

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA



TEMA:

DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN A LOS  
PROBLEMAS SANITARIOS EN EL MUNICIPIO DE SESORI, DEPARTAMENTO  
DE SAN MIGUEL

PRESENTADO POR:

NELSON JOSAELO CAMPOS LOVO  
KATHERINE DENISSE HERNÁNDEZ SALMERÓN  
OSCAR EDUARDO MARAVILLA SEGOVIA  
DANIEL ANTONIO TOBAR RIVAS

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

DOCENTE DIRECTOR

ING. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ RIVERA

CIUDAD UNIVERSITARIA ORIENTAL, NOVIEMBRE DE 2018

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**AUTORIDADES**

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

**RECTOR**

ING. NELSON BERNABÉ GRANADOS

**VICE-RECTOR ACADÉMICO**

M.S.C. CRISTÓBAL HERNÁNDEZ RÍOS BENÍTEZ

**SECRETARIO GENERAL**

LIC. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN

**FISCAL GENERAL INTERNO**

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**

**AUTORIDADES**

ING. JOAQUÍN ORLANDO MACHUCA GÓMEZ

**DECANO**

LIC. CARLOS ALEXANDER DÍAZ

**VICE - DECANO**

LIC. JORGE ALBERTO ORTEZ HERNÁNDEZ

**SECRETARIO**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ING. JUAN ANTONIO GRANILLO

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ING. MILAGRO DE MARÍA ROMERO DE GARCÍA

**COORDINADORA DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**

ING. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ RIVERA

**DOCENTE DIRECTOR**

ING. DAVID ARNOLDO CHÁVEZ SARAVIA

**TRIBUNAL CALIFICADOR**

ING. JOSÉ LUIS CASTRO CORDERO

**TRIBUNAL CALIFICADOR**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.**

PROYECTO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OPCIÓN AL GRADO DE:  
**INGENIERO CIVIL**

TEMA:  
**DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN A LOS**  
**PROBLEMAS SANITARIOS EN EL MUNICIPIO DE SESORI,**  
**DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL**

PRESENTADO POR:  
**BR. CAMPOS LOVO, NELSON JOSAE**  
**BR. HERNANDEZ SALMERON, KATHERINE DENISSE**  
**BR. MARAVILLA SEGOVIA, OSCAR EDUARDO**  
**BR. TOBAR RIVAS, DANIEL ANTONIO**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
**INGENIERO CIVIL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:  
**ING. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ RIVERA**  
DOCENTE DIRECTOR

**CIUDAD UNIVERSITARIA DE ORIENTE**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:**

---

ING. MILAGRO DE MARÍA ROMERO DE GARCÍA  
**COORDINADORA DE PROCESOS DE GRADUACIÓN DEL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

---

ING. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ

**DOCENTE DIRECTOR**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, a Dios por brindarnos vida, salud y sabiduría en el transcurso de nuestros estudios en la carrera de ingeniería civil.

A nuestras familias por todo el apoyo que nos han brindado para que alcancemos nuestros sueños de ser profesionales exitosos.

A la UES Facultad Multidisciplinaria Oriental, Departamento de Ingeniería y Arquitectura, a todos los catedráticos que influyeron significativamente en la adquisición de nuestro conocimiento.

A nuestro asesor, Ing. Luis Clayton Martínez y miembros del tribunal calificador Ing. David Arnoldo Chávez Saravia e Ing. José Luis Castro Cordero por la orientación que nos brindaron y por sus observaciones realizadas en el transcurso del desarrollo del trabajo en pro de su mejoramiento.

Al alcalde del municipio de Sessori, Sr. René Alexander Portillo, por habernos proporcionado toda la ayuda y apoyo necesario, también agradecidos con todo el equipo de trabajo de la comuna en especial a la Arq. Sandra Ruiz (jefe de la Unidad Medioambiental) quien estuvo dispuesta a colaborarnos a lo largo de este proceso; sin los cuales el presente trabajo de graduación no se hubiera podido llevar a cabo.

Jefe de la Unidad de Saneamiento Ambiental (Unidad de Salud Sessori), Sr. Dolores Gerardo Aguilar quien no dudó ni un momento en brindarnos todo su apoyo profesional

y humanitario desde el inicio de este trabajo y que estuvo siempre dispuesto a atender nuestras peticiones.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) Región Oriental, por haber contribuido en gran manera a la realización de esta investigación, proporcionando datos y ayuda indispensable para lograr el resultado esperado.

A Lic. Aracely por orientarnos en la redacción del documento.

A la coordinadora de procesos de graduación ing. Milagro García por guiarnos en los procesos académicos.

***GRACIAS***

Br. Campos Lovo, Nelson Josael

Br. Hernández Salmerón, Katherine Denisse

Br. Maravilla Segovia, Oscar Eduardo

Br. Tobar Rivas, Daniel Antonio



## **DEDICATORIA.**

**DIOS**, la culminación de este trabajo es gracias a ti, por brindarme salud, sabiduría, entendimiento y por cuidarme día a día; gracias por lo bueno y por lo malo que en mi vida has permitido que suceda, por darme la fortaleza y valor para enfrentarme a los retos que se presentaron en mis años de estudio, reconociendo que todo tiene su propósito en la vida.

### **A MIS PADRES:**

#### **JOSE POMPILIO CAMPOS (Q.D.D.G) Y MARIA DIGNA LOVO.**

Por su sacrificio que con mucho amor sufrieron para volverme profesional, esa oportunidad brindada y confianza depositada en mí; **papá**, tú eres mi inspiración y mi ejemplo; **mamá**, tú eres el modelo perfecto de mujer protectora, íntegra y llena de amor para todos tus hijos. Ustedes me enseñaron la humildad, la paciencia, la honestidad, el respeto y el orgullo a ser una persona del campo, éste y los futuros éxitos se los dedico a ustedes. Gracias por apoyarme en las buenas y en las malas decisiones de mi vida. Me duele que no estés aquí papá.

### **A MIS HERMAN@S:**

#### **WILFREDO, JOSE LUIS, IRIS, CRISTABEL, TONY.**

Ese apoyo brindado tanto económico como moral, ha sido fundamental para llegar hasta aquí, ustedes son el orgullo de mis padres y son ejemplos de calidad de personas. Gracias por esos buenos momentos que compartimos en familia, esos recuerdos perduran para siempre y fortalecen nuestro anhelo de vivir.

**A MI PROMETIDA:**

**CLAUDIA CENTENO.**

Por haberse cruzado en mí camino y estar dispuesta a tomarnos de la mano y nunca soltarnos, eres quien le hace bien a mi vida, me proteges, me cuidas, me llevas en tus oraciones y eres mi complemento. Hacemos un buen equipo y que Dios bendiga nuestra relación.

**A MIS COMPAÑEROS DE TESIS:**

**DENNISSE, DANIEL Y OSCAR.**

Por ser buenos amigos y buen equipo, por entenderme y apoyarme durante este tiempo que hemos trabajado juntos; son personas excelentes cada uno con habilidades distintas, pero con el mismo objetivo “ser mejor cada día” Les deseo muchos éxitos y bendiciones en sus vidas.

**A MIS TIAS:**

**OLIVIA Y MATILDE CAMPOS.**

Por sus oraciones y desear lo mejor para mí, gracias porque su apoyo y confianza hicieron posible la culminación de esta etapa en mi vida. Gracias por cuidarnos a todos, y ser un ejemplo de fé para toda la familia.

A todas las personas que se han cruzado en mi vida, gracias por sus buenos y malos deseos.

**Br. Nelson Josael Campos Lovo**

## **DEDICATORIA.**

### **A Dios.**

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

### **A mis abuelos.**

Por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas.

### **A mis tías.**

Por sus bromas y palabras de aliento durante el transcurso de mis estudios.

### **A mi madre.**

Por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio, por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guían durante mi vida.

A todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

**Br. Katherine Denisse Hernández Salmerón**

## **DEDICATORIA.**

A Jehová por su infinita misericordia permitiéndome llegar a esta etapa de mi vida, porque a pesar de los tropiezos siempre me tendió su mano para levantarme y me iluminó el camino a seguir.

A mis tres madres (Julia, Luisa y Josefina). A Julia por traerme a este mundo y darme su inmenso amor sin límites, enseñándome la humildad, el respeto y la amistad. Alcancé ese anhelado sueño...

A Luisa, por amarme como a un hijo, por cuidarme y protegerme cuando me enfermaba. Gracias por preocuparse por mi bienestar y apoyarme a pesar que el final del camino parecía alejarse por momentos... Mil Gracias por darme esos pequeños pero gigantes impulsos.

A Josefina, por sus consejos sabios, porque detrás de su carácter fuerte se esconde una persona amigable y sincera.

A Lupy y Maye, por quererme como un hermano, por compartir muchos momentos juntos (sobre todo en la niñez) los cuales son un tesoro invaluable.

A mis tíos Daniel, Juan, Ismael, Cristóbal, Rubenia, Arminda, Paz, Concepción, Ercilia, Chela, Tita, Mirian por su apoyo económico, moral y espiritual.

A mi profesor Oscar Guerrero por ser una influencia positiva en mi desarrollo académico. A mis padrinos Fidel y Concepción, Tito y Zoila por sus consejos.

A mis primos, compañeros, amigos y conocidos que me apoyaron para que siguiera adelante.

Gracias a todos.

**Br. Oscar Eduardo Maravilla Segovia**

## **DEDICATORIA.**

### **A mis abuelos**

Julio Rivas y Blanca Mélida Orellana, por haberme enseñado sobre la importancia del trabajo; por instruir y brindarme sus sabios consejos. Gracias mamita Blanca y papita Julio por todo lo que me han regalado.

### **A mis tíos**

Rigoberto, Ernesto, Fernando, Fredy, Miguel, Roxana, Rene, Ricardo, Silvia, Ana y Verónica por todo su apoyo, en especial a Sonia del Carmen y Mercedes Ramos por permitirme ser parte de su familia.

### **A mis primos**

José, Sonia Guadalupe, Alexander, Daniel, Carolina, Cristofer, Iliana, Camila Alexandra ...gracias por los buenos momentos que me han regalado.

### **A mis hermanas**

Kenia Liseth, Silvia Carolina y Ana Gabriela les agradezco por todo el apoyo y amor que me han brindado.

### **A mis sobrinos**

Eliazar Emmanuel, Kenia Melisa, Anderson ... los quiero mucho.

Finalmente le doy gracias a mi madre Ana Nelly; de no ser por ti nunca hubiese vivido esta experiencia, todo tu trabajo y sacrificio al final tendrá su recompensa. Mil gracias mamá por haber tomado la decisión de no abandonarme y permanecer a mi lado en todo momento sin importar las adversidades.

Este pequeño logro es de todos ustedes.

A todos mis amigos y compañeros de tesis Katherine Denisse Hernández Salmerón,  
Nelson Josael Campos Lovo y Oscar Eduardo Maravilla.

“Con esfuerzo y trabajo en equipo se logran grandes resultados”.

**Br. Daniel Antonio Tobar Rivas**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación está enmarcado en diagnosticar la situación actual de tres puntos claves del saneamiento básico como es la escasez de agua potable, el manejo de las aguas residuales y excretas, y el manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Sesori municipio de San Miguel.

En los barrios de la ciudad se presenta desde el año 2017 una reducción en la dotación del agua potable, lo cual le genera a la población muchas dificultades para desarrollar con total normalidad sus actividades domésticas; debido a esto los habitantes optan por obtener el vital líquido de diferentes fuentes (agua de río, pozo, lluvia y envasada) las cuales en su mayoría no poseen un nivel adecuado para consumo.

En vista de ello con el apoyo de ANDA se realizaron pruebas a la calidad de agua proveniente de pozos artesanales, una por cada barrio y una en la colonia Libertad para determinar si los habitantes están consumiendo agua contaminada por sustancias nocivas.

En lo referente al manejo de las aguas residuales, la mayoría de la población realiza un inadecuado manejo debido a que en la ciudad de Sesori no se cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario.

Las aguas provenientes de uso doméstico son descargadas directamente a las calles, generando un ambiente idóneo para la proliferación de vectores, produciendo malos olores y mal aspecto visual. En época invernal la problemática aumenta ya que, al no contar con un sistema de evacuación adecuado, el deterioro de las calles se acelera.

