de capacitación de los usuarios	Programas de capacitación en el manejo e higiene, protección, lavado de manos.
Presencia de moscas	Contacto directo con la familia	Carencia de material secante y mal funcionamiento de la ventilación	Programas de capacitación a nivel familiar.
Incumplimiento de cronogramas del servicio de recojo por parte de la entidad responsable.	Insatisfacción de la familia	Mala gestión del servicio, incumplimiento del contrato de servicios.	Monitoreo y control
Contacto humano con las heces parcialmente deshidratadas.	Inhalación de parásitos, contaminación directa por microorganismos patógenos, parásitos.	Mal manejo de las heces parcialmente deshidratadas	Programas de capacitación, verificación de la seguridad de manejo practica de higiene, lavado de manos
Existencia de parásitos en los productos	Asimilación del producto	Periodo corto de compostaje	Control de calidad educación sanitaria.

**Fuente:** Sumaj Huasi, baño ecológico.

**Tabla 3. 23 Ventajas y desventajas planta de tratamiento de heces fecales**

Ventajas	Desventajas
<p>Permite la solución de disposición de excretas en zonas periurbanas y/o en expansión, que carecen de alcantarillado sanitario.</p> <p>La venta de los productos terminados puede solventar el servicio.</p> <p>Alta remoción de huevos de helmintos &lt;1 huevo viable/g.</p> <p>Impacto socio – económico positivo, creación de empleos.</p> <p>Se construye con materiales locales</p> <p>Es aplicable en zonas o regiones de stress hídrico como una medida de adaptación al cambio climático.</p>	<p>La gestión requiere de una entidad responsable: micro-empresa, EPSA, asociación de usuarios, empresa municipal.</p> <p>Riesgo de contaminación por el manipuleo de los contenedores por parte de la familia, sino se cuenta con la debida capacitación y protección sanitaria.</p> <p>Costos iniciales elevados para la instalación de la infraestructura y equipamiento.</p> <p>Requiere un control y regulación por parte de una entidad local.</p> <p>La carencia de mercado para los productos, puede ser una amenaza para la sostenibilidad del sistema.</p> <p>Exige que los costos de venta de servicios y productos cubran los gastos de operación.</p> <p>Puede requerir grandes extensiones de terreno para la implementación de la estructura.</p> <p>Requiere de un experto para el diseño del sistema de tratamiento.</p>

**Fuente:** Sumaj Huasi, baño ecológico.

### 3.3.2 El uso de la orina en la agricultura

En muchos países, se viene investigando y avanzando en la utilización de la orina en la agricultura, existiendo una infinidad de estudios e informes de sus efectos en diversos cultivos. En este entendido el presente concentra tres puntos principales.

#### 1) Razones para utilizar la orina en la agricultura

Un desafío del actual siglo, es el reciclaje de nutrientes de residuos humanos junto a la reutilización de las aguas tratadas, además, de reducir la energía que se consume en la descarga y tratamiento de aguas residuales. Con este motivo están disponibles y en uso muchas técnicas, sin embargo, aún falta más investigación, promoción de resultados, pruebas piloto, validación y difusión.

**Figura 3. 14 Ciclo biogeoquímico cerrado**



**Fuente:** “Utilización de residuos líquidos humanos en agricultura CBBA 2013.”

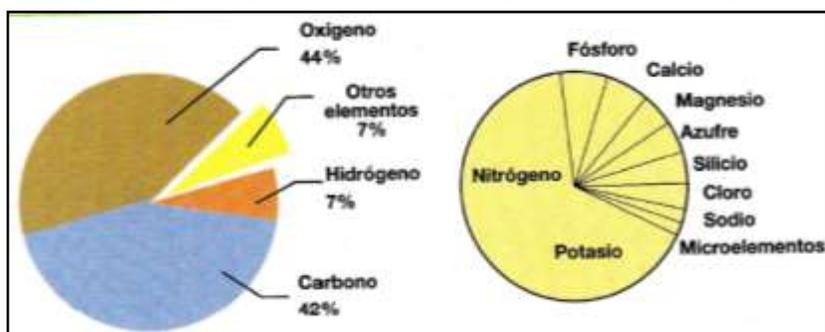
Los nutrientes provenientes de la orina tienen "valor de uso" como insumo en la agricultura, además la adición de materia orgánica y la diversidad de compuestos que contiene enriquece y contribuye al mantenimiento de la fertilidad de los suelos con los consecuentes efectos en el incremento de la productividad de los cultivos. Al mismo tiempo, que previene la contaminación, reduce la producción de metano en el suelo, reduce o elimina la basura orgánica, reduce o elimina la producción de aguas negras.

## 2) Los nutrientes y los fertilizantes en las plantas

Los nutrientes de las plantas son los minerales, que provienen de los fertilizantes y abonos, básicamente son dieciséis elementos y provienen del agua, aire y suelo circundante. A saber:

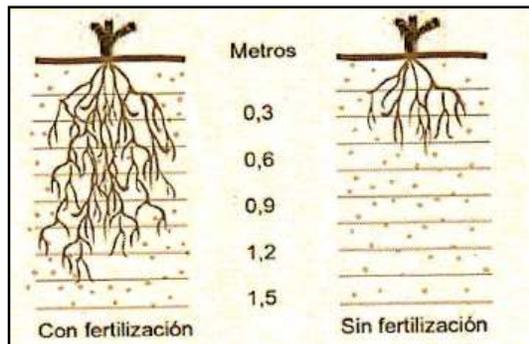
- Del aire mediante la fotosíntesis: obtienen carbono (C) en forma de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono).
- Del agua: hidrógeno (H) y oxígeno (O) en forma de H<sub>2</sub>O (agua).
- Del suelo y del abono animal, el fertilizante; así los nutrientes primarios son tres; nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K). Las plantas también los absorben en cantidades considerables, los nutrientes secundarios que son tres: Calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S) y los micronutrientes que son: hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl).

De hecho las plantas están compuestas en un 44% por oxígeno, 42% Carbono, 7 % Hidrógeno y el resto son los minerales descritos, de estos cabe resaltar que el nitrógeno, el potasio se encuentran en mayor cantidad. El resto son los demás elementos como se presenta a continuación:

**Figura 3. 15 Composición elemental promedio de las plantas**

**Fuente:** “Utilización de residuos líquidos humanos en agricultura CBBA 2013.”

Si todos estos se encuentran en cantidades adecuadas en el medio de las plantas, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Es importante indicar que, si un sólo nutriente necesario es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos se reducen. En consecuencia, los fertilizantes son necesarios para proveer los nutrientes que están faltando al suelo para una mayor productividad de los cultivos' con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden hasta triplicarse.

**Figura 3. 16 Profundidad de raíces**

**Fuente:** “Utilización de residuos líquidos humanos en agricultura CBBA 2013.”

### 3) La orina y su potencial como fertilizante de los cultivos

Cada persona orina diariamente entre 1 a 1,3 litros en promedio, 75 a 90 % del nitrógeno es la urea y el porcentaje remanente, compuesto básicamente por amonio y creatinina, incluyen sales inorgánicas tales como cloruro sódico, fósforo y potasio. En presencia de ureasa, la urea es rápidamente degradada a amonio y dióxido de carbono y los iones de hidróxido, incrementan el PH a 9-9,3. Sucediendo este cambio en cuestión de horas y contiene todo el nitrógeno necesario para cultivar toda la comida que necesita una persona por un año. Esto la cataloga como una excelente fuente de nitrógeno para las plantas. Se aclara, que la urea es

mucho menos tóxica que el amoníaco. El contenido de la orina en su composición química es la siguiente:

**Tabla 3. 24 Composición de la orina humana**

Materia orgánica (base seca)	% en 1 - 1.3 litros por persona por día.
Contenido de humedad	93-96
Nitrógeno	15-19
Fósforo	2,5-5
Potasio	3-4,5
Carbón	11.-17
Calcio	4,5 - 6

Fuente: “Utilización de residuos líquidos humanos en agricultura CBBA 2013.”

### 3.4 Experiencias del uso de líquidos humanos provenientes de baños ecológicos

Los resultados han sido generados en Cochabamba en coordinación interinstitucional con PROINPA, el apoyo de profesionales de la Universidad Mayor de San Simón y con agricultores innovadores en: i) comunidades del Municipio de Villa Gualberto Villarroel (3.200 a 3.600 msnm), provincia Punata, en comunidades del Municipio de Tiraque y ii) Distrito 9, en OTB's Chaupiloma y El Puente, zona periurbana de Cochabamba, durante las gestiones 2011 y 2012.