En cuanto a la evacuación de excretas, los habitantes poseen básicamente uno o dos de los cuatro tipos de letrina que se utilizan en nuestro medio, es decir, letrina de hoyo seco, letrina abonera seca familiar, servicio lavable con descarga a fosa séptica, servicio

lavable con descarga a alcantarillado sanitario; aunque existe un 0.5% de la población que defeca a cielo abierto.

Para el manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Sesori, la alcaldía municipal presta el servicio de recolección de basura en todo el sector por medio de dos cuadrillas. El sistema de recolección tiene una cobertura casi completa en la ciudad de Sesori, excepto en ciertas viviendas que se encuentran ubicadas fuera de la ruta de recolección programada.

Para la eliminación y disposición de los residuos sólidos se hace uso del relleno sanitario administrado por la Sociedad Intermunicipal Usuluteca (SOCINUS), ubicado en el cantón El Obrajuelo, municipio de Usulután, en el cual son depositados regularmente dos veces por semana donde se le da el tratamiento sanitario debido.

Se analizó una muestra representativa de residuos sólidos recolectados por el tren de aseo en cada uno de los dos días correspondientes a la recolección durante una semana. La cantidad de residuos sólidos generados en promedio en los últimos 7 meses en la ciudad de Sesori es de 42 toneladas mensuales.

En los resultados obtenidos mediante el censo se logró constatar que el 46.02% de la población utiliza 3 o más formas de abastecerse de agua potable. El 61.94% opinó que el agua que recibe de la red no les alcanza para realizar todas las actividades domésticas, y que el 50.75% recibe el agua de la red 1 a 2 días por semana.

En cuanto a los resultados obtenidos de la extracción de muestras de agua por parte de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) se pudo determinar que los parámetros bacteriológicos están fuera de los límites permisibles y los



parámetros físicos químicos están en un nivel permitido y aceptable. Por lo que se recomienda efectuar una cloración al agua.

Además, el 51.99% de las viviendas deposita las aguas grises a las calles; el 48.76% de la población utiliza servicio lavable con descarga a fosa séptica; el 94.28% de las viviendas generan basura orgánica e inorgánica, y que el 69.90% de la población dice que el servicio de recolección de residuos sólidos es bueno.

La finalidad de este proyecto es evaluar las condiciones actuales del saneamiento básico en estos tres aspectos, para los cuales se presentan propuestas de solución para estos problemas sanitarios, su proceso constructivo y presupuesto. También se incluye una cartilla de uso y mantenimiento para cada propuesta.

Dentro de las propuestas de solución para el agua potable están: implementar un plan que contenga medidas enfocadas a la recarga acuífera del pozo situado en la planta de bombeo Queserita y el tratamiento intra domiciliario del agua mediante un filtro de arena para mejorar la calidad de esta.

Las propuestas para el manejo de las aguas residuales son: un sistema de biojardinera para el tratamiento de las aguas grises en la colonia Libertad y un sistema de trampa para grasa con pozo de absorción en los barrios de la ciudad de Sesori. Para el manejo de excretas se propone una letrina abonera seca familiar con el objetivo de reducir el gasto de agua y dar aprovechamiento a las excretas con fines agrícolas.

En cuanto al manejo de residuos sólidos se describe un programa donde se establecen tres proyectos: primeramente, a la aplicación de una educación ambiental basada en el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos, el segundo está orientado a la instalación de un centro de acopio de residuos sólidos en la ciudad de Sesori y el tercero

consistirá en fomentar la formación de una organización comunitaria que ejerzan la actividad de rescate y aprovechamiento de residuos sólidos.

Con estas propuestas se pretende que las entidades correspondientes de la ciudad de Sesori tengan alternativas reales para dar solución a los problemas sanitarios, de esta manera se estaría contribuyendo al mejoramiento de las condiciones de saneamiento básico y el bienestar de la población.

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN.....   | i  |
| Capítulo I. Planteamiento del problema .....  | 1  |
| 1.1 Situación problemática .....  | 1  |
| 1.2 Objetivos.....  | 10 |
| 1.2.1 Objetivo general .....  | 10 |
| 1.2.2 Objetivos específicos.....  | 10 |
| 1.3 Enunciado del problema .....  | 11 |
| 1.4 Justificación del estudio .....   | 12 |
| 1.5 Delimitación del problema de investigación (geográfica, temporal y teórica).<br>..... | 14 |
| 1.5.1 Delimitación geográfica .....   | 14 |
| 1.5.2 Delimitación temporal.....  | 14 |
| 1.5.3 Delimitación teórica .....  | 14 |
| 1.6 Alcances y limitaciones.....  | 15 |
| 1.6.1 Alcances .....  | 15 |
| 1.6.2 Limitaciones .....  | 16 |
| Capítulo II. Marco de referencia .....  | 17 |
| 2.1 Marco histórico.....  | 17 |
| 2.1.1 Antecedentes del municipio de Sesori.....   | 17 |
| 2.1.2 Antecedentes del problema de investigación .....                                    | 33 |
| 2.2 Marco teórico.....  | 41 |

|  |     |
|--|-----|
| 2.2.1 Saneamiento ambiental.....   | 41  |
| 2.2.2 Abastecimiento de agua para consumo humano .....                         | 42  |
| 2.2.3 Manejo de aguas residuales y excretas .....                              | 52  |
| 2.2.4 Manejo de Residuos Sólidos .....   | 72  |
| 2.3 Marco legal.....   | 121 |
| 2.3.1 Marco legal aplicable al suministro y calidad de agua.....               | 121 |
| 2.3.2 Marco legal aplicable a las aguas residuales domésticas y excretas. .... | 122 |
| 2.3.3 Marco legal aplicable a residuos sólidos en El Salvador .....            | 130 |
| Capítulo III. Metodología de la investigación.....                             | 134 |
| 3.1 Enfoque de la investigación.....   | 135 |
| 3.2 Alcance de la investigación .....  | 136 |
| 3.3 Diseño de la investigación.....  | 137 |
| 3.4 Población y/o muestra .....  | 139 |
| 3.4.1 Población .....  | 139 |
| 3.4.2 Muestra .....  | 140 |
| 3.5 Procedimiento de la investigación.....                                     | 141 |
| 3.6 Operacionalización de variables.....                                       | 142 |
| 3.7 Técnicas e instrumento de recolección de información .....                 | 149 |
| 3.7.1 Técnicas de recolección de información .....                             | 149 |
| 3.7.2 Instrumento de recolección de información .....                          | 156 |
| 3.8 Validez y confiabilidad.....   | 158 |
| 3.8.1 Validez.....   | 158 |
| 3.8.2 Confiabilidad .....  | 159 |

|  |     |
|--|-----|
| 3.8.3 Pasos para recopilar datos de Campo .....  | 161 |
| Capítulo IV. Análisis de resultados.....   | 168 |
| Capítulo V. Diagnóstico de la situación actual .....   | 213 |
| 5.1 Agua para consumo .....  | 213 |
| 5.1.1 Acceso al agua en barrios de la ciudad de Sesori .....                                       | 213 |
| 5.1.2 Calidad de agua de pozos artesanales en barrios de la ciudad de Sesori (Ver Imagen 20) ..... | 241 |
| 5.1.3 Acceso al agua potable (colonia Libertad) .....  | 244 |
| 5.1.4 Calidad de agua de pozo artesanal en la colonia Libertad.....                                | 253 |
| 5.2 Aguas residuales domésticas.....   | 254 |
| 5.2.1 Disposición de aguas grises.....   | 254 |
| 5.2.2 Infraestructura de tragantes y puntos de vertimientos.....                                   | 256 |
| 5.2.3 Contaminación.....   | 264 |
| 5.2.4 Esfuerzos de las instituciones.....  | 266 |
| 5.3 Excretas.....  | 267 |
| 5.3.1 Tipo de letrina.....   | 267 |
| 5.3.2 Material absorbente.....   | 270 |
| 5.3.3 Condiciones del Suelo.....   | 271 |
| 5.3.4 Esfuerzos de las instituciones.....  | 271 |
| 5.4 Residuos sólidos .....   | 272 |
| 5.4.1 Sistema de recolección de residuos sólidos en los barrios la ciudad de Sesori.....           | 278 |
| 5.4.2 Sistema de recolección de residuos sólidos en la colonia Libertad.....                       | 281 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.4.3 Caracterización física cualitativa y cuantitativa ..... | 292 |
| Capítulo VI. Propuestas de solución .....                     | 301 |
| 6.1 Agua potable.....   | 301 |
| 6.1.1 Filtro lento de arena:.....                             | 302 |
| 6.1.2 Desinfección solar del agua (SODIS): .....              | 306 |
| 6.1.3 Ebullición: .....                                       | 306 |
| 6.1.4 Cloración: .....  | 306 |
| 6.1.5 Reforestación en zonas aledañas a la fuente: .....      | 307 |
| 6.2 Aguas residuales.....                                     | 308 |
| 6.2.1 Descripción de la Propuesta No 1. ....                  | 309 |
| 6.2.2 Descripción de la propuesta No. 2.....                  | 317 |
| 6.3 Excretas .....  | 323 |
| 6.3.1 Descripción de la propuesta.....                        | 323 |
| 6.4 Residuos sólidos .....                                    | 325 |
| 6.4.1 Descripción de la propuesta.....                        | 325 |
| 6.4.2 Justificación.....                                      | 327 |
| 6.4.3 Programa.....   | 328 |
| 6.4.4 Diseño de rutas de recolección .....                    | 363 |
| Capítulo VII. Conclusiones y recomendaciones .....            | 367 |
| 7.1 Conclusiones.....   | 367 |
| 7.2 Recomendaciones .....                                     | 372 |
| Capítulo VIII. Bibliografía. ....                             | 375 |
| Capítulo IX. ANEXOS.....                                      | 378 |

|   |     |
|---|-----|
| 9.1 Anexo 1. Entrevistas estructuradas.....   | 378 |
| 9.2 Anexo 2. Imágenes. ....   | 413 |
| 9.3 Anexo 3. Resultados de prueba de calidad de agua a pozos artesanales.....   | 415 |
| 9.4 Anexo 4. Normas y leyes.....  | 425 |
| 9.5 Anexo 5. Tablas.....  | 442 |
| 9.6 Anexo 6. Red de distribución de la ciudad de Sesori y ubicación de pozos artesanales analizados. ....   | 449 |
| 9.7 Anexo 7. Tragantes de aguas residuales y sus puntos de vertimientos en la ciudad de Sesori. ....  | 450 |
| 9.8 Anexo 8. Ruta actual de recolección de residuos sólidos.....  | 451 |
| 9.9 Anexo 9: Propuesta de solución para el agua potable en ciudad de Sesori (Filtro lento de arena).....  | 452 |
| 9.9.1 Proceso constructivo.....   | 453 |
| 9.9.2 Presupuesto.....  | 455 |
| 9.10 Anexo 10. Propuesta de solución de aguas residuales en la colonia Libertad. Biojardineras para el tratamiento de las aguas grises.....   | 456 |
| 9.10.1 Proceso constructivo del sistema la biojardinera.....  | 457 |
| 9.10.2 Presupuesto.....   | 462 |
| 9.11 Anexo 11. Propuesta de solución de aguas residuales en los barrios de la ciudad de Sesori. Trampa para grasa con pozo de absorción para el tratamiento de las aguas grises. .... | 475 |
| 9.11.1 Proceso constructivo.....  | 476 |
| 9.11.2 Presupuesto.....   | 478 |

|  |     |
|--|-----|
| 9.12 Anexo 12. Propuesta de solución para el manejo de excretas.....   | 486 |
| 9.12.1 Presupuesto.....  | 487 |
| 9.13 Anexo 13. Propuesta de solución para el manejo de los residuos sólidos.<br>Contenedor con separación. ....          | 500 |
| 9.13.1 Presupuesto.....  | 501 |
| 9.14 Anexo 14. Propuesta de solución para el manejo de residuos sólidos. Ruta de<br>recolección de residuos sólidos..... | 519 |
| 9.14.1 Cartilla de uso y seguridad. ....   | 520 |