#### 3.4.1 Proceso del manejo de orina

- **Fermentación**

En el Periurbano y en la zona alta del Municipio de Villa Gualberto Villanoel (Puna), al no existir diferencias significativas en la fermentación, se recomienda el mismo protocolo para ambas zonas, tomando en cuenta los siguientes pasos:

- Fermentado de desechos líquidos en bidones o turriles plásticos en condiciones anaerobias. La fermentación (reposo) debe seguir una etapa de 6 meses de fermentación, para asegurar la inocuidad.

- La fermentación natural en los bidones o envases después de ser llenados con los desechos líquidos del ECOSAN, deben ser herméticamente tapados, dejarlos en reposo en lugares con semisombra por el lapso de 6 meses. En ese tiempo a través de las bacterias del género *Proteus* presentes en la orina emiten amonio en el medio alcanzando un pH 9 a 10, lo cual ayuda a la inactivación de enterobacterias, la temperatura mayor a 20 °C ayudará a bajar el pH de alcalino (9 a 10) a ácido (4 a 5) el olor de muy fuerte a suave y el color oscuro a

amarillo claro, esta temperatura se mantiene en ambientes protegidos o carpas solares, y se permita la penetración indirecta de los rayos del sol.

**Figura 3. 17 Coloración de la orina de oscuro a claro con el proceso de fermentación**



Una vez concluido el proceso de fermentación, el líquido está listo para ser usado como fertilizante.

### 3.4.2 Experiencia en cultivos

#### 3.4.2.1 Cultivo de la papa

Para las recomendaciones emitidas en el presente protocolo se tomaron en cuenta los resultados de las validaciones en el cultivo de papa en tres comunidades de la zona alta del Municipio de Villa Gualberto Villaroel (3200-3600msnm) y otra en la zona periurbana de Cochabamba (Distrito I2600 msnm), en los cuáles los resultados no mostraron diferencias significativas en ambas zonas, pero si en la parcela aplicada y sin aplicación. En la imagen a continuación se puede apreciar el efecto de la aplicación de orina por el contenido de nutrientes, el crecimiento, vigor, aspecto sano y verde intenso del cultivo.

**Figura 3. 18 Cultivo de papa sin aplicación y con aplicación de orina**



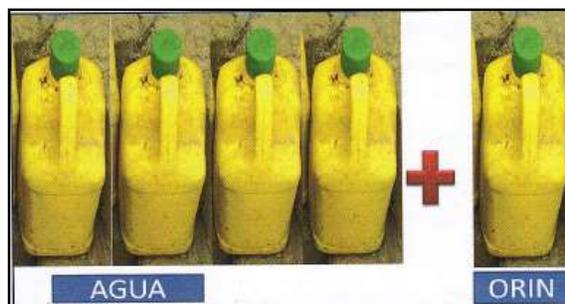
Fuente: “Utilización de residuos líquidos humanos en agricultura CBBA 2013.”

- **Dosis de aplicación de los líquidos**

Las dosis de aplicación de los líquidos recomendados en este cultivo son: Desechos líquidos fermentados 5 L/mochila de 20 L; es decir por mochila de fumigar con capacidad de 20 L

echar 5 L de orín fermentado e inocuo y 20 L de agua, mezclar bien la solución preparada y aplicar inmediatamente.

**Figura 3. 19 Dilución: Veinte litros de agua por cinco litros de orina**



**Fuente:** “Utilización de residuos líquidos humanos en agricultura CBBA 2013.”

- **Métodos de aplicación**

Las aplicaciones pueden hacerse en tres maneras:

- ✓ A través de aspersiones pulverizadas con el uso de mochila fumigadora dirigido al follaje.
- ✓ Aspersiones a chorro con el uso de mochila fumigadora dirigida al cuello de la planta.
- ✓ A través de riegos cuando este es controlado, como el sistema de riego por goteo, aspersión y en surcos de forma manual.

- **Numero de frecuencia de aplicación**

Las aplicaciones deben ser con una frecuencia de 15 días en horas frescas, ya sea a primeras horas de la mañana o a últimas horas de la tarde, de esta forma se evita la evaporación rápida de la solución y la volatilización del nitrógeno, que es el nutriente básico para el desarrollo foliar del cultivo.

- ✓ **Las primeras** aplicaciones en el cultivo de la papa deben hacerse después de 30 a 45 días de la siembra una vez emergida el 80 % de la semilla, el cual depende de las condiciones de humedad, temperatura del suelo y la presencia de brotes uniformes en la semilla antes de la siembra; en esta etapa el cultivo debe iniciar la nutrición adecuada para un buen desarrollo traduciéndose en buenos rendimientos.

Las aplicaciones en esta etapa deben estar dirigidas al cuello de la planta ya que presentan pocas hojas lo cual no permitiría un eficiente aprovechamiento del producto por el área foliar sino por la raíz, para lo cual se debe regular la boquilla de la mochila fumigadora de manera que la salida del producto preparado sea a chorro.

- ✓ **La segunda** aplicación debe hacerse dos meses después de la siembra es decir 60 días después de la siembra, cuando el cultivo se encuentra en pleno desarrollo.
- ✓ **La tercera** aplicación a los 75 días cuando empieza la floración.
- ✓ **La cuarta** aplicación o la última a los 90 días es decir al tercer mes de desarrollo, en esta etapa el cultivo entra a la floración y culmina el mismo en algunas variedades de ciclo corto (holandesas). Estas etapas son donde el cultivo requiere mayor exigencia de nutrientes, sobre todo el nitrógeno que permite el desarrollo foliar del cultivo el cual culmina cuando ha finalizado la floración.

- **Condiciones necesarias para su aplicación**

Para la aplicación de los líquidos, los suelos de las parcelas o huertos deben estar previamente regados y presentar cierta humedad a capacidad de campo para que el cultivo tenga mejor capacidad de absorción de los nutrientes; los cuales se traducen en mejores resultados en la producción del cultivo.

Se debe aclarar que la fertilización sólida básica es lo más importante para un buen desarrollo y obtener los rendimientos esperados en el cultivo, a lo cual deben complementarse la aplicación de los líquidos como fertilizante foliar y complementar los requerimientos nutricionales.

Después de las aplicaciones con líquidos y trabajos recomendados en el presente protocolo en todo el ciclo del cultivo de la papa en la zona de estudio, se han logrado obtener rendimiento de 15 Tn/has.

**Tabla 3. 25 Rendimiento del cultivo de papa**

Cultivo	Sin aplicación (Tn/has)	Con aplicación (Tn/has)	Incremento del rendimiento
Papa	12,75	15	15%

**Fuente:** "Utilización de residuos líquidos humanos en agricultura CBBA 2013."

## CAPÍTULO IV (Propuesta técnica)

### 4.1 Selección del baño ecológico

En el capítulo III estudiamos que tipos de baños ecológicos existen, sus características su forma de operación y mantenimiento, como también el uso de los residuos humanos provenientes de los baños ecológicos, en este acápite nos enfocaremos en la propuesta del tipo de baño ecológicos, para ello analizamos cada una para luego hacer una justificación de la propuesta.

- **Baño seco ecológico de doble cámara y solar:**

Este tipo de baño ecológico usa dos cámaras, se llena una y se cambia la posición la taza hacia la segunda cámara después que se llena la primera cámara, la cual después de un tiempo aproximado de 1 a 1.5 años dependiendo el tipo de clima del lugar, el dueño del baño realiza el mantenimiento limpiando la cámara y enterrando la composta o usándolo como acondicionador para sus suelos.

- **Baño seco ecológico de contenedor móvil:**

Este tipo de baño usa un contenedor móvil, el cual una vez lleno se cambia por otro contenedor vacío, los contenedores llenos de las diferentes viviendas son recolectadas por una entidad recolectora responsable que puede ser personas de la comunidad o externas a la comunidad que están encargada en recolectar todos los contenedores llenos cada 3 a 6 meses, en una planta de tratamiento de sólidos provenientes de baños ecológicos, lo cual después de un tiempo de secado la composta y el orín son comercializados.

Después de este breve análisis de los tipos de baños ecológicos escogemos a la segunda opción el “Baño seco ecológico de contenedor móvil”, a continuación hacemos mención la razón por la cual escogemos este tipo de baño:

1. El proyecto tiene características de sustentabilidad, ya que genera recursos en la comercialización de los residuos de los baños ecológicos que pueden ser usados para el mismo mantenimiento y operación de la planta de tratamiento de residuos.
2. En la encuesta de preguntas múltiples realizada a los domicilios de la comunidad se muestra un porcentaje alto respondiendo positivamente en la pregunta de

consideración en generar recursos a través de la recolección de los residuos de los baños ecológicos, (ver anexo cuestionario).

3. Su operación y mantenimiento es más fácil que el baño ecológico de doble cámara ya que los contenedores son recolectado evita que el propietario realice actividades de limpieza extras, además de ocupar menor espacio.