### **Índice de figuras**

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1. Macro ubicación: Departamento de San Miguel de la Republica de El<br>Salvador. .... | 18  |
| Figura 2. Micro ubicación: Municipio de Sesori.....   | 19  |
| Figura 3. Compostaje.....   | 118 |
| Figura 4. Recuperación Formal e Informal .....  | 119 |

### **Índice de imágenes**

|  |     |
|--|-----|
| Imagen 1. Aguas grises evacuadas hacia las calles. ....                              | 4   |
| Imagen 2. Agua residual doméstica y residuos sólidos estancados en las cunetas. .... | 5   |
| Imagen 3. . Punto de incineración de desechos sólidos.....                           | 7   |
| Imagen 4. Acumulación de basura en tragante.....                                     | 8   |
| Imagen 5. Pozo inhabilitado No 1. ....   | 214 |



|  |     |
|--|-----|
| Imagen 6. Estación de bombeo Queserita. ....   | 229 |
| Imagen 7. Estancamiento de aguas lluvias. ....   | 229 |
| Imagen 8. Equipo de bombeo. ....   | 230 |
| Imagen 9. Línea de Conducción (Impelencia) hacia tanque de almacenamiento. ...                 | 232 |
| Imagen 10. Tanque de almacenamiento para los barrios en la ciudad de Sesorí. ...               | 233 |
| Imagen 11. Tuberías de ingreso de agua. ....   | 234 |
| Imagen 12. Entrada hacia el interior del tanque. ....  | 235 |
| Imagen 13. Respiraderos. ....  | 235 |
| Imagen 14. Ingreso de agua al tanque de almacenamiento. ....                                   | 236 |
| Imagen 15. Vista interna del tanque de almacenamiento. ....                                    | 237 |
| Imagen 16. Válvulas de limpieza y de cierre. ....  | 238 |
| Imagen 17. Equipo de cloración (electromecánico). ....   | 239 |
| Imagen 18. Equipo de prueba de cloro libre. ....   | 240 |
| Imagen 19. Apuntes de lectura del reactivo DPD. ....   | 240 |
| Imagen 20. Toma de muestras al agua de pozos artesanales. ....                                 | 243 |
| Imagen 21. Conjunto de pilas que conforman la captación superficial en cantón Santa Rosa. .... | 246 |
| Imagen 22. Obras de protección y reforestación, en zona de captación de agua. ...              | 247 |
| Imagen 23. Captación de fuente superficial, cantón Santa Rosa. ....                            | 248 |
| Imagen 24. Interior de las pilas. ....   | 248 |
| Imagen 25. Nacimiento de agua principal. ....  | 249 |
| Imagen 26. Portón de acceso a la captación. ....   | 249 |
| Imagen 27. Instalaciones del pozo perforado. ....  | 250 |

|  |     |
|--|-----|
| Imagen 28. Tanque de almacenamiento de la colonia Libertad. ....                                   | 252 |
| Imagen 29. Tragante 1 .....  | 256 |
| Imagen 30. Punto de vertimiento 1.....   | 257 |
| Imagen 31. Punto de vertimiento 2.....   | 257 |
| Imagen 32. Tragante 2 en malas condiciones.....  | 258 |
| Imagen 33. Tragante 3 sin rejilla.....   | 258 |
| Imagen 34. Salida de las aguas grises de tragante.....   | 259 |
| Imagen 35. Punto de vertimiento de aguas grises .....  | 259 |
| Imagen 36. Tragante 4 sin rejillas con basura acumulada.....                                       | 260 |
| Imagen 37. Tragante 5 sin rejilla.....   | 261 |
| Imagen 38. Tubería de PVC con salida hacia quebrada.....   | 261 |
| Imagen 39. Punto de vertimiento 4. Desagüe de aguas grises de tubería de PVC ..                    | 262 |
| Imagen 40. Tragantes en el barrio El Calvario.....   | 262 |
| Imagen 41. Tragante de aguas grises y lluvias en colonia Libertad. ....                            | 263 |
| Imagen 42. Tubería de concreto con salida a terreno. ....  | 263 |
| Imagen 43. Letrina Abonera.....  | 269 |
| Imagen 44. Aparato sanitario de letrina abonera.....   | 269 |
| Imagen 45. Barrido de calles en los barrios de la ciudad de Sesorí. ....                           | 272 |
| Imagen 46. Recolección de basura en el parque municipal en los barrios de la ciudad de Sesorí..... | 273 |
| Imagen 47. Herramientas utilizadas en el trajo de recolección de basura.....                       | 274 |
| Imagen 48. Almacenamiento temporal de los residuos sólidos en el contenedor. ...                   | 274 |

|  |     |
|--|-----|
| Imagen 49. Recolección de basura por la cuadrilla del tren de aseo en los barrios de la ciudad de Sesori. .... | 276 |
| Imagen 50. Desalojo de basura del contenedor ubicado en el mercado municipal de la ciudad de Sesori. ....      | 276 |
| Imagen 51. Operario dentro del contenedor en el tren de aseo recibiendo los residuos sólidos. ....             | 277 |
| Imagen 52. Desalojo de basura contenida temporalmente en recipientes. ....                                     | 277 |
| Imagen 53. Personal de limpieza laborando sin implementos de protección. ....                                  | 290 |
| Imagen 54. Personal de limpieza y recolección sin uniforme de identificación institucional. ....               | 291 |
| Imagen 55. Descarga de los residuos sólidos. ....  | 293 |
| Imagen 56. Cuarteo manual. ....  | 294 |
| Imagen 57. Depositando en bolsas plásticas los residuos descartados del cuarteo. ....                          | 294 |
| Imagen 58. Total de residuos descartado del cuarteo. ....  | 295 |
| Imagen 59. Clasificación manual de materiales. ....  | 296 |
| Imagen 60. Pesado de los materiales clasificados. ....   | 297 |
| Imagen 61. Filtro lento de arena. ....   | 302 |
| Imagen 62. Inicio de levantamiento topográfico. ....   | 413 |
| Imagen 63. . Muestreo de pozo artesanal. ....  | 413 |
| Imagen 64. Entrevista con el Inspector de Saneamiento Ambiental. ....  | 414 |

## Índice de tablas

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1. VI Censo de Población y V de Vivienda, El Salvador, 2007. ....   | 20  |
| Tabla 2. Resultados de los parámetros de calidad de agua para calcular el ICA. ....                                 | 27  |
| Tabla 3. Informe de Calidad de Agua de los ríos de El Salvador. ....  | 29  |
| Tabla 4. Resultados de los parámetros de calidad de agua para calcular el Índice de<br>Calidad del Agua (ICA). .... | 30  |
| Tabla 5. Valoración de calidad de agua y aptitudes de uso. ....   | 32  |
| Tabla 6. Código de colores. ....  | 84  |
| Tabla 7. Índices de producción de residuos sólidos e ingresos ....  | 89  |
| Tabla 8. Enfermedades relacionadas con residuos sólidos urbanos transmitidos por<br>vectores ....                   | 93  |
| Tabla 9. Resultados: Forma de abastecimiento de agua en la ciudad de Sesori. ....                                   | 169 |
| Tabla 10. Resultados: Tres o más formas de abastecimiento de las viviendas en la<br>ciudad de Sesori ....           | 171 |
| Tabla 11. Resultados: Utilización del agua potable. ....  | 173 |
| Tabla 12. Resultados: Utilización del agua de pozo. ....  | 174 |
| Tabla 13. Resultados: Utilización del agua de río. ....   | 175 |
| Tabla 14. Resultados: Utilización del agua lluvia. ....   | 176 |
| Tabla 15. Resultados: Utilización del agua envasada. ....   | 177 |
| Tabla 16. Resultados: Almacenamiento temporal del agua. ....  | 178 |
| Tabla 17. Resultados: Tipo de tratamiento del agua potable. ....  | 179 |
| Tabla 18. Resultados: Tipo de tratamiento para agua de pozo. ....   | 181 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 19. Resultados: Tipo de tratamiento para el agua de río. ....         | 182 |
| Tabla 20. Resultados: Tipo de tratamiento para el agua lluvia. ....         | 183 |
| Tabla 21. Resultados: Tipo de tratamiento del agua envasada.....            | 184 |
| Tabla 22. Resultados: Características que observan en el agua potable.....  | 185 |
| Tabla 23. Resultados: Características que observan en el agua de pozo.....  | 186 |
| Tabla 24. Resultados: Características que observan en el agua de río. ....  | 187 |
| Tabla 25. Resultados: Características que observan en el agua lluvia. ....  | 188 |
| Tabla 26. Resultados: Características que observan en el agua envasada..... | 189 |
| Tabla 27. Resultados: Malestar por beber agua.....                          | 190 |
| Tabla 28. Resultados: Cantidad suficiente. ....                             | 191 |
| Tabla 29. Resultados: Cantidad de días que reciben agua potable.....        | 192 |
| Tabla 30. Resultados: Horas de suministro de agua potable.....              | 194 |
| Tabla 31. Resultados: Disposición de aguas grises.....                      | 196 |
| Tabla 32. Resultados: Conocimiento sobre la contaminación.....              | 198 |
| Tabla 33. Resultados: Tipo de letrina.....                                  | 200 |
| Tabla 34. Resultados: Utilización de material absorbente. ....              | 202 |
| Tabla 35. Resultados: Tipo de basura.....                                   | 203 |
| Tabla 36. Resultados: Disposición de la basura orgánica. ....               | 204 |
| Tabla 37. Resultados: Disposición de la basura inorgánica. ....             | 206 |
| Tabla 38. Resultados: Servicio del camión recolector. ....                  | 208 |
| Tabla 39. Resultados: Observación de animales en la vivienda.....           | 209 |
| Tabla 40. Resultados: Padecimiento de enfermedades.....                     | 211 |
| Tabla 41. Diagnóstico: Abastecimiento de agua en barrio La Carlota.....     | 215 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 42. Diagnóstico: Desglose de 3 o más formas de abastecerse en barrio La Carlota. ....  | 216 |
| Tabla 43. Diagnóstico: Abastecimiento de agua en barrio San Juan. ....                       | 217 |
| Tabla 44. Diagnóstico: Desglose de 3 o más formas de abastecerse en barrio San Juan. ....    | 218 |
| Tabla 45. Diagnóstico: Abastecimiento de agua en barrio El Centro. ....                      | 219 |
| Tabla 46. Diagnóstico: Desglose de 3 o más formas de abastecerse en barrio El Centro. ....   | 220 |
| Tabla 47. Diagnóstico: Abastecimiento de agua en barrio El Calvario. ....                    | 221 |
| Tabla 48. Diagnóstico: Desglose de 3 o más formas de abastecerse en barrio El Calvario. .... | 222 |
| Tabla 49. Diagnóstico: Tratamiento del agua potable en barrios de la ciudad de Sesori. ....  | 223 |
| Tabla 50. Diagnóstico: Tratamiento del agua de pozo en barrios de la ciudad de Sesori. ....  | 224 |
| Tabla 51. Diagnóstico: Tratamiento del agua de río en barrios de la ciudad de Sesori. ....   | 225 |
| Tabla 52. Diagnóstico: Tratamiento del agua lluvia en barrios de la ciudad de Sesori. ....   | 226 |
| Tabla 53. Diagnóstico: Tratamiento del agua envasada en barrios de la ciudad de Sesori. .... | 227 |
| Tabla 54. Diagnóstico: Abastecimiento de agua en colonia Libertad. ....                      | 244 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 55. Diagnóstico: Disposición de las aguas grises en los barrios de la ciudad de Sesori.....           | 254 |
| Tabla 56. Diagnóstico: Disposición de las aguas grises en colonia Libertad.....                             | 255 |
| Tabla 57. Diagnóstico: Conocimiento sobre la contaminación en los barrios de la ciudad de Sesori. ....      | 264 |
| Tabla 58. Diagnóstico: Conocimiento sobre la contaminación en colonia Libertad. ....                        | 265 |
| Tabla 59. Diagnóstico: Tipo de letrina en barrios de la ciudad de Sesori.....                               | 267 |
| Tabla 60. Diagnóstico: Tipo de letrina en la colonia Libertad.....  | 268 |
| Tabla 61. Diagnóstico: Material absorbente utilizado en los barrios de la ciudad de Sesori.....             | 270 |
| Tabla 62. Diagnóstico: Material absorbente utilizado en la colonia Libertad.....                            | 271 |
| Tabla 63. Diagnóstico: Cobertura del servicio del tren de aseo en los barrios de la ciudad de Sesori. ....  | 278 |
| Tabla 64. Tabla de datos de ruta actual del tren de aseo. ....  | 280 |
| Tabla 65. Diagnóstico: Cobertura del servicio del tren de aseo en la colonia Libertad. ....                 | 281 |
| Tabla 66. Diagnóstico: Valoración del servicio del tren de aseo en los barrios de la ciudad de Sesori. .... | 282 |
| Tabla 67. Diagnóstico: Valoración del servicio del tren de aseo en la colonia Libertad. ....                | 283 |
| Tabla 68. Diagnóstico: Tipo de basura generada en los barrios de la ciudad de Sesori. ....                  | 284 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 69. Diagnóstico: Tipo de basura generada en la colonia Libertad. ....  | 285 |
| Tabla 70. Diagnóstico: Forma de disposición de residuos orgánicos en los barrios de la ciudad de Sesori. ....  | 286 |
| Tabla 71. Diagnóstico: Forma de disposición de residuos orgánicos en la colonia Libertad. ....   | 287 |
| Tabla 72. Diagnóstico: Forma de disposición de residuos inorgánicos en la ciudad de Sesori. ....   | 288 |
| Tabla 73. Diagnóstico: Forma de disposición de residuos inorgánicos en la colonia Libertad. ....   | 289 |
| Tabla 74. Diagnóstico: Composición de los residuos sólidos encontrados en la clasificación en la ciudad de Sesori. ....  | 298 |
| Tabla 75. Diagnóstico: Peso de desechos sólidos por día de muestro (kg). ....  | 299 |
| Tabla 76. Diagnóstico: Resultados de densidades de los residuos sólidos por día de muestreo. ....  | 300 |
| Tabla 77. Tipos de residuos para la separación en la fuente. ....  | 436 |
| Tabla 78. Matriz para juicio del profesional en cuanto al contenido. ....  | 442 |
| Tabla 79. Matriz de validación del instrumento de recolección de información. ...  | 443 |
| Tabla 80. Resultados de pruebas de infiltración realizadas en el proyecto de “mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Sesori”. .... | 448 |