#### 4.2 Parámetros de diseño

Para empezar con el diseño del baño ecológico debemos considerar ciertos parámetros necesarios para el diseño tales como:

- **Condiciones climáticas**, la comunidad de Yesera Norte cuenta con los siguientes datos climáticos expuestos en el capítulo II, cuenta con una precipitación media anual de 661,0 mm, una temperatura media anual de 15 °C, la máxima media de 22 °C, la mínima media de 8°C, las máximas extremas alcanzan a 36 °C, y la mínima extrema de -10 °C y cuenta con una humedad relativa de 66 %.
- **Número de habitantes por familia**, para un baño seco ecológico se recomienda adoptar 5 a 8 personas. Para un número mayor de personas se recomienda aumentar una batería de 2 o más baños. En la encuesta de preguntas múltiples observamos un promedio de 5 personas por familia por lo cual se adoptara un baño por familia.
- **Generación de heces fecales**, se tiene un parámetro de 0,06156 m<sup>3</sup>/hab./año. que equivale a 61,56 l/hab./año y 5,13 l/hab./mes.
- **Generación de orina**, la generación de orina esta entre los parámetros de 33 a 42 litros/habitante/mes. Adoptamos 33 l/hab./mes que equivale a 396 l/hab./año.

El factor de reducción de volumen de la excreta, se determina por la relación entre el volumen de la excreta seca y el volumen de la excreta húmeda, el valor promedio a adoptar es de 0,75.

En el cuadro se muestra un resumen de los parámetros de diseño para el baño ecológico de contenedor móvil.

**Tabla 4. 1 Parámetros de diseño para baño ecológico con contenedor móvil**

Parámetros	Cantidad
------------	----------

Temperatura media	15 °C*
Número de habitantes por familia	5 hab.*
Generación de heces fecales	5,13 l/hab./mes.
Generación de orina	33 l/hab./mes

Fuente: “Guía técnica baños secos ecológicos”

#### 4.2.1 Tiempo de llenado

El cálculo se realiza para el llenado de un contenedor portátil de heces de 100 litros (medio turril) de capacidad.

$$T = \frac{V_c}{V_p * N}$$

Dónde:

T=tiempo (meses)

V<sub>c</sub>= Volumen de heces que se llena al 75 % de capacidad del contenedor (Litros).

V<sub>p</sub>= Volumen de producción de heces más material secante (L/hab.mes) de la tabla 3.2.

N= Número de miembros de la familia (habitante).

Para el cálculo del tiempo de llenado del contenedor que será la mitad de un turril con volumen de 100 litros con llenado de heces al 75% de capacidad, una producción de heces 5.13 L/hab.mes según la tabla y un promedio de 5 habitantes por familia se tiene:

$$T = \frac{100 \text{ litros} * 0.75}{5,13 \frac{\text{litros}}{\text{hab} * \text{mes}} * 5 \text{ hab}} = 2,92 \text{ meses}$$

Adoptamos un tiempo de llenado de contenedor de heces aproximadamente cada 3 meses que equivale a 12 semanas.

En el caso de recolección de orín, se considerara bidones de 20 litros de capacidad y para una familia de 5 habitantes con una producción de orín de 33 L/hab./mes tenemos:

$$T = \frac{20 \text{ litros}}{33 \frac{\text{litros}}{\text{hab} * \text{mes}} * 5 \text{ hab}} = 0,12 \text{ meses}$$

El tiempo de llenado de cada bidón es aproximadamente 3,75 días adoptamos de 4 a 6 días, en cada baño se dispondrán 2 bidones o más.

Para los 2 tipos de contenedores tanto para heces como para orina, mostramos la siguiente tabla:

**Tabla 4. 2 Tiempo de llenado para contenedores**

Tipo de contenedor		Tiempo de llenado
	Para heces (medio turril de 100 litros)	3 meses
	Para orín (bidón de 20 litros)	6 días

Fuente: “Elaboración propia”

#### 4.2.2 Volúmenes y frecuencia de recolección

En los baños secos de una cámara con recolector móvil, la recolección debe realizarse cada 3 meses aproximadamente 10 a 12 semanas, ya que los recipientes (mitad de un turril Ø 60cm, h=50cm) se tornan pesados para ser manipulados. En este caso, existen 2 opciones para la disposición final de la materia deshidratada una vez retirado de la cámara:

- a) Cuando el baño seco está situado en el área rural o en viviendas dispersas, en sitios donde el beneficiario puede contar con espacios (fosas formando celdas) para enterramiento (puede ser jardín), la materia retirada de la cámara podrá ser depositada en estas fosas o celdas, de esta forma logrará y completará el proceso de compostaje y el ciclo ecológico.
- b) Cuando existe una microempresa de recolección, en viviendas concentradas, por supuesto que el retiro de la materia deshidratada estará a cargo de ésta. Cada microempresa cobrará una tarifa por este servicio. El gobierno municipal podrá incentivar, promover y/o subvencionar este servicio bajo diferentes iniciativas.

En el caso de la orina puede ser recolectado cada mes, recolectado 4 bidones por familia al mes para llevarlo a la planta de tratamiento de residuos de los baños ecológicos donde terminara su proceso de fermentación.

En resumen se tiene una relación de 12 bidones de orín por un turril de 100 L de heces que se tendrán que considerar como parámetro determinar el tiempo de compostaje y fermentación del orín, para su correspondiente comercialización.

### **4.3 Selección del lugar de construcción y orientación**

Para que un baño ecológico brinde un buen funcionamiento, se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

#### **4.3.1 Ubicación**

Para la determinación del lugar de ubicación de los baños ecológicos consideramos lo siguiente:

- Escoger el espacio más cercano, preferiblemente un lugar pegado a la vivienda.
- No debe ser un área húmeda, sin malezas o hierbas alrededor que puedan producir humedad.
- Aprovechar alguna pendiente existente en el terreno para disminuir la cantidad de gradas de acceso al baño (si es posible).

#### **4.3.2 Orientación**

Para la orientación de los baños ecológicos consideramos lo siguiente:

- Las puert de la cámara de almacenamiento de heces móvil, deben estar expuestas al sol, deben estar orientadas al Noroeste, Norte, Oeste o Este, pero no hacia el Sur. Esto para que la temperatura en los contenedores sea alta y el proceso de deshidratación de las heces se realice lo más rápido posible y en un proceso adecuado.
- La cámara de almacenamiento de orina, no necesita puertas, pero los contenedores de orina no deben estar expuestas al sol.

### **4.4 Diseño de la opción de saneamiento seleccionada**

Una vez seleccionado la opción del baño ecológico de cámara móvil, procedemos al diseño arquitectónico describiendo a detalle las dimensiones como vistas y cortes del diseño.

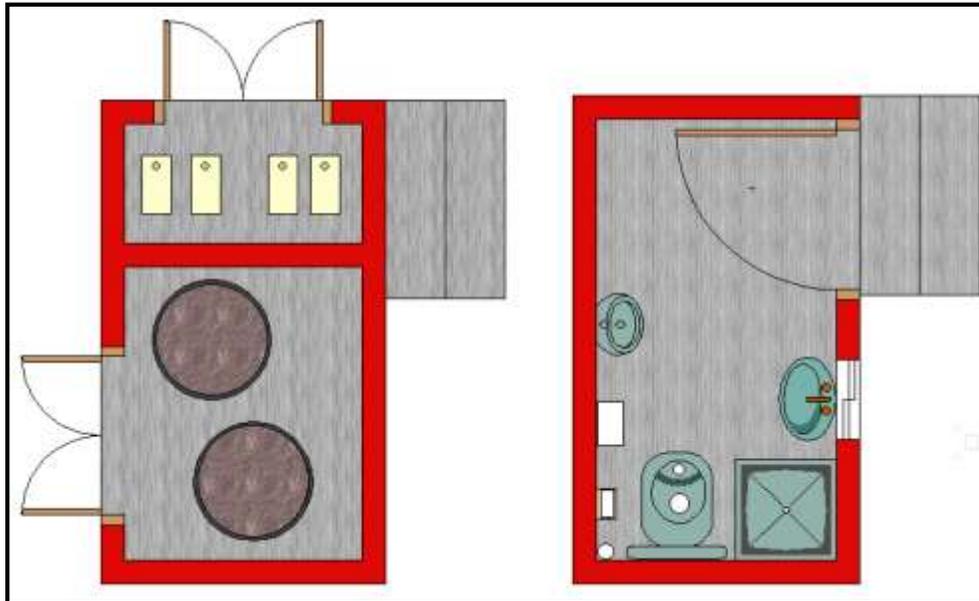
#### **4.4.1 Baño ecológico de contenedor móvil tipo**

El diseño del baño ecológico de contenedor móvil tipo, cuenta con dos cámaras y un módulo baño-ducha con cubierta de chapa, el cerramiento del módulo es de ladrillo visto de 6 huecos y cuenta con una puerta de 1,80x0,70m y un marco de ventana de 0,30x0,40m, el piso del módulo ducha-baño es de losa de hormigón armado de un espesor de 7cm.

Este diseño tipo, contempla la instalación de un inodoro y un urinario ecológico de porcelana, en su interior cuenta con una ducha y un lavamanos.

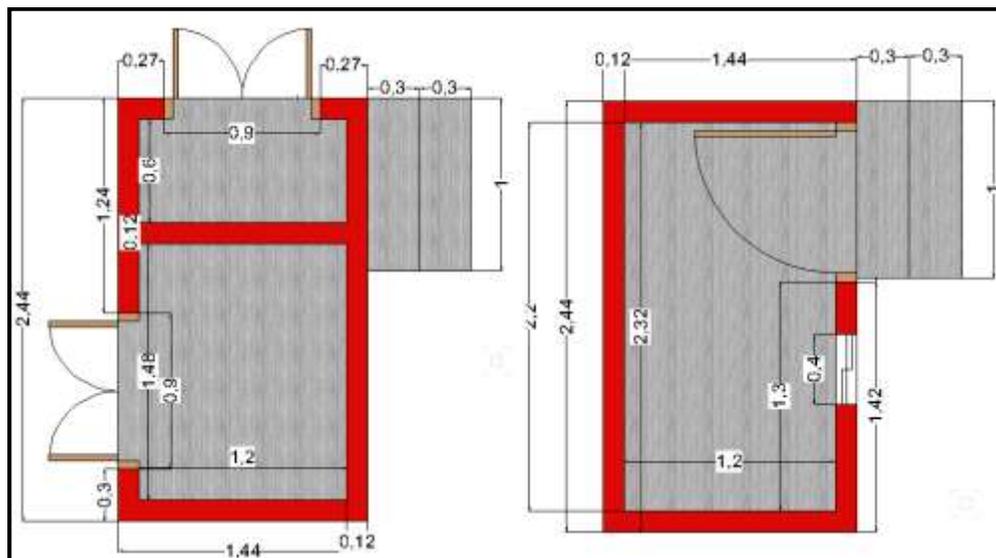
La superficie total construida es de 3,51 m<sup>2</sup> el costo de material este modelo tipo es de 2816,64 Bs. y su costo de mano de obra es de 3120,31 Bs sumando un total de 5936,95 Bs.

**Figura 4. 1 Vista en planta**



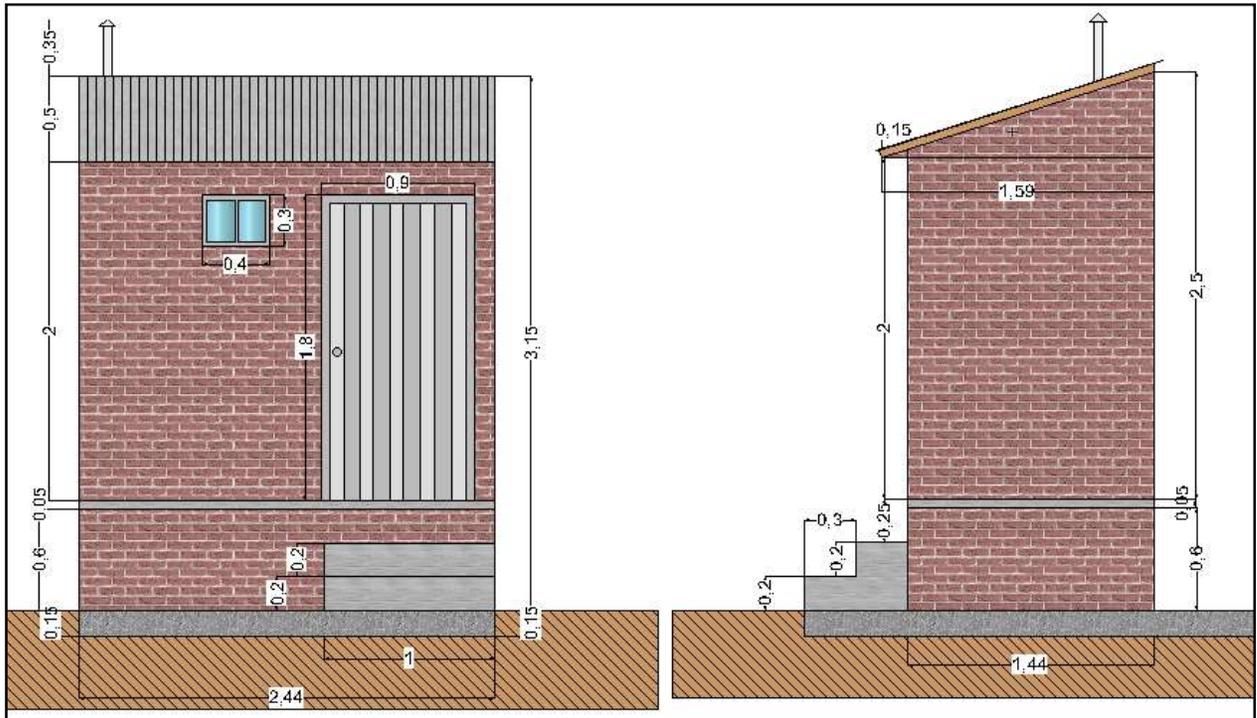
Fuente: "Elaboración propia"

**Figura 4. 2 Vista en planta acotada**



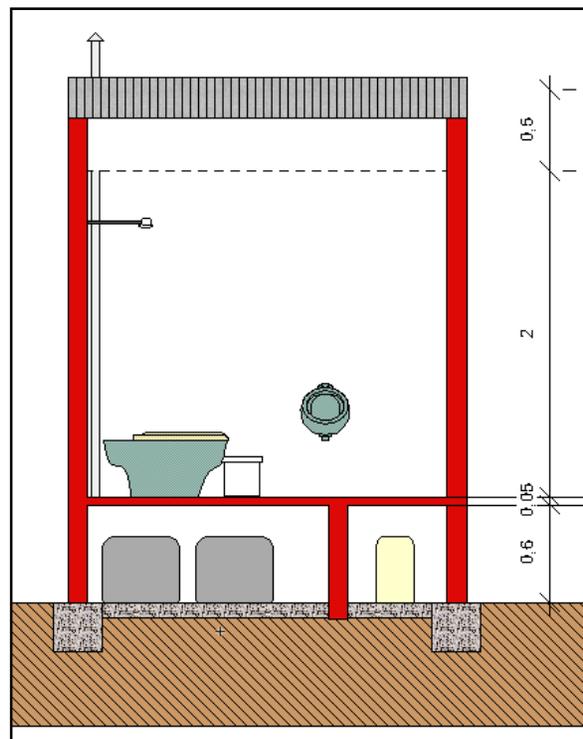
Fuente: "Elaboración propia"

**Figura 4.3 Vista frontal y lateral**



Fuente: "Elaboración propia"

**Figura 4.4 Vista corte frontal**



Fuente: "Elaboración propia"

#### 4.4.2 Presupuesto

En el caso en que el presupuesto significa el compromiso de la ejecución, es necesario determinar el costo con la máxima aproximación, en este caso es recomendable el sistema analítico por el cual el calculista en base a los pliegos de condiciones y especificaciones y a los planos a diseño final, calcula los precios unitarios de cada una de las actividades que forman parte de la obra como asimismo los correspondientes volúmenes de obra. Este método permite establecer el costo total de la obra como resultado de la suma de los costos parciales por ítems, además de facilitar la determinación de las cantidades de materiales y mano de obra a emplearse en la obra.