## Índice de cuadros

|   |     |
|---|-----|
| Cuadro No 1. Métodos de desinfección del agua disponibles.....  | 49  |
| Cuadro No 2. Propiedades de los productos de cloración.....   | 51  |
| Cuadro No 3. Actividades generadoras de residuos sólidos.....   | 79  |
| Cuadro No 4. Componentes y descripción de la basura.....  | 81  |
| Cuadro No 5Cuadro No 5. Legislaciones aplicables en El Salvador para residuos sólidos.....                  | 132 |
| Cuadro No 6. Población.....   | 140 |
| Cuadro No 7. Operacionalización de variables.....   | 144 |
| Cuadro No 8. Diagnóstico: Equipo y herramientas utilizadas para la caracterización de residuos sólidos..... | 292 |
| Cuadro No 9. Diagnóstico: Tratamientos para purificación de agua para consumo.....                          | 301 |

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo denominado “Diagnóstico, evaluación y propuesta de solución a los problemas sanitarios en el municipio de Sesori, departamento de San Miguel” tiene como propósito describir la situación actual de los problemas sanitarios (escasez de agua potable, incorrecto manejo de aguas residuales y excretas, y el mal manejo de los residuos sólidos).

En cuanto al tipo de investigación, se realizó bajo el enfoque cuantitativo y es de campo porque se analizaron sistemáticamente los problemas directamente de la realidad social, recolectando información del mismo lugar donde suceden los hechos, para posteriormente describirlos, interpretarlos, explicar sus causas o predecir su ocurrencia.

El alcance es descriptivo y transeccional, es descriptivo porque se describen los hechos que se observaron y transeccional porque se recolectó la información en un corto período de tiempo. El diseño del estudio es no experimental, pues se observaron los fenómenos (problemas sanitarios) en su contexto natural, sin inferir en la manipulación de las variables. Mientras que las técnicas para recolectar información se utilizaron la entrevista estructurada, la entrevista no estructurada y el censo. Para la tabulación de datos se utilizó Microsoft Office Excel.

Lo que motivó a realizar esta investigación en la ciudad de Sesori fue la baja frecuencia y la cantidad de agua potable que reciben los habitantes, la evacuación de aguas residuales (aguas grises) a las calles y la existencia de promontorios de basura en los alrededores de la ciudad.

El trabajo está constituido por nueve capítulos, los cuales se describen a continuación:

En el Capítulo I se describe la situación problemática en el ámbito sanitario de la ciudad de Sesori, se establecen los objetivos, se plantean los alcances y las limitaciones, enunciado del problema y se justifica la investigación.

En el Capítulo II se da a conocer los antecedentes del problema y del municipio de Sesori. También se da a conocer la teoría relacionada a estos problemas sanitarios y las diferentes leyes y normativas vigentes.

En el Capítulo III se describe el tipo y enfoque de la investigación, el alcance y diseño del estudio, así como las diferentes técnicas, métodos utilizados para obtener la información necesaria. Además, se relata el procedimiento detallado de los pasos que se realizaron para recolectar los datos pertinentes de la investigación.

En el Capítulo IV se presentan los resultados obtenidos del censo mediante tablas, gráficos circulares y el respectivo análisis de la opinión de las personas, así como de las instituciones relacionadas a la problemática.

En el Capítulo V se detalla cual es la situación real de los problemas sanitarios, donde se presenta individualmente cada problema y el impacto que genera al entorno.

En el Capítulo VI se presentan alternativas encaminadas a contrarrestar los problemas sanitarios, donde se espera el trabajo en conjunto de las diferentes instituciones para que se pueda dar una solución a estos problemas.

En el Capítulo VII se listan las diferentes conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron de la investigación.

El Capítulo VIII se muestra las diversas fuentes consultadas tales como libros, tesis, leyes, normativas, páginas web, etc.

En el Capítulo IX se presenta los anexos, los cuales poseen los diferentes formatos de las entrevistas, los resultados de los exámenes completos (físico, químico y microbiológico) al agua de los pozos artesanales previamente seleccionados, tablas, planos y presupuestos de las propuestas de solución.

## Capítulo I. Planteamiento del problema

### 1.1 Situación problemática

La contaminación desmedida de cuerpos de agua por aguas residuales domésticas sin ningún tipo de tratamiento previo, la escasez de agua para consumo humano y la presencia de todo tipo de desecho sólido en los espacios públicos, ha creado en El Salvador problemas serios de saneamiento, graves consecuencias en la salud de las personas y los ecosistemas.

Todas estas malas prácticas han generado un deterioro en el medio ambiente, si a esto se le suma los niveles bajos de acceso a los servicios de saneamiento básico la problemática es aún mayor.

Sesori es un municipio del departamento de San Miguel que no se encuentra exento de sufrir problemas, y sobre todo de origen sanitarios. Durante las visitas de campo realizadas en dicho municipio, se pudieron observar los siguientes problemas: Escasez del agua potable, incorrecto manejo de aguas residuales domésticas y excretas, y el mal manejo de los residuos sólidos. Todos estos problemas están afectando de manera directa e indirecta a toda la población en general. Para llevar a cabo esta investigación, estos problemas se abordaron en un solo conjunto, identificados posteriormente como problemas sanitarios.

La escasez de agua potable es uno de los problemas que se puede identificar en la actualidad en la ciudad de Sesori, como lo indican sus habitantes, quienes manifiestan recibir el vital líquido una vez por semana. Esta carencia en el suministro de agua “mencionan los Pobladores”, crea muchas dificultades para realizar sus actividades domésticas con total normalidad, las cuales requieren la utilización de grandes cantidades

de agua. Ellos (pobladores), se quejan del pésimo servicio que está brindando la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), en la ciudad de Sesori.

Mientras tanto, los operadores locales de ANDA, mencionan que a partir del año 2012 se ejecutó el proyecto denominado “Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Sesori”; el proyecto requirió la utilización de un pozo existente, ubicado en el Caserío Queseritas, Cantón Minitas, el cual fue equipado con un sistema de bombeo que incluía un motor sumergible; éste se utilizaba para realizar la extracción y envío del agua hacia el tanque de almacenamiento ubicado en el barrio La Carlota. A este tanque de almacenamiento también se le proveía del agua captada en la fuente superficial del Cantón Guanaste ubicada en el municipio de Ciudad Barrios. A partir de entonces, la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) empezó a utilizar dos fuentes de agua para abastecer a los barrios de la ciudad de Sesori (La Carlota, San Juan, El Centro y El Calvario) proporcionando cantidad de agua potable suficiente a la población, hasta finales del año 2016.

Fue hasta inicio del año 2017 que el pozo existente dejó de funcionar, pues, durante un mantenimiento correctivo, accidentalmente el equipo de bombeo cayó al fondo del pozo junto con su cable; tratar de recuperarlo, resultó imposible. Debido a este suceso, las autoridades correspondientes, tomaron la decisión de perforar un nuevo pozo, para contar siempre con dos fuentes de captación de agua, siempre y cuando ésta cumpliera con la norma de calidad de agua potable salvadoreña vigente.

Al realizarse la perforación de este nuevo pozo, se determinó que la cantidad de agua producida era menor que la del primer pozo, sin embargo, se efectuaron los estudios de

calidad de agua correspondientes, para garantizar su potabilidad. La variación en el caudal provocó una reducción en la cantidad de agua suministrada a la población, por lo tanto, en la actualidad no se logra satisfacer con la cantidad de agua demandada por la población actual.

Si las autoridades correspondientes no crean un plan para dar solución al problema, los pobladores continuaran adquiriendo agua de otras fuentes, en las cuales no existe un control de calidad. Esto provocará que la población esté constantemente expuesta a adquirir enfermedades de origen hídrico e incluso provocar pérdida de vidas humanas, como resultado de ingerir y utilizar agua contaminada en sus labores domésticas.

En cuanto al manejo de las aguas residuales domésticas, en la actualidad los habitantes de la ciudad de Sesori carecen de un sistema para realizar la evacuación, lo cual resulta en un problema serio al que se le debe prestar la adecuada atención, estas se depositan directamente hacia las calles, patios de viviendas y en terrenos, sin darle ningún tratamiento previo, en la mayoría de los casos.

Las aguas residuales domésticas que son depositadas en las calles viajan por gravedad a través de cunetas que se encuentran a ambos costados de la calle (Ver Imagen 1), al no ser desalojadas por medio de infraestructura adecuada estas encuentran puntos de estancamientos que están ubicados en diferentes sectores de la ciudad de Sesori (Ver Imagen 2); posteriormente, estas aguas son captadas por quebradas de invierno que sirven como medio de transporte, hasta que finalmente llegan a otro medio receptor, que en la mayoría de las ocasiones suelen ser ríos; en este caso no es la excepción, pues las aguas son captadas por el río Porcas o Pulido y el río Sesori.

*Imagen 1. Aguas grises evacuadas hacia las calles.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*



*Imagen 2. Agua residual doméstica y residuos sólidos estancados en las cunetas.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*

En cuanto al manejo y disposición de las excretas, “aún existen personas que defecan al aire libre”, comenta el presidente de la Asociación de Desarrollo Comunal Libertad y Progreso (ADESCOLP) de la colonia Libertad. Pero también menciona que este problema no se debe a la falta de equipo (plancha y tasa) para ser instalado, pues la alcaldía municipal en conjunto con una Organización No Gubernamental (ONG) lo proporcionan gratuitamente. Otros utilizan sistemas que sanitariamente pueden ser más sofisticados como es el caso de las fosas sépticas o letrinas (de hoyo seco y aboneras).

Estos son los sistemas más comunes que se utilizan en la ciudad de Sesori por ser de simple construcción y resultar más económicos (como lo expresa el Inspector de Saneamiento Ambiental de la Unidad de Salud), aunque muchos de los que existen se encuentran en pésimas condiciones. Este problema se debe al tipo de suelo que predomina en la zona (arcilla), pues luego de construir las instalaciones (letrinas), la arcilla provocaba fallas en la infraestructura, como consecuencia de los cambios de expansión volumétrica que experimenta en época de invierno, y de contracción en el verano. Esta situación provoca que las instalaciones se mantengan en malas condiciones.