##### 4.4.2.1 Actividades y/o ítems de obra

Un ítem es una unidad de obra, parte de un proyecto con carácter propio, tanto de materiales como mano de obra, siendo su cantidad proporcional a la magnitud de la obra, cada ítem deberá ser hecho con criterio de separar todas las partes que sean susceptibles de costo distinto, no solo para facilitar la formación del presupuesto, sino también porque este es un documento de contrato y sirve como lista indicativa de los trabajos a ejecutar. Para el cálculo de presupuesto de identificaron los siguientes ítems:

**Tabla 4. 3 Lista de ítems para el baño ecológico de cámara móvil**

ITEM N°	DESCRIPCION	UNID.
1	Replanteo y trazado	(m <sup>2</sup> )
2	Empedrado y contra piso de hormigón H°C° p.d. 60%	(m <sup>2</sup> )
3	Muro de ladrillo de 6 huecos	(m <sup>2</sup> )
4	Gradas de H°C° p.d. 60%	(m <sup>3</sup> )
5	Losa Hormigón Armado	(m <sup>2</sup> )
6	Puerta de plancha metálica	(Pza.)
7	Ventana metálica	(m <sup>2</sup> )
8	Cubierta de calamina galvanizada #28	(m <sup>2</sup> )
9	Revoque interior de mortero de cemento	(m <sup>2</sup> )
10	Instalación eléctrica	(pto)
11	Instalación de agua potable	(m)
12	Instalación de sistema de evacuación de aguas grises	(m)
13	Instalación de pipi ducto	(m)
14	Instalación de tubería de ventilación PVC 4"	(m)
15	Provisión e instalación de inodoro ecológico	(Pza.)
16	Provisión e instalación de urinario	(Pza.)
17	Provisión e instalación de lavamanos	(Pza.)
18	Provisión e instalación de ducha	(Pza.)
19	Provisión de accesorios para baño ecológico	(Pza.)

Fuente: "Elaboración propia"

Forma un conjunto de actividades valoradas en unidades determinadas a través de la unidad que puede apreciarse al efectuar el presupuesto, las mismas pueden ser de longitud (m), superficie ( $m^2$ ), volumen ( $m^3$ ), peso (Kg), pieza (pza.) punto (Pto), existiendo algunas de ellas que por su naturaleza o complejidad solamente pueden medirse en forma global.

#### **4.4.2.2 Cómputos métricos**

Por medio del cómputo métrico, se miden las estructuras que forman parte de una obra de ingeniería, con el objeto de:

- a.- Establecer el costo de la misma, o de una de sus partes.
- b.- Determinar la cantidad de materiales necesarios para ejecutarla.

El cómputo métrico es un problema de medición de longitudes, áreas y volúmenes, que requiere el manejo de fórmulas geométricas, computar es entonces medir, computo, medición y cubicación son palabras equivalentes.

El cómputo métrico supone el conocimiento de los procedimientos constructivos de la práctica y su éxito depende en gran medida de una experiencia sólida. El trabajo de medición puede ser ejecutado de dos maneras que son: Sobre la obra misma, o sobre los planos.

- **Cómputo en plano**

Significa realizar los trabajos de medición en los planos del proyecto con la ayuda de un escalímetro teniendo mucho cuidado en la observación de las escalas.

- **Cómputo en obra**

Este trabajo se lo efectúa en el lugar de la obra, cuando esta se encuentra en ejecución con la ayuda de una cinta métrica un flexómetro de acuerdo a las normas establecidas.

- **Normas de Cómputo**

En nuestro País no existen normas definidas para el cómputo ya que el ministerio de Urbanismo y Vivienda tanto como la dirección de Normas no cuentan con las mismas hasta la fecha.

Mientras ellas no existan, cada institución se rige por normas propias las que pueden variar de acuerdo a la experiencia de su personal técnico, el mismo que debe conocer perfectamente el proyecto y las especificaciones técnicas con el fin de tener una idea global de la misma.

Generalmente el ingeniero que efectúa los cómputos es la última persona que revisa el proyecto, por lo cual es muy frecuente que encuentre errores arquitectónicos o de cálculo, los mismos que necesariamente deben ser corregidos antes de su licitación.

Los cálculos métricos de cada ítem se exponen en una tabla (ver anexos).

#### **4.4.2.3 Análisis de precios unitarios**

El precio Unitario puede definirse como el importe de la remuneración o pago total, que debe cubrirse al contratista por unidad de obra de cada uno de los conceptos de trabajo que realice. Así mismo, unidad de obra puede definirse como la unidad de medición que se señala en las especificaciones técnicas, como base para cuantificar cada concepto de trabajo para fines de medición y pago. El concepto de trabajo o concepto de obra, podrá quedar definido como el conjunto de operaciones y materiales que, de acuerdo con las especificaciones respectivas, integran cada una de las partes de una obra en que esta se divide convencionalmente para fines de medición y pago. Los precios unitarios de cada ítem se exponen en unas tablas (ver anexos).

Para realizar los precios unitarios consideramos lo siguiente:

- Cargas Sociales 55% del sub total Mano de Obra.
- Impuestos IVA M.O. = 14,94% (del Sub Total de M. O. + Cargas Sociales)
- Herramientas Menores 5 % de la mano de obra
- Gastos Generales 7% (Total Materiales + Total mano de obra + Total Herramientas)
- Utilidad 5 % (Total Materiales + Total mano de obra + Total Herramientas + Total Gastos Generales)
- Impuestos I. T. 3 % (Total Materiales + Total mano de obra + Total Herramientas + Total Gastos Generales + Total Utilidad)

#### **4.5 Presupuesto general**

El costo de la obra depende básicamente del costo de los materiales y su disponibilidad en nuestro medio.

Un resumen del presupuesto general de la obra se puede apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 4. 4 Presupuesto general para el baño ecológico de cámara móvil**

ITEM N°	DESCRIPCION	UNIDAD	Cantidad	P. U. Total	COSTO P/ITEM
1	Replanteo y trazado	(m <sup>2</sup> )	3,51	4,70	16,49
2	Empedrado y contrapiso de hormigón H° C° P.D. 60%	(m <sup>2</sup> )	3,51	81,70	286,75
3	Muro de ladrillo de 6 huecos	(m <sup>2</sup> )	18,78	97,39	1828,93
4	Gradas de H° C° P.D.. 60%	(m <sup>3</sup> )	0,18	417,48	75,15
5	Losa hormigón armado	(m <sup>2</sup> )	3,51	166,45	584,25
6	Puerta de plancha metálica	(pza)	1,00	426,17	426,17
7	Ventana metálica	(m <sup>2</sup> )	0,12	188,92	22,67
8	Cubierta de calamina galvanizada #28	(m <sup>2</sup> )	4,05	199,71	808,82
9	Revoque interior de mortero de cemento	(m <sup>2</sup> )	2,46	109,14	268,49
10	Instalación eléctrica	(pto)	1,00	158,78	158,78
11	Instalación de agua potable	(m)	4,30	23,77	102,21
12	Instalación de sistema de evacuación de aguas grises	(m)	2,52	23,77	59,90
13	Instalación de pipiducto	(m)	2,78	23,77	66,08
14	Instalación de tubería de ventilación PVC 4"	(m)	3,10	44,73	138,67
15	Provisión e instalación de inodoro ecológico	(pza)	1,00	379,10	379,10
16	Provisión e instalación de urinario	(pza)	1,00	237,76	237,76
17	Provisión e instalación de lavamanos	(pza)	1,00	281,41	281,41
18	Provisión e instalación de ducha	(pza)	1,00	195,33	195,33
19	Provisión de accesorios para baño ecológico	(pza.)	1,00	255,51	255,51

<b>Presupuesto total (bs)</b>	<b>6.192,46</b>
-------------------------------	-----------------

**Fuente:** "Elaboración propia"

Un costo reducido sin el urinario sería de 5954,70 Bs. Lo cual es opcional ya que no afecta en gran manera el costo total del presupuesto.

Los parámetros utilizados para el análisis de precios unitarios son: se utilizó las cargas sociales igual a 55% del subtotal de la mano de obra. El impuesto al valor agregado es igual al 14,94 % de la suma del valor de cargas sociales y el subtotal de la mano de obra.

Para herramientas menores igual a 5 % del total de la mano de obra.

Los gastos generales y administrativos toman un valor del 7 % de la suma del valor total de materiales, el total de mano de obra y el total de herramientas y equipo.

La utilidad es el 5 % de la suma del subtotal del total de materiales, total de la mano de obra, y total de herramientas más los gastos generales y administrativos.

El impuesto a las transacciones es igual al 3 % de la suma entre total de materiales, total de mano de obra, total de herramientas y equipo, gastos generales y administrativos y la utilidad.

#### 4.5.1 Costo de la planta de tratamiento

Para determinar el costo aproximado de la planta de tratamiento, nos basamos en la siguiente tabla:

**Figura 4. 5 Costos referenciales por vivienda por uso y servicio del baño ecológico**

Descripción	Infraestructura por m <sup>2</sup> *	Equipamiento por vivienda **
Costo en bolivianos	670	850

**Fuente:** Sumaj Huasi, baño ecológico \*Incluye: celdas, tinglado, pasillos de circulación de cemento, administración, área de secado, cerco perimetral, puerta. \*\*Incluye: Tanques, bidones, contenedores, herramientas y otros menores.

Para ello realizamos el cálculo del área aproximada que tendrá la planta de tratamiento:

Cálculo de una infraestructura básica para compostaje y almacenamiento de orina para una población de 489 habitantes (150 viviendas).