Si estos problemas persisten y no se hace nada por parte de las autoridades en darle una pronta solución, las consecuencias que se producirían como resultado del manejo inadecuado de las aguas residuales domésticas y excretas, es la contaminación del medio ambiente, deterioro del paisaje, generación de vectores (moscas, zancudos, ratones, cucarachas.) y microorganismos, los cuales producen enfermedades que generan riesgos para la salud humana, perjudicando de esta manera el bienestar de la población.

En los últimos años, el crecimiento poblacional, el estilo de vida consumista cada vez más cambiante, la emigración de la población del área rural al área urbana y la falta de educación ambiental ha contribuido al aumento en la generación de residuos sólidos. Uno de los mayores problemas con que se enfrentan los habitantes del municipio de Sesori es precisamente el tema del manejo de los residuos sólidos, cuya producción se acrecienta día con día, sobre todo en los días en que se desarrollan actividades comerciales (días de plaza), cuando se realizan eventos sociales, y en las vacaciones que se otorgan en el transcurso del año. Todas estas actividades humanas desarrolladas, generan gran cantidad de residuos y una gama de variedades de los mismos.

El manejo de residuos sólidos en el municipio de Sesori no se está realizando correctamente, pues existen personas que queman la basura (Ver Imagen 3), otras optan por dejarla abandonada en las calles a merced de los perros y en predios baldíos. En época de invierno la situación empeora, debido a que la basura depositada en las calles es arrastrada por el agua lluvia hacia los puntos bajos, acumulándose en los tragantes (Ver Imagen 4).

*Imagen 3. . Punto de incineración de desechos sólidos*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*

*Imagen 4. Acumulación de basura en tragante.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*

Estas malas prácticas de las que hace uso la población no se deben a la inexistencia de un contenedor para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos, sino más bien, a la falta de concientización de los pobladores por parte de la municipalidad, para que estos puedan cumplir sus funciones de acuerdo a la normativa municipal vigente. Entonces esto indica que existe una responsabilidad compartida por parte de la población y la municipalidad; siendo que la primera debe disponer adecuadamente los residuos sólidos en los lugares indicados por la municipalidad y esta última es responsable del barrido de calles, recolección de residuos sólidos, transporte y de dar una adecuada disposición final.

Es importante resaltar que un mal manejo de los residuos sólidos, tiene grandes incidencias en la calidad de vida de la población, así como en el medio ambiente. Al no hacer un correcto manejo de residuos sólidos se generan consecuencias como: proliferación de vectores (cucarachas, moscas, ratas), contaminación ambiental y malos olores provocando esto diferentes enfermedades en la población.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo general

- ✓ Efectuar un diagnóstico y proponer alternativas de solución a los problemas sanitarios identificados en la ciudad de Sesori del departamento de San Miguel.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Describir la infraestructura de la red de abastecimiento de agua potable y mostrar las condiciones en que se encuentra.
- ✓ Efectuar un estudio completo al agua “con el apoyo de ANDA” de las principales fuentes de abastecimiento, para conocer los parámetros que indican el grado de calidad, de acuerdo con la normativa reguladora de calidad de agua potable salvadoreña vigente.
- ✓ Conocer la fuente de abastecimiento de agua para consumo en la ciudad de Sesori.
- ✓ Identificar el manejo de las aguas residuales domésticas y excretas que están realizando los pobladores de la ciudad de Sesori
- ✓ Presentar una alternativa para el manejo sanitario de las aguas residuales domésticas y excretas.
- ✓ Describir el manejo de los residuos sólidos que realizan los pobladores de la ciudad de Sesori
- ✓ Efectuar la caracterización física cuantitativa y cualitativa de los residuos sólidos, a fin de identificar el porcentaje de producción en la ciudad de Sesori, para luego formular un programa para su manejo, que contribuya a la disminución de contaminación y al desarrollo de la gestión ambiental del municipio.

### **1.3 Enunciado del problema**

¿En qué medida afectan los problemas sanitarios a la salud de los habitantes de la ciudad de Sesorí, del departamento de San Miguel?

#### 1.4 Justificación del estudio

De acuerdo con el informe de actualización y línea base de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), indica que “...el agua potable contaminada origina enfermedades...” Además, menciona que ningún niño debe morir o enfermarse como resultado de beber agua contaminada, ni tampoco debe estar expuesto a los excrementos de otras personas... nadie debe sufrir la indignidad de tener que defecar al aire libre.

Los estudios presentados por la Asamblea General de las Naciones Unidas en el año Internacional del Saneamiento (ONU AGUA. 2008) menciona que “... El saneamiento es vital para la salud, contribuye al desarrollo social, es una buena inversión económica para los gobiernos con políticas públicas, el saneamiento favorece al medio ambiente.”

Son aún más de 120 millones los latinoamericanos que carecen de acceso a sistemas mejorados de saneamiento. Menos del 15% de las aguas residuales son tratadas en el continente. La evidencia ha demostrado que donde no está disponible ninguna instalación sanitaria ni sistemas de disposición de residuos sólidos, las aguas residuales permanecen en el lugar que las personas habitan, y los grupos más pobres y vulnerables son los que más sufren.

Estudios recientes indican que esta situación puede revertirse ante la presencia de servicios de saneamiento, pues éstos tienen un impacto directo sobre la mejora de las condiciones de salud, preservación de los recursos naturales y el medio ambiente<sup>1</sup>. Todas estas investigaciones realizadas han demostrado que la población esta propensa a sufrir enfermedades de carácter infeccioso como debido a que no cuentan con estructuras

---

<sup>1</sup> Conferencia latinoamericana de saneamiento Latinosan 2017.



sanitarias para evacuar las aguas residuales y excretas, y cuando no existe un buen manejo de los residuos sólidos.

Es por ese motivo que realizar investigación es muy importante, pues, por medio de ella es como se puede dar cuenta de la situación en que se encuentra los pobladores de un determinado lugar; por lo tanto, se decidió realizar la investigación en el municipio de Sesorí, para conocer más profundamente sobre los problemas de origen sanitario con los que cuentan en el presente. Los problemas sanitarios que existen actualmente en el municipio de Sesorí son diversos, estos contribuyen a la generación y propagación de vectores transmisores de enfermedades que perjudican la calidad de vida de las personas.

Este estudio será de mucha ayuda a las instituciones involucradas, como lo son Unidad de Salud y la Alcaldía Municipal de Sesorí; se les presentará el diagnóstico de la situación problemática con sus respectivas propuestas de solución que ayudarán a implementar las medidas respectivas y posteriormente resolver los problemas sanitarios de una manera ingenieril ya sea a largo o mediano plazo.

También se espera beneficiar con esta investigación a la mayoría de los pobladores del municipio de Sesorí, los cuales podrán contar con un ambiente más limpio y sanitariamente salubre si se llevan a cabo la ejecución de las alternativas presentadas por parte de las autoridades responsables.

Se considera que la investigación fue viable pues se poseían los recursos necesarios para llevarla a cabo. Asimismo, se tuvo el apoyo de las instituciones involucradas en esta investigación las cuales muestran especial interés por dar solución a la problemática presente en el municipio de Sesorí, esto facilitó la obtención y recolección de datos de campo.

## **1.5 Delimitación del problema de investigación (geográfica, temporal y teórica).**

### **1.5.1 Delimitación geográfica**

La investigación se desarrolló en el municipio de Sesorí, departamento de San Miguel, El Salvador. Este municipio cuenta con una extensión territorial de 203.3 Km cuadrados, y se encuentra dividido en 11 cantones, 102 caseríos.

Al ser un territorio extenso, la investigación se limitó al área geográfica de la ciudad de Sesorí, la cual posee en su totalidad una extensión territorial aproximada de 1.22 km<sup>2</sup>; la ciudad está dividida en cuatro barrios, los cuales son: El Centro, La Carlota, San Juan, El Calvario y, la colonia Libertad por encontrarse aproximadamente a 300m de la ciudad de Sesorí, se tomó en cuenta por la cercanía e influencia que existe.

### **1.5.2 Delimitación temporal**

La investigación comprende en diagnosticar, evaluar y proponer soluciones a los problemas sanitarios en el municipio de Sesorí, la cual se realizó en el período comprendido de marzo-septiembre de 2018.

Los problemas sanitarios, como se ha mencionado, son múltiples, pero en esta ocasión se trató los problemas que requerían de una solución sanitariamente aceptada. Los problemas investigados son: Escasez del agua potable, manejo de aguas residuales domésticas y excretas, y el manejo de los residuos sólidos.

### **1.5.3 Delimitación teórica**

La delimitación teórica está determinada por el uso y manejo de los conceptos relacionados al saneamiento básico y la normativa de agua potable salvadoreña que regula la calidad de la misma.

## 1.6 Alcances y limitaciones

### 1.6.1 Alcances

- ✓ Conocer las coordenadas y elevaciones de los diferentes puntos geográficos mediante la realización del levantamiento topográfico.
- ✓ Solicitar información en cada vivienda sobre los servicios básicos que poseen.
- ✓ Obtener muestras para estudio de calidad de agua potable.
- ✓ Visitar los puntos de evacuación de aguas residuales en la ciudad de Sesori.
- ✓ Realizar el recorrido del camión recolector de residuos sólidos en la ciudad de Sesori.
- ✓ Realizar visitas periódicas al contenedor para inspeccionar la cantidad de residuos sólidos depositados por la población.
- ✓ Diseñar biojardinera para el tratamiento de aguas grises domiciliarias
- ✓ Proponer la letrina abonera como sistema de disposición de excretas en la ciudad de Sesori.
- ✓ Diseñar contenedor para el almacenamiento temporal de residuos sólidos
- ✓ Diseñar ruta de recolección de residuos sólidos en la colonia Libertad.
- ✓ Diseñar filtro lento de arena para el tratamiento del agua de consumo.
- ✓ Presentar presupuesto de materiales para cada una de las propuestas de solución.

### **1.6.2 Limitaciones**

- ✓ En el área de residuos sólidos, no se incluyeron los desechos bioinfecciosos, pues el Ministerio de Salud contrata una empresa privada para su recolección.
- ✓ En la investigación no se incluyeron los residuos tóxicos provenientes de las actividades agrícolas.
- ✓ Se excluyeron en el estudio escuelas e iglesias.
- ✓ No se tomaron en cuenta los residuos provenientes de los sitios donde se practica el destace de ganado bovino y porcino.
- ✓ En esta investigación las aguas residuales a estudiar solo son las de tipo ordinario.
- ✓ En el tema de manejo de excretas únicamente se evaluaron las producidas por la población humana.
- ✓ No se realizó la visita técnica que se tenía programada a la fuente superficial ubicada en el cantón Guanaste del municipio de Ciudad Barrios debido a la peligrosidad en la zona actualmente.

## Capítulo II. Marco de referencia

### 2.1 Marco histórico

#### 2.1.1 Antecedentes del municipio de Sesorí

##### 2.1.1.1 División política y antecedentes de la población

Sesorí, es un municipio del departamento de San Miguel que se encuentra localizado en la zona oriental de El Salvador. La cabecera de este municipio es la ciudad de Sesorí; está ubicada entre las coordenadas 13° 43' 0" de latitud norte y 88° 22' 0" de longitud oeste, y está situada entre 200 a 225.0 metros sobre el nivel del mar (msnm).

El municipio tiene una extensión superficial total de 203.3 km<sup>2</sup> lo que representa unos nueve puntos ocho por ciento (9.8%) del área total del departamento, encontrándose a una distancia de 33.2 kilómetros al noroeste de la ciudad de San Miguel. Limita al Norte con los municipios de Nuevo Edén de San Juan, San Gerardo, San Luis de La Reina y Ciudad Barrios; al Este por Ciudad Barrios y Chapeltique; al Sur por Lolotique, El Triunfo y Nueva Granada (los dos últimos del departamento de Usulután), y al Oeste por Nuevo Edén de San Juan. El territorio se divide en 11 Cantones y 102 caseríos, entre los cantones que componen el territorio se encuentran: Charlaca, El Espíritu Santo, El Tablón, Las Mesas, Manahuare, Mazatepeque, Minitas, Petacones, San Jacinto, San Sebastián y Santa Rosa con sus respectivos caseríos.