**Datos:**

**N:** Número de habitantes, 489 hab.

**P:** Producción de heces parcialmente deshidratadas por persona, 5,13 (L/hab. mes)

**O:** Producción de orina por habitante/mes 33 (L/hab./mes)

**a:** Ancho de la celdas, 1,5 m

**b:** Alto de la cama, c = 0,50 m

**k:** Número de celdas: 2

**Ancho de pasillos,** 0,8 m.

**Espesor de paredes en las celdas:** 0,15 m.

**T:** Volumen de los tanques de orina, adoptado, 8 m<sup>3</sup>.

**nm:** Tiempo de llenado de heces parcialmente deshidratadas en una celda, 3 meses.

**Reposo del biosólido:** 4 meses.

**nt :** Meses de almacenamiento de la orina, 3 meses.

**e :** Esponjamiento 15 %.

**V:** Producción de heces parcialmente deshidratadas (m<sup>3</sup>).

**D:** Número de tanques.

- **Producción heces parcialmente deshidratadas:**

$$V = P * N * nm * e$$

$$V = 5,13 \frac{L}{hab * mes} * 489 hab * 3 mes * \frac{1,15}{1000}$$

$$V = 8,65 m^3$$

- **Longitud de la celda:**

$$L = \frac{V}{a * b * k}$$

$$L = \frac{8,65 m^3}{1,5m * 0,5m * 2}$$

$$L = 5,24 m$$

Total ancho neto de las celdas + paredes  $S = 1,5 \times 2 + 3 \times 0,15$

$$S = 3,45m$$

- **Área de las celdas**

Considerando 2 módulos

$$A = L * S = 5,24 m * 3,45m * 2 = 36,15m^2$$

- **Área de tanques de orina**

Número de tanques de orina:

$$D = \frac{N * O * nt}{1000 * T}$$

$$D = \frac{489 hab * 33 \frac{L}{hab.mes} * 3 mes}{1000 * 8m^3}$$

$$D = 6,05 Unid$$

Se adopta 6 unidades y diámetro del tanque plástico de  $8 m^3 = 2,0 m$ , área total de 6 unidades =  $6 \times 2 = 12 m^2$

- **Áreas de equipamiento**

Pasillos de circulación = 100 % de área de celdas =  $1 \times 36,15 = 36,15 m^2$

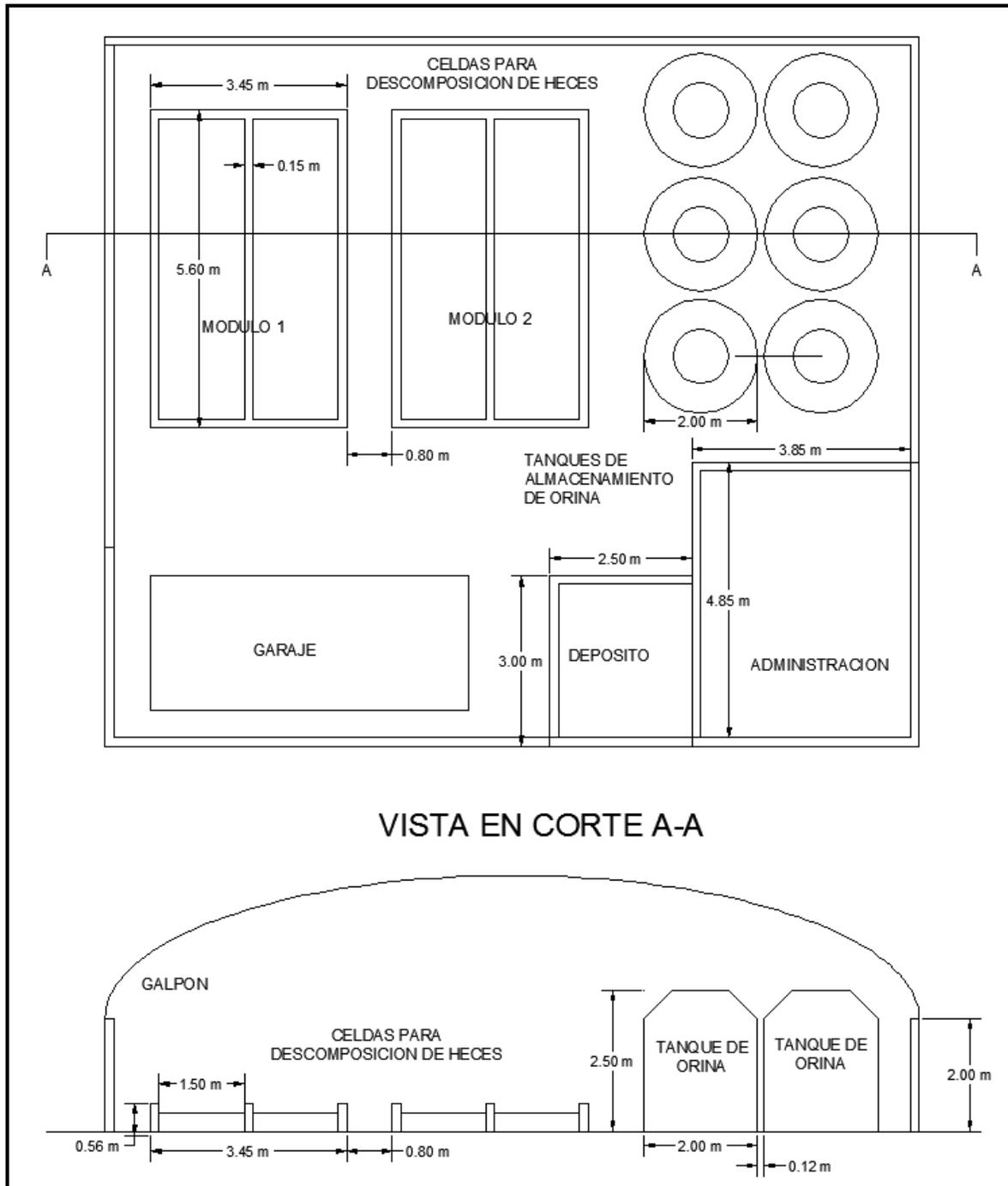
Zona de secado = 20 % de área de celdas =  $0,2 \times 36,15 = 7,23 m^2$

Administración = adoptado 20 m<sup>2</sup>

Garaje = adoptado 18 m<sup>2</sup>

Total área =  $36,15 + 12 + 36,15 + 7,23 + 20 + 18 = 129,53 \text{ m}^2$ , se adopta **130 m<sup>2</sup>** (superficie mínima)

**Figura 4. 6 Vista en planta (planta de tratamiento)**



Fuente: "Elaboración propia"

**Tabla 4. 5 Costo total referencial de la planta de tratamiento**

Descripción	Infraestructura (Bs/m <sup>2</sup> )	Equipamiento por vivienda (Bs)	Superficie min planta de tratamiento (m <sup>2</sup> )	Número de viviendas	Costo Total (Bs)
Costo en bolivianos	670	850	130	150	214600

Fuente: “Elaboración propia”

Se tiene un costo total aproximado de **214600 Bs** tomando en cuenta que este monto debe ser financiado para su construcción que independientemente para la infraestructura 87100 Bs y para equipamiento 127500Bs.

#### 4.5.2 Costos de operación y mantenimiento

Los costos de mantenimiento lo determinamos en base a los rendimientos de la tabla:

**Tabla 4. 6 Rendimientos básicos para recojo, transporte y disposición**

Actividad	Unidad	Cantidad
Recojo de contenedores móviles de 100L en una hora (según distancia), empleando 2 personas más un chofer.	Pza.	4 a 6
Recolección de contenedores en un día (5horas)	Pza.	20 - 30
Recolección de bidones en un día (5horas)	Pza.	80 - 120
Tiempo de un viaje de transporte de ida y vuelta	h	variable
Esparcido y disposición en las celdas	h	1
Selección de desechos sólidos mayores	h	variable
Personal de recojo, carguío y esparcido en las celdas de compostaje	Obrero	2
Personal de apoyo	Chofer	1

Fuente: Sumaj Huasi, baño ecológico de cámara móvil

En la tabla nos muestra que para la recolección de los contenedores móviles se necesitan 2 obreros y un chofer, que realizan la recolección de un promedio de 25 contenedores en un día (5horas) y para completar el jornal el resto de las 3 horas abarca el transporte, esparcido y disposición en las celdas, etc.

En el caso de repartir 150 contenedores a las 150 viviendas, estas se llenaran en 3 meses aproximadamente, para ello se necesita 6 días para la recolección de todos los contenedores, lo cual en el caso de la orina puede ser recolectado cada mes, recolectado 4 bidones por

vivienda al mes para llevarlo a la planta de tratamiento de residuos de los baños ecológicos donde terminará su proceso de fermentación.

**Tabla 4. 7 Cronograma de llenado de contenedores y bidones**

		1 mes	2 mes	3 mes
1 vivienda	heces	1 contenedor		
	orín	4 bidones	4 bidones	4 bidones
150 viviendas	heces	100 contenedores		
	orín	600 bidones	600 bidones	600 bidones

Fuente: “elaboración propia”

En el cronograma de recolección de contenedores y bidones ver anexos, determinamos los jornales necesarios para la recolección de los contenedores y bidones por mes, resumiendo en la siguiente tabla el costo total para el mantenimiento.

**Tabla 4. 8 Costo de mantenimiento de los baños ecológicos**

	cantidad	Jornales por mes (días)	costo de jornal (Bs)	costo total por mes (Bs)
Obrero	2	6	80	960
Chofer	1	6	100	600
<b>TOTAL (Bs) al mes</b>				<b>1560</b>

Fuente: “elaboración propia”

#### 4.5.3 Viabilidad económica del proyecto

Para el estudio de viabilidad económica del proyecto realizamos un balance de entradas y salidas que tiene este proyecto, se pretende realizar un cobro a los beneficiarios por mes respecto a la tabla tenemos:

**Tabla 4. 9 Costos referenciales por vivienda por uso y servicio del baño ecológico**

Descripción ítem	Unidad	Cantidad	Precio unitario Bs	Precio total
Aserrín, incluye transporte.	Bolsa quintalera	1	3	3
Papel para forraje del contenedor móvil (bolsa de cemento)	Pza.	2	1	2
Pago por servicio de recojo, microempresa.	Bs/mes	1	15*	15
<b>Costo total Bs/mes</b>				<b>20</b>

Fuente: Sumaj Huasi, baño ecológico \*El costo es solo referencial puede cambiar según la administración

Se tiene un pago por vivienda de **20 Bs** por mes a la entidad responsable del recojo y mantenimiento de los baños ecológicos, proyectando para las 150 viviendas se tendría una entrada de **3000 Bs por mes**.

- **Deposición final de las heces**

Además del cobro que se realizara por vivienda se tiene planificado la venta de humus y orina tratada como se explica en la tabla:

**Tabla 4. 10 Costos referenciales de humus y orina tratada**

Descripción	Humus por Kg*	Orina por L*
Costo en bolivianos	1 Bs	0,80 Bs

**Fuente:** Sumaj Huasi, baño ecológico \*los precios están referidos en los puestos de comercializadores

Si solamente comparamos el monto a pagar por mes a los responsables de la entidad recolectora que es de 1560 Bs por mes, con respecto a la ganancia del cobro por el servicio a todas las viviendas que es de 3000Bs al mes, podemos concluir que este proyecto es económicamente viable.

#### **4.6 Cronograma de actividades**

Esquema básico donde se distribuye y organiza en forma de secuencia temporal el conjunto de experiencias y actividades diseñadas a lo largo de una construcción, (ver anexos).

#### **4.7 Especificaciones técnicas**

Las especificaciones técnicas son los documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras, elaboración de estudios, fabricación de equipos, (ver anexos).

#### **4.8 Ventajas y desventajas**

De la misma manera en la que en anterior capítulo mostramos en detalle las ventajas y desventajas que nos proporcionan los baños ecológicos a continuación mostramos un breve resumen:

- ✓ No requiere una fuente constante de agua.
- ✓ No tiene problemas con olores ni vectores (moscas) si es usado y mantenido correctamente.
- ✓ Puede ser construido y reparado con materiales disponibles localmente.
- ✓ Bajos costos de operación y mantenimiento.
- ✓ Adecuado para todos los tipos de usuario.

✓ Requiere educación y aceptación para ser usado correctamente.

- **Ventajas del saneamiento ecológico**

El saneamiento ecológico, ofrece incontables beneficios para el medio ambiente y la economía familiar a pequeña escala (familiar) y gran escala a (nivel comunidad).

- **Beneficios para el medio ambiente**

Si el saneamiento ecológico se pudiera adoptar a gran escala, nuestros mantos freáticos, ríos, lagos y mares estarían libres de contaminación fecal; el consumo de agua se reduciría y los agricultores requerirían de menos fertilizantes industriales caros que, además, tienen el inconveniente de filtrarse a los mantos freáticos y contribuir a la degradación del medio ambiente.

- **Ventajas para las familias y la comunidad**

Las familias que habitan en áreas donde no hay acceso a alcantarillado sanitario y practican la defecación al aire libre, pueden mejorar las condiciones de vida.

En algunas zonas las condiciones del subsuelo y los mantos freáticos son un problema, como áreas en que el subsuelo es demasiado duro para excavar, mientras que en otras los mantos freáticos están muy superficiales. Los sistemas de baños secos se construyen por encima del nivel de terreno, pueden instalarse en cualquier lugar donde se construye una vivienda. No hay riesgo de que se desplome, no amenaza los cimientos de la vivienda y no contamina los mantos freáticos.

#### **4.9 Consideraciones para seleccionar un sistema de baño seco**

- **Promoción y estímulo comunitario**

Los programas de saneamiento deben diseñarse para responder a las necesidades definidas por la comunidad y los habitantes, en vez de considerarse soluciones definidas por agentes externos.

Los sistemas de baños secos ecológicos no deben promoverse solos, sino como parte de una política ecológica, como un proceso más profundo de fortalecimiento de la gente, para hacerse cargo de su propio desarrollo, bajo un compromiso ambientalista.

En aquellos lugares donde el sistema, concepto o tecnología de baño seco ecológico es novedoso o poco familiar, se requerirá una buena dosis de promoción y capacitación.

- **Estrategias de promoción**

Para que el sistema forme parte integral de la cultura local debe demostrarse primero que funciona y debe ser aceptado voluntariamente por líderes locales reconocidos y los generadores de opinión.

En general, es mejor trabajar a través de las organizaciones de bases exitosas y reconocidas en la comunidad. Estas organizaciones usualmente están comprometidas para que la transformación beneficie a todos y al medio ambiente.

Sin embargo el trabajo individual por familia, tal vez sea el más efectivo, pero requiere mayor inversión de tiempo por parte de los facilitadores o capacitadores.

Una estrategia de implementación de este sistema puede ser instalar baños secos ecológicos en centros de salud, oficinas ambientales, etc.

- **Educación y capacitación para los facilitadores y la comunidad**

Para la buena asimilación, transmisión y adecuada aplicación por parte de los facilitadores, se necesita un balance de tres estrategias educativas complementarias: Aprendizaje participativo, información compartida y capacitación.

La aplicación efectiva de una metodología participativa puede ser vital para el éxito, tanto de programas ecológicos, como de programas de higiene y sanidad general.

La vigilancia de los impactos a la salud y medio ambiente y la participación de los usuarios es esencial para hacer los ajustes necesarios al sistema.

Los métodos participativos también pueden mejorar la comunicación.

Es importante usar la palabra taza cuando uno se refiere a la letrina como tal, ya que la palabra letrina se asocia usualmente con un cuartito apestoso.

Por razones similares el termino desperdicio debería evitarse. Un buen promotor deberá evitar el uso de términos con carga negativa.

#### **4.10 Sostenibilidad del Proyecto**

La sostenibilidad del proyecto consiste en la capacidad de que este permanezca al transcurrir el tiempo, para ello se plantea para esto las siguientes líneas de acción:

##### **4.10.1 Recomendaciones para el uso del baño seco ecológico**

Para que el beneficiario realice un buen uso del Baño ecológico se les capacitara en los siguientes puntos:

- Abrir la tapa de inodoro, defecar.

- Una vez se haya defecado, echar el material de limpieza anal (papel higiénico, papel periódico, hojas) al interior de la cámara o a un papelerero con tapa.
- Luego, echar material secante sobre las heces frescas hasta cubrirlo totalmente, cuidando de no tapar el desagüe de orín.
- Cerrar la tapa del inodoro.
- Lavarse las manos con agua y jabón.

Para tal efecto también se proveerá un folleto “USO DEL BAÑO ECOLOGICO” que se instalara en cada baño ecológico.

**Figura 4. 7 Recomendaciones para el uso y mantenimiento**



**Fuente:** “Guía técnica baños secos ecológicos”

Se recomienda colocar en la caseta, en la parte interior, una guía de uso con fotos o dibujos, Esta guía debe estar fija en un espacio de la pared o de la puerta, de tal forma que se vea y lea claramente el uso del baño seco.