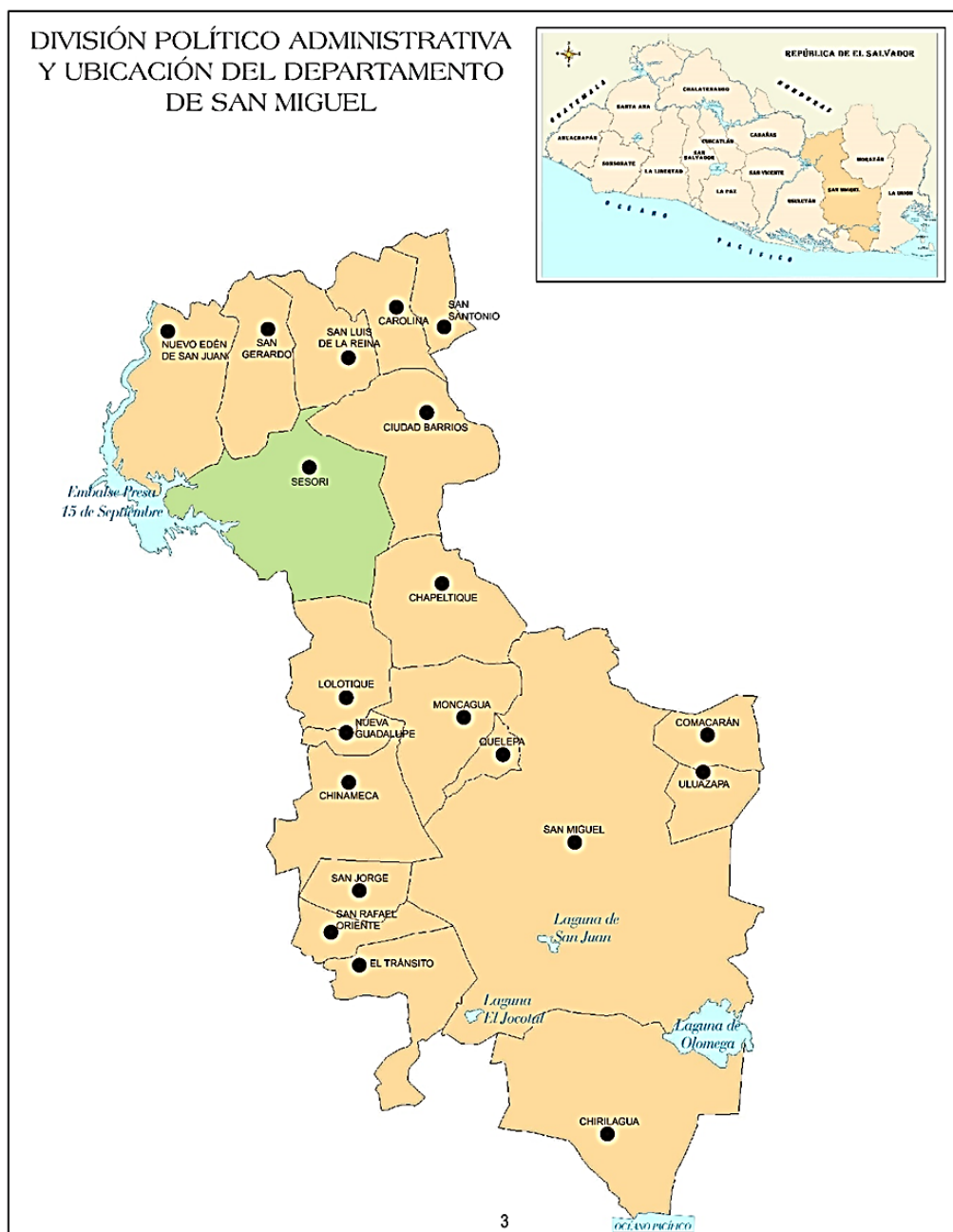
De acuerdo con el último censo realizado por la Dirección General de Estadísticas y Censo (DIGESTYC), la población total del Municipio de Sesorí era de 10705 habitantes<sup>2</sup>.  
(Ver

---

<sup>2</sup> DIGESTYC. VI Censo de población y V de vivienda, 2007

Tabla 1). Siendo la población urbana de 1048 habitantes y la población rural de 9667 habitantes.

**Figura 1. Macro ubicación: Departamento de San Miguel de la República de El Salvador.**



Fuente: San Miguel, Monografía departamental y sus municipios, Centro Nacional de Registros, 2001, p. 3.

**Figura 2. Micro ubicación: Municipio de Sesori.**



*Fuente: San Miguel, Monografía departamental y sus municipios, Centro Nacional de Registros, 2001, p. 129.*

*Tabla 1. VI Censo de Población y V de Vivienda, El Salvador, 2007.*

| EL SALVADOR                          |                |                |                |                |               |                |                |                |                |
|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA - 2007 |                |                |                |                |               |                |                |                |                |
| POBLACIÓN POR ÁREA Y SEXO            |                |                |                |                |               |                |                |                |                |
| MUNICIPIO                            | POBLACIÓN      |                |                | ÁREA           |               |                |                |                |                |
|                                      | TOTAL          | HOMBRES        | MUJERES        | URBANO         |               |                | RURAL          |                |                |
|                                      |                |                |                | TOTAL          | HOMBRES       | MUJERES        | TOTAL          | HOMBRES        | MUJERES        |
| Santa María                          | 10,731         | 4,904          | 5,827          | 8,196          | 3,754         | 4,442          | 2,535          | 1,150          | 1,385          |
| Santiago de María                    | 18,201         | 8,511          | 9,690          | 14,339         | 6,633         | 7,706          | 3,862          | 1,878          | 1,984          |
| Tecapán                              | 7,697          | 3,656          | 4,041          | 3,554          | 1,647         | 1,907          | 4,143          | 2,009          | 2,134          |
| Usulután                             | 73,064         | 33,894         | 39,170         | 51,496         | 23,637        | 27,859         | 21,568         | 10,257         | 11,311         |
| <b>12-SAN MIGUEL</b>                 | <b>434,003</b> | <b>201,675</b> | <b>232,328</b> | <b>219,636</b> | <b>99,918</b> | <b>119,718</b> | <b>214,367</b> | <b>101,757</b> | <b>112,610</b> |
| Carolina                             | 8,240          | 3,902          | 4,338          | 1,211          | 558           | 653            | 7,029          | 3,344          | 3,685          |
| Chapeltique                          | 10,728         | 4,972          | 5,756          | 2,372          | 1,069         | 1,303          | 8,356          | 3,903          | 4,453          |
| Chinameca                            | 22,311         | 10,538         | 11,773         | 6,223          | 2,819         | 3,404          | 16,088         | 7,719          | 8,369          |
| Chirilagua                           | 19,984         | 9,515          | 10,469         | 3,107          | 1,454         | 1,653          | 16,877         | 8,061          | 8,816          |
| Ciudad Barrios                       | 24,817         | 12,318         | 12,499         | 8,632          | 4,674         | 3,958          | 16,185         | 7,644          | 8,541          |
| Comacarán                            | 3,199          | 1,541          | 1,658          | 448            | 211           | 237            | 2,751          | 1,330          | 1,421          |
| El Transito                          | 18,363         | 8,584          | 9,779          | 7,612          | 3,427         | 4,185          | 10,751         | 5,157          | 5,594          |
| Lolotique                            | 14,916         | 7,137          | 7,779          | 4,408          | 2,102         | 2,306          | 10,508         | 5,035          | 5,473          |
| Moncagua                             | 22,659         | 10,664         | 11,995         | 6,447          | 2,998         | 3,449          | 16,212         | 7,666          | 8,546          |
| Nueva Guadalupe                      | 8,905          | 4,163          | 4,742          | 5,064          | 2,311         | 2,753          | 3,841          | 1,852          | 1,989          |
| Nuevo Edén de San Juan               | 4,034          | 1,914          | 2,120          | 581            | 287           | 294            | 3,453          | 1,627          | 1,826          |
| Quelepa                              | 4,049          | 1,920          | 2,129          | 2,362          | 1,110         | 1,252          | 1,687          | 810            | 877            |
| San Antonio                          | 5,304          | 2,569          | 2,735          | 426            | 191           | 235            | 4,878          | 2,378          | 2,500          |
| San Gerardo                          | 5,986          | 2,631          | 3,355          | 984            | 413           | 571            | 5,002          | 2,218          | 2,784          |
| San Jorge                            | 9,115          | 4,287          | 4,828          | 2,598          | 1,154         | 1,444          | 6,517          | 3,133          | 3,384          |
| San Luis de La Reina                 | 5,637          | 2,603          | 3,034          | 1,081          | 487           | 594            | 4,556          | 2,116          | 2,440          |
| San Miguel                           | 218,410        | 99,672         | 118,738        | 158,136        | 71,132        | 87,004         | 60,274         | 28,540         | 31,734         |
| San Rafael Oriente                   | 13,290         | 6,124          | 7,166          | 5,598          | 2,469         | 3,129          | 7,692          | 3,655          | 4,037          |
| Sesori                               | 10,705         | 5,075          | 5,630          | 1,048          | 457           | 591            | 9,657          | 4,618          | 5,039          |
| Uluazapa                             | 3,351          | 1,546          | 1,805          | 1,298          | 595           | 703            | 2,053          | 951            | 1,102          |

*Fuente: Dirección general de estadísticas y censo (DIGESTYC), 2007.*

En el censo realizado para este estudio, se contabilizó una población en los barrios de la ciudad de Sesori 943 habitantes, mientras que en la colonia Libertad se contabilizaron un total de 414 habitantes, lo cual hace un total de 1357 habitantes; de los cuales, el 31% de la población pertenece a la zona rural y el 69% pertenece a la zona urbana.

### 2.1.1.2 Clima

El clima del municipio de Sesori se define como un clima cálido en su mayor parte, perteneciente al tipo de tierra caliente, debido a que El Salvador está situado en la parte exterior del cinturón climático de los trópicos. Durante el año, los cambios en las temperaturas son pequeños, en contraste a las lluvias que muestran grandes oscilaciones



en el transcurso del año, arrojando montos de pluviosidad anual entre 1,600 y 2,000 milímetros<sup>3</sup>.

### **2.1.1.3 Flora y Fauna**

La vegetación del lugar se caracteriza por ser muy variada, la cual está constituida por bosques húmedos subtropicales y bosques muy húmedos subtropicales, donde se pueden encontrar las especies arbóreas más notables en el municipio de Sesori. Entre las especies más representativas de estos bosques se encuentran el Conacaste blanco, Conacaste negro, Cedro, Laurel, Quebracho, Carao, Copinol, Jiote, Almendro de río, Tempate, y árboles frutales.

En cuanto a la fauna característica de la zona, es posible encontrar dentro de las aves chiltotas, gualcachia, pericos chocoyo, codorniz y zopilotes; en cuanto a mamíferos se pueden encontrar venados, conejos, cusuco, mapache, tepezcuintle, cotuza, ardillas, etc. En cuanto a reptiles podemos observar por lo menos algunas especies, entre ellas masacuates, zumbadoras, cascabeles, etc.

### **2.1.1.4 Tipos y uso de suelos**

Entre los suelos predominantes en el municipio de Sesori podemos encontrar los aluviones y ríolitas, andesíticas basálticas, con intercalaciones de materiales piroclásticos. Se pueden encontrar regosoles y aluviales en terrenos casi a nivel y ligeramente inclinados, latosoles arcillo rojizos y litosoles, en terrenos pedregosos superficiales, de ondulados a montañosos muy accidentados, y en terrenos fuertemente alomados. Los usos del suelo de acuerdo con las actividades desarrolladas y a la vegetación existente, en su

---

<sup>3</sup> Servicio Nacional de Estudios Territoriales. Boletín Climático Anual, 2015

mayoría se utilizan en el área urbana para la construcción de viviendas y el comercio, mientras que en el área rural se utiliza para la siembra de productos agrícolas.

### **2.1.1.5 Condiciones socioeconómicas**

#### **2.1.1.5.1 Aspectos políticos**

La máxima autoridad comunal es el alcalde, que es elegido democráticamente cada tres años. Además, existe un consejo municipal compuesto por doce miembros que tienen como finalidad tomar decisiones sobre la administración, aprobar los diferentes proyectos y dictar las políticas más convenientes a la buena marcha del municipio de Sesorí. El municipio de Sesorí cuenta con un Juzgado de Paz y la Policía Nacional Civil (PNC), que se encarga de los temas jurídicos a nivel municipal.

#### **2.1.1.5.2 Educación**

El municipio de Sesorí cuenta con treinta y un (31) establecimientos educacionales (centros escolares) repartidos en la zona rural y la zona urbana que conforman el municipio, veintinueve (29) de ellos se localizan en la zona rural, impartiendo educación básica en veintiocho (28) de estos centros escolares, solo en un (1) centro escolar se imparte educación media; dos (2) centros escolares se encuentran en la ciudad de Sesorí donde en uno de ellos se imparte educación básica y en el otro se imparte educación media<sup>4</sup>.

#### **2.1.1.5.3 Salud**

La infraestructura en el tema salud en el municipio de Sesorí comprende una Unidad de Salud Especializada y cuatro Unidades de Salud Comunitarias (Ecos básicos) de las

---

<sup>4</sup> Departamento de Estadísticas Educativas del Ministerio de Educación, 2017.

cuales solo una funciona en la clínica ubicada en el área urbana de Sesorí y tres funcionan en la zona rural. La unidad de salud especializada está conformada por un equipo de médicos que incluye a un pediatra, un nutricionista, un fisioterapeuta, el educador para la salud, un médico internista o familiar y la encargada de farmacia.

En las Unidades de Salud Comunitarias (Ecos básicos), el equipo está conformado por el médico coordinador, una enfermera graduada, un auxiliar de enfermería, tres promotores de salud y el polivalente. En las Unidades de Salud Comunitarias (Ecos básicos) distribuidas en la zona rural el equipo lo conforman médicos, enfermeras, promotores de salud y el polivalente.

Las clínicas atienden las consultas de menor gravedad, y cuando es necesario, remiten al paciente a la unidad de salud, que se encuentra en el área urbana del municipio de Sesorí. La Unidad de Salud Especializado que funciona en el área urbana del municipio de Sesorí, cuenta con la instrumentación básica para atender a los pacientes que llegan a dicho establecimiento de salud; además cuenta con un cuadro básico de medicamentos superior comparado con otras unidades de salud según lo relatado en la entrevista el director de la Unidad de Salud Especializada del municipio de Sesorí.

La unidad especializada cuenta con la capacidad y el equipo para realizar procedimientos de pequeñas cirugías, pero cuando se presenta un paciente con alguna enfermedad bastante complicada realizan el traslado hacia un hospital cercano, sean estos los que se encuentran ubicados en Ciudad Barrios, Santiago de María, Nueva Guadalupe o el Hospital de San Miguel, de acuerdo con lo expresado por el director de la unidad de salud del área urbana de Sesorí.

#### **2.1.1.5.4 Características socioeconómicas y actividades desarrolladas**

La actividad económica más importante, desarrollada en el municipio de Sesorí se basa en la producción agrícola y pecuaria, que son las de mayor relevancia. La actividad económica lo constituye la elaboración de productos lácteos, el comercio local, tiendas y otros negocios. Su comercialización la realiza con los municipios de Nueva Granada y El Triunfo (ambos del departamento de Usulután), San Gerardo, San Luis de la Reina, Ciudad Barrios, Chapeltique, Lolotique, entre otros. Entre las actividades agrícolas que se desarrollan en el municipio se encuentran el cultivo de granos básicos, plantas, hortalizas, y frutas. En el rubro pecuario existe la crianza de ganado vacuno, porcino y aves de corral.

#### **2.1.1.5.5 Infraestructura y accesos**

Las principales vías de acceso al municipio de Sesorí son dos; la primera vía conecta a la ciudad de San Miguel con los municipios de su zona norte, como Moncagua, Chapeltique, Ciudad Barrios etc., y la segunda vía conecta al municipio de Sesorí con el municipio del Triunfo (Departamento de Usulután) y la carretera Panamericana. Viajando desde San Miguel, se toma la carretera panamericana, llegando hasta el desvío del municipio de Moncagua, dirigiéndose al norte sobre la calle principal que cruza dicho municipio, hasta llegar al municipio de Chapeltique, y partiendo al rumbo noroeste, se toma la carretera principal que conduce al municipio de Sesorí.

Viajando desde el Triunfo, se toma la calle principal, y dirigiéndose hacia el Norte se llega al municipio de Sesorí. En la actualidad, las dos vías de acceso principal que conectan con el municipio de Sesorí poseen calles revestidas con asfalto, en su totalidad.

Las calles existentes con las que cuenta la ciudad de Sesorí en su mayoría son adoquinadas, mixtas, de concreto y algunas de tierra, las cuales comunican a los diferentes

barrios (La Carlota, El Centro, San Juan y El Calvario); estas conectan al municipio de Sesori con los cantones aledaños y en su mayoría son de tierra y empedradas. En cuanto a los servicios con los que cuenta Sesori están las telecomunicaciones, servicios de energía eléctrica, supermercado, Tribunal Supremo Electoral, transporte colectivo, etc., todo esto se encuentra centralizado en la ciudad de Sesori.

### **2.1.1.6 Recursos hídricos**

#### **2.1.1.6.1 Hidrografía**

Los elementos hidrográficos principales con los que cuenta el municipio de Sesori están el río Lempa, Jiotique, Sesori, Gualcho. El río Lempa nace entre las montañas volcánicas de las mesetas centrales que poseen una elevación aproximada de mil doscientos a mil quinientos metros sobre el nivel del mar (1,200 – 1,500 msnm) en el municipio de Esquipulas, Chiquimula en Guatemala, y entra al municipio de Sesori a 15.9 kilómetros al oeste de la ciudad, para formar parte de él. Corre con rumbo de noroeste a sureste, hasta abandonar esta jurisdicción en el lugar donde recibe las aguas del río Jiotique; sirve como límite departamental entre el municipio de Sesori y el de San Vicente. La longitud de su recorrido dentro del municipio de Sesori es de 4.0 kilómetros.

El río Jiotique, se forma de la confluencia de los ríos El Resbaladero y Las Vueltas, a 7.1 kilómetros al oeste de la ciudad de Sesori. Hace su recorrido con rumbo, de norte a sur, hasta recibir las aguas del río Gualcho, de aquí cambia su rumbo hacia el oeste, hasta desembocar en el río Lempa. El río Sesori, se forma de la confluencia del río Sable de Oro con la quebrada Rincón de Gil a 4.2 kilómetros al noreste de la ciudad de Sesori, haciendo su trayectoria de noreste a suroeste hasta recibir las aguas del río Porcas o El Pulido, de aquí cambia su trayectoria hacia el oeste, y al unirse con el río El Tamarindo o Lagartero,

dan origen al río Las Vueltas. Tiene como afluentes los ríos: Las Vegas y Porcas o El Pulido; las quebradas: San Nicolás, El Chacho, Honda, Queseritas o El Burro, San Jorge, Los Almendros y Santa Cruz. Su longitud es de 12.5 kilómetros.

Por último, se tiene el río Gualcho, el cual nace fuera del municipio de Sesori y entra a formar parte de él donde le afluye el río Los Limones, a 9.0 kilómetros al suroeste de la ciudad de Sesori. Corre con una trayectoria sureste a noroeste hasta desembocar en el río Jiotique. Tiene como afluente el río Los Limones. La longitud de su recorrido dentro del municipio es de 5.0 kilómetros. Además, existen muchos ríos y quebradas que de alguna manera es aprovechada por la población, ya sea para consumo, riego, etc.

#### **2.1.1.6.2 Calidad de aguas**

La región hidrográfica del río Lempa, cuenta con cincuenta y nueve (59) sitios de muestreo, el cual incluye los principales afluentes (de la cual forman parte los ríos Sesori y Tamarindo). La calidad del agua superficial de estos ríos se mide por medio de la prueba “Aptitud de agua para Calidad de agua, valorada a través de la aplicación del Índice de Calidad de Agua General (ICA)”, la cual califica la calidad del agua en rangos (excelente, buena, regular, mala, pésima).

De la evaluación de calidad de agua superficial en los sitios muestreados en esta región hidrográfica, se obtuvieron los resultados de calidad de agua superficial para los ríos Lempa, Sesori, y Tamarindo (Ver Tabla 2 y Tabla 3) además se obtuvieron resultados de los parámetros de calidad de agua de estos ríos, para calcular el Índice de Calidad del Agua (ICA) (Ver Tabla 4)<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Informe de la calidad de agua de los ríos de El Salvador, julio, 2013.