#### **4.10.2 Recomendaciones para mantenimiento preventivo del baño seco ecológico**

Para que el beneficiario realice un buen uso y mantenimiento y que al transcurrir el tiempo el baño se mantenga operable se les capacitará en los siguientes puntos:

- Diariamente, limpiar el interior y exterior de la caseta.
- Dos veces a la semana, remover las heces y material secante empleado un rastrillo o palo.

- Una vez por semana desinfectar la taza separadora y la tapa empleando trapo mojado con agua y lavandina, y echar agua con lavandina al urinario y pipiducto, porque la orina suele cristalizarse con el tiempo.

Cuando la taza separadora de orín y heces fecales es limpiado, se debe tener cuidado para asegurar que las heces no se mojen, no botar plásticos o botellas de vidrio dentro de la cámara. Para la limpieza, se puede usar un trapo mojado para limpiar el asiento y las superficies internas.

Algunos modelos son facialmente retirados, para su limpieza en otro lugar. Hasta acostumbrarse a este sistema, algunos usuarios pueden tener dificultades para separar la orina de las heces, lo que puede dar lugar a mas tareas de limpieza y mantenimiento.

Las heces pueden ser depositados accidentalmente en la sección de orina, especialmente cuando lo usan los niños, provocando bloqueos y problemas de limpieza.

Los tubos y accesorios de la orina pueden bloquearse con el tiempo y pueden requerir mantenimiento correctivo.

Esta es una tecnología sin agua, por lo tanto, el agua no debe entrar en el retrete. De la misma manera, la orina tiende a oxidar la mayoría de los metales; por lo tanto, se debe evitar el uso de metales para evacuación de la orina.

#### 4.10.3 Capacitación

La realización exitosa de un programa ecológico, en este caso, del uso del baño seco ecológico, requiere de cambios de hábitos y sensibilidad ambiental en particular.

**Figura 4. 8 Recomendaciones para el uso y mantenimiento**



Fuente: "Guía técnica baños secos ecológicos"

Es muy importante la capacitación a nivel familiar, siguiendo por la vecinal o comunal. Esta tarea debe ser sin duda una labor permanente.

Asimismo la capacitación debe desarrollarse a nivel de:

- Quiénes desarrollen el trabajo de campo; facilitadores, promotores, etc. Requerirán de capacitación práctica sobre la construcción y manejo de baño ecológico.
- Los usuarios deben adquirir conocimientos en cuanto al uso y mantenimiento del baño seco ecológico. Es factible que cada grupo de usuarios de una determinada zona o comunidad tenga un visitador. Cada visitador puede ser responsable de 10 familias visitando una vez por semana a cada familia.

La capacitación es un proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de la educación no formal, siendo muy importante para llegar a los resultados esperados en este caso para que el baño seco sea; construido adecuadamente, bien utilizado y debidamente mantenido.

Con este propósito el Ministerio de ramo (año 2004, hoy ministerio de medio ambiente y agua), del mismo se extrae lo más importante, debiendo este manual ser adecuado al tipo de baño seco elegido:

- Los facilitadores capacitarán a los visitadores.
- Los visitadores visitarán a cada familia una vez por semana, pudiendo tener asignado diez (10) familias, siguiendo los siguientes pasos:
  - ✓ El visitador debe tener una ficha de seguimiento del uso y mantenimiento, por cada familia.
  - ✓ Fijar día y hora de la visita.
  - ✓ Preparar el tema de la visita, ya que no todas las familias requieren reforzamiento de todos los temas.
  - ✓ Evaluación de la visita, la misma que se realiza con la familia visitada. ¿Qué hemos aprendido hasta hoy?, ¿en qué estamos fallando?, ¿Qué nos falta aprender?
- Después de la visita, el visitador presentará un informe al Facilitador con las dificultades encontradas y los cambios observados.
- Los temas referenciales para cada visita son los siguientes:
  - ✓ Visita 1.- Peligros de las excretas, importancia del baño seco.
  - ✓ Visita 2.- El baño seco familiar.

- ✓ Visita 3.- preparación de los materiales para usar el baño seco.
  - ✓ Visita 4.- uso del baño seco familiar. Como usar la orina como abono líquido.
  - ✓ Visita 5.- mantenimiento del baño seco.
  - ✓ Visita 6.- cuando y como usar las heces fecales después del proceso de transformación como abono.
  - ✓ Visita 7.- importancia de la participación de toda la familia en el uso y mantenimiento del baño seco.
- Dependiendo de la evaluación después de cada visita, un tema determinado puede ser repetido para reforzar y corregir las deficiencias encontradas.
  - Es importante que por lo menos posterior a este proceso de capacitación
  - Cuando el baño este en uso, se realice seguimiento pos proyecto, por lo menos una vez por año.

#### **4.10.8 Seguimiento post proyecto**

Esta actividad debe estar inserto en todos los programas de saneamiento ya que se convierte en, sino el más importante, en la parte principal para que un proyecto tenga éxito. Esta labor debe comprender:

- ✓ Evaluación del uso y mantenimiento del proyecto.
- ✓ Reforzamiento en las actividades de uso y mantenimiento, donde el usuario no haya comprendido o no se haya habituado.
- ✓ Reforzamiento a los capacitadores, innovando o incorporando las experiencias de otros proyectos similares.
- ✓ Ajuste del plan de intervención para futuros proyectos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

Una vez terminado el proyecto de implementación de baños ecológicos a la comunidad de Yesera Norte llegamos a las siguientes conclusiones:

- Como una falta de saneamiento a la comunidad y viendo las imposibilidades de una construcción de un alcantarillado sanitario, se realizó una serie de visitas al lugar donde se pudo ver la condición actual de los baños que usan las familias, en su mayoría con pozos ciegos y un porcentaje considerado de familias que no cuentan con baño.
- Para realizar el estudio de implementación de baños ecológicos, se realizó un estudio de la comunidad como ser, la zona, el clima, tipo de suelo, servicios básicos, aspectos sociales, servicios de educación y salud como también los ingresos y egresos de la población, gracias a esta información se pudo determinar algunos parámetros de diseño para los baños ecológicos.
- Teniendo la información necesaria de la zona beneficiaria se procedió al estudio de los diferentes tipos de baños ecológicos, observando una gran variedad de tipos pero especificando 2 de los más importantes que son: El baño ecológico de doble cámara y el baño ecológico de cámara móvil que considera una planta de tratamiento para las heces fecales y la orina.
- En este proyecto se concluye escogiendo el baño ecológico de cámara móvil, realizando su diseño arquitectónico, costos y materiales.
- El “Baño Ecológico”, consta de una superficie total construida es de 3,51 m<sup>2</sup> el costo de material este modelo tipo es de 2.976,64 Bs. y su costo de mano de obra es de 3.178,21 Bs sumando un total de **6.192,46 Bs.**
- Tomando en cuenta las 150 viviendas beneficiarias suma un total de **928.869,00 Bs.**
- La construcción del baño ecológico se podría ejecutar de 7 días hábiles a partir del inicio de construcción.

- Si solamente comparamos el monto a pagar por mes a los responsables de la entidad recolectora que es de 1560 Bs por mes, con respecto a la ganancia del cobro por el servicio a todas las viviendas que es de 3000Bs al mes, podemos concluir que este proyecto es económicamente viable.

## **5.2 Recomendaciones**

Para este proyecto de implementación de baños ecológicos a la comunidad de Yesera Norte se tienen las siguientes recomendaciones antes, durante y después de ejecutar el proyecto.

- Se necesita una previa reunión con los beneficiarios para informarlos acerca de la importancia de los baños ecológicos explicándoles las ventajas y desventajas que nos proporciona dicho proyecto de saneamiento básico.
- Se debe prever también que este proyecto sea consensuado en cuestión de financiamiento ya que en la entrevista que se tuvo con algunas personas de la comunidad (ver anexos), declararon que podría haber la posibilidad de un financiamiento por parte del municipio en cuestión de los materiales de construcción para los baños ecológicos que vienen a tener un costo aproximado de 2.976,64 Bs. (ver anexo 7) y los beneficiarios como una contra parte en la mano de obra que según el presupuesto tiende a un costo aproximado de 3.178,21 Bs (ver anexo 7).
- En el proyecto se escogió el baño ecológico de cámara móvil, el cual incluye una planta de tratamiento para las heces fecales y orina, este se explica y se detalla en el capítulo III, como asimismo se tiene un costo aproximado de construcción por m<sup>2</sup> y también los rendimientos necesarios explicando las ventajas y desventajas el esquema, equipamiento como costos referenciales para la venta de humus y orina tratada.
- Se presenta un manual de construcción y manual de operación y mantenimiento los cuales ya han sido usados en la implementación de baños ecológicos en Cochabamba el año 2013, por lo cual se recomienda el uso de este material que se presenta en anexos.