**Tabla 2. Resultados de los parámetros de calidad de agua para calcular el ICA.**

|                                    | <b>pH Campo</b>       | <b>Oxígeno Disuelto</b> | <b>Color Aparente</b> | <b>Conductividad Eléctrica</b> | <b>Turbidez</b> | <b>Boro</b>  | <b>Cloruros</b> | <b>Fenoles</b> | <b>Nitratos</b> | <b>Sólidos Totales Disueltos</b> | <b>Sulfatos</b> | <b>Cinc</b> | <b>Cobre</b> | <b>Demanda Bioquímica de Oxígeno</b> | <b>Coliformes Fecales</b> |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------|--------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|-------------|--------------|--------------------------------------|---------------------------|
| <b>Unidades</b>                    | <b>Unidades de pH</b> | <b>mg/L</b>             | <b>U Pt - Co</b>      | <b>μSiemens/cm</b>             | <b>NTU</b>      | <b>mg/L</b>  | <b>mg/L</b>     | <b>mg/L</b>    | <b>mg/L</b>     | <b>mg/L</b>                      | <b>mg/L</b>     | <b>mg/L</b> | <b>mg/L</b>  | <b>mg/L</b>                          | <b>NMP/100 ml</b>         |
| <b>RIEGO</b>                       | <b>6.5 - 8.4</b>      |                         |                       | <b>≤ 750</b>                   |                 | <b>≤ 0.2</b> | <b>≤ 195</b>    |                |                 |                                  | <b>≤ 200</b>    |             |              |                                      | <b>≤ 1000</b>             |
| <b>AGUA CRUDA PARA POTABILIZAR</b> | <b>6.5 - 9.2</b>      | <b>≥ 4.0</b>            | <b>≤ 150</b>          |                                | <b>≤ 250</b>    |              | <b>≤ 250</b>    | <b>≤ 3</b>     | <b>≤ 45</b>     | <b>≤ 600</b>                     |                 | <b>≤ 5</b>  | <b>≤ 1</b>   | <b>≤ 4</b>                           | <b>≤ 1000</b>             |
| <b>ACTIVIDADES RECREATIVAS</b>     |                       | <b>≥ 7</b>              |                       |                                | <b>≤ 10</b>     |              |                 |                |                 |                                  |                 |             |              |                                      | <b>≤ 1000</b>             |
| <b>A 01 ACAHU</b>                  | 7.51                  | 4.86                    | 21.00                 | 436.0                          | 1.58            | 0.029        | 2.50            | 0.10           | 5.90            | 421.0                            | 57.03           | ND          | ND           | 2                                    | 200                       |
| <b>A 02 ACAHU</b>                  | 8.86                  | 4.40                    | 24.50                 | 407.0                          | 2.56            | ND           | 3.51            | 0.72           | 4.95            | 427.0                            | 53.67           | ND          | ND           | 5                                    | 450                       |
| <b>A 03 ACAHU</b>                  | 8.44                  | 4.38                    | 40.00                 | 335.5                          | 5.08            | ND           | 7.51            | 0.52           | 9.05            | 326.0                            | 28.44           | ND          | ND           | 4                                    | 3300                      |
| <b>A 04 ACAHU</b>                  | 8.64                  | 5.25                    | 46.00                 | 321.5                          | 3.59            | ND           | 11.52           | ND             | 9.45            | 316.5                            | 30.21           | ND          | ND           | 2                                    | 17000                     |
| <b>A 01 ANGUE</b>                  | 8.52                  | 5.35                    | 23.50                 | 306.0                          | 1.36            | ND           | 3.01            | 1.28           | 0.90            | 266.0                            | 59.39           | 0.066       | ND           | 1                                    | 400                       |
| <b>A 01 CHIMA</b>                  | 8.30                  | 4.13                    | 31.00                 | 308.5                          | 3.28            | ND           | 1.50            | 0.87           | 2.60            | 237.0                            | 11.04           | 0.039       | ND           | 2                                    | 3300                      |
| <b>A 01 GRAMA</b>                  | 8.28                  | 4.50                    | 56.00                 | 173.3                          | 5.61            | ND           | ND              | 0.24           | 3.15            | 105.0                            | 13.89           | ND          | ND           | 3                                    | 130000                    |
| <b>A 01 GRAND</b>                  | 7.69                  | 5.54                    | 21.00                 | 86.8                           | 1.27            | ND           | 0.49            | 0.18           | 2.85            | 117.0                            | ND              | ND          | ND           | 3                                    | 680                       |
| <b>A 02 GRAND</b>                  | 8.79                  | 5.20                    | 21.00                 | 86.1                           | 2.09            | 0.013        | 0.49            | 1.67           | 4.00            | 114.5                            | 8.05            | ND          | ND           | 3                                    | 11000                     |
| <b>A 01 GUAJO</b>                  | 8.49                  | 3.71                    | 40.00                 | 278.2                          | 2.09            | ND           | 2.00            | 0.95           | 3.60            | 282.0                            | 12.35           | 0.040       | ND           | 2                                    | 1300                      |
| <b>A 01 JUPUL</b>                  | 8.13                  | 5.56                    | 13.50                 | 215.2                          | 1.09            | ND           | 3.51            | 0.22           | 3.65            | 122.0                            | 34.68           | 0.012       | ND           | 2                                    | 4900                      |
| <b>A 01 LEMPA</b>                  | 8.57                  | 4.34                    | 71.50                 | 112.2                          | 6.33            | ND           | 3.01            | 0.18           | 3.75            | 66.0                             | 10.15           | ND          | ND           | 3                                    | 14000                     |
| <b>A 08 LEMPA</b>                  | 8.53                  | 4.96                    | 73.00                 | 204.6                          | 6.01            | ND           | 5.51            | 0.19           | 3.60            | 139.5                            | 11.31           | 0.014       | ND           | 2                                    | 400                       |
| <b>A 12 LEMPA</b>                  | 8.27                  | 4.40                    | 38.50                 | 217.2                          | 3.31            | ND           | 7.01            | 0.25           | 3.55            | 148.5                            | 13.33           | 0.018       | ND           | 2                                    | 200                       |
| <b>A 17 LEMPA</b>                  | 8.40                  | 4.58                    | 63.50                 | 270.4                          | 6.07            | ND           | 11.02           | 0.17           | 5.05            | 179.5                            | 113.65          | ND          | ND           | 3                                    | 200                       |
| <b>A 01 RTITI</b>                  | 8.34                  | 4.01                    | 20.50                 | 177.3                          | 1.25            | ND           | 2.00            | 0.23           | 4.35            | 228.0                            | ND              | ND          | ND           | 3                                    | 2400                      |
| <b>A 02 RTITI</b>                  | 8.51                  | 4.95                    | 24.50                 | 191.7                          | 1.76            | ND           | 1.00            | 0.56           | ND              | 200.5                            | ND              | ND          | ND           | 5                                    | 180                       |

|                     |      |      |        |        |       |       |        |      |       |       |        |       |    |    |          |
|---------------------|------|------|--------|--------|-------|-------|--------|------|-------|-------|--------|-------|----|----|----------|
| <b>A 03 RTITI</b>   | 8.48 | 4.72 | 17.00  | 189.7  | 1.31  | ND    | 1.50   | 0.18 | ND    | 198.0 | ND     | ND    | ND | 5  | 780      |
| <b>A 01 SANJO</b>   | 8.10 | 4.82 | 119.00 | 263.4  | 16.80 | ND    | 2.13   | 0.67 | 4.65  | 223.5 | 11.91  | 0.045 | ND | 3  | 450      |
| <b>A 02 SANJO</b>   | 7.43 | 0.27 | 536.00 | 601.5  | 33.75 | ND    | 34.57  | 1.96 | 54.00 | 444.0 | 29.78  | 0.078 | ND | 9  | 13000000 |
| <b>A 01 SANSI</b>   | 8.62 | 4.13 | 16.00  | 412.5  | 2.18  | 0.043 | 6.01   | 0.19 | 7.95  | 378.5 | 18.59  | ND    | ND | 3  | 4900     |
| <b>A 01 SESO</b>    | 8.02 | 4.02 | 38.00  | 161.3  | 4.99  | ND    | 2.50   | 0.27 | 3.65  | 94.0  | ND     | ND    | ND | 4  | 1100     |
| <b>A 01 SUCIO</b>   | 7.92 | 3.58 | 88.50  | 567.0  | 7.33  | ND    | 36.57  | 0.12 | 6.20  | 492.0 | 73.15  | ND    | ND | 7  | 3300     |
| <b>A 09 SUCIO</b>   | 7.80 | 0.70 | 194.00 | 706.5  | 12.35 | ND    | 47.59  | 0.39 | 19.85 | 631.5 | 93.96  | ND    | ND | 11 | 130000   |
| <b>A 15 SUCIO</b>   | 7.76 | 2.14 | 146.00 | 1104.0 | 6.67  | ND    | 111.71 | 0.30 | 5.70  | 869.0 | 126.01 | ND    | ND | 19 | 140000   |
| <b>A 24 SUCIO</b>   | 8.28 | 4.95 | 92.50  | 882.5  | 5.52  | ND    | 77.40  | 0.18 | 5.75  | 596.5 | 25.69  | ND    | ND | 6  | 1300     |
| <b>A 01 SUMPUPU</b> | 8.88 | 4.75 | 13.00  | 90.0   | 1.12  | 0.002 | 1.98   | 0.08 | 2.40  | 82.0  | 10.52  | ND    | ND | 2  | 1400     |
| <b>A 02 SUMPUPU</b> | 8.50 | 4.65 | 20.50  | 95.0   | 2.83  | 0.002 | 1.48   | 0.15 | 2.50  | 121.0 | 10.37  | ND    | ND | 2  | 780      |
| <b>A 03 SUMPUPU</b> | 8.60 | 5.04 | 34.00  | 88.3   | 4.34  | 0.002 | 1.98   | 0.27 | 4.00  | 110.5 | 7.68   | ND    | ND | 2  | 7900     |
| <b>A 04 SUMPUPU</b> | 8.30 | 5.27 | 155.50 | 152.4  | 16.45 | ND    | 1.98   | 0.31 | 5.00  | 175.0 | 26.49  | ND    | ND | 1  | 1300     |
| <b>A 01 SUQUI</b>   | 7.44 | 1.14 | 367.50 | 542.5  | 41.65 | ND    | 29.31  | 1.10 | 5.65  | 415.5 | 46.15  | 0.050 | ND | 18 | 2400000  |
| <b>A 04 SUQUI</b>   | 7.72 | 2.30 | 537.50 | 485.0  | 8.62  | 0.007 | 30.06  | 0.91 | 8.65  | 401.5 | 41.81  | 0.046 | ND | 8  | 110000   |

*Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013, p. 58-61.*



**Tabla 3. Informe de Calidad de Agua de los ríos de El Salvador.**

| Río                | Parámetros                         | Cloruros        | Cobre        | Coliformes fecales | Color aparente | Demanda Bioquímica de Oxígeno | Fenoles    | Nitratos  | Oxígeno Disuelto | pH               | Sólidos Totales Disueltos | Turbidez   | Zinc     | Boro     | Conductividad Eléctrica | RAS           | (%) Sodio | Sulfatos      |
|--------------------|------------------------------------|-----------------|--------------|--------------------|----------------|-------------------------------|------------|-----------|------------------|------------------|---------------------------|------------|----------|----------|-------------------------|---------------|-----------|---------------|
|                    | Unidades                           | mg/L Cl-        | U Pt - Co    | NMP/100 ml         | Unidades Pt-Co | mg/L O2                       | mg/L Fenol | mg/L NO3  | mg/L O2          | µ pH             | mg/L                      | UNT        | mg/L Zn  | mg/Lt    | uS/cm                   | adlm          | mg/Lt     | mg/Lt         |
|                    | <b>Norma para POTABILIZAR</b>      | <b>50 a 250</b> |              | <b>1000</b>        | <b>150</b>     | <b>4</b>                      | <b>3.5</b> | <b>45</b> | <b>4 a 6.5</b>   | <b>6.5 a 9.2</b> | <b>600</b>                | <b>250</b> | <b>5</b> | -        | -                       | -             | -         | -             |
|                    | <b>Norma para RIEGO</b>            | <b>195</b>      | <b>≤ 150</b> | <b>1000</b>        | -              | -                             | -          | -         | -                | <b>6.5 a 8.4</b> | -                         | -          | -        | <b>2</b> | <b>750</b>              | <b>0 a 10</b> | <b>60</b> | <b>196.93</b> |
|                    | <b>Norma para USOS RECREATIVOS</b> | -               | -            | <b>1000</b>        | -              | -                             | -          | -         | <b>7</b>         | -                | -                         | <b>10</b>  | -        | -        | -                       | -             | -         | -             |
| Río Lempa          | A19LEMPA                           | 6.75            | ND           | 1300               | 121.5          | 2                             | 3.3        | 3.3       | 7.08             | 7.13             | 168.5                     | 51         | ND       | ND       | 233.8                   | 0.41072795    | 10.2      | 25            |
| Río Lempa          | A20LEMPA                           | 4.17            | ND           | 1100               | 21             | 1                             | 2.7        | 2.7       | 7.1              | 6.56             | 176                       | 8          | ND       | ND       | 171.5                   | 0.29140668    | 5065      | 14            |
| Sucio de Cuscatlán | A01LSUCI                           | 2.98            | ND           | 500                | 41             | 3                             | 0.2        | 0.2       | 7.88             | 7.99             | 270.5                     | 2          | ND       | ND       | 198.2                   | 0.94601921    | 21.3      | 30            |
| Acelhuate-Matalapa | A01MATAL                           | 25.42           | ND           | 22000000           | 685            | 157                           | 0.12       | 0.12      | 0                | 7.209            | 500                       | 150        | ND       | ND       | 538                     | 2.03877883    | 60.8      | 64            |
| Acelhuate          | A14ACELH                           | 32.37           | 0.01         | 16000000           | 390            | 38                            | 53.5       | 0.06      | 0.45             | 7.13             | 552.5                     | 12         | 0.01     | ND       | 704                     | 2.30130314    | 76.2      | 85            |
| Acelhuate          | A17ACELH                           | 30.58           | 0.04         | 30000000           | 345            | 45                            | 58         | 0.02      | 2.13             | 7.3              | 506                       | 9          | 0.01     | ND       | 684                     | 2.54343147    | 79.8      | 84            |
| Acelhuate          | A25ACELH                           | 24.43           | 0.02         | 1400000            | 317            | 37.2                          | 55         | 0.06      | 1.71             | 7.422            | 493                       | 108        | 0.01     | ND       | 638                     | 2.48591387    | 77.5      | 73            |
| Metayate           | A01METAY                           | 6.35            | 0.01         | 1700               | 74             | 2                             | 2.05       | ND        | 6.92             | 7.84             | 292                       | 14.5       | ND       | ND       | 305                     | 3.51446329    | 65.6      | 105           |
| Metayate           | A02METAY                           | 2.98            | 0.02         | 24000              | 140.5          | 2                             | 2.15       | ND        | 7.13             | 7.62             | 146                       | 23.5       | ND       | ND       | 119.2                   | 1.46226875    | 24.6      | 18            |
| Metayate           | A03METAY                           | 1.99            | 0.02         | 9000               | 95             | 3                             | 1.7        | ND        | 10.62            | 8.82             | 204                       | 13         | ND       | ND       | 185.3                   | 1.06945448    | 19.1      | 50            |
| Nunuhuapa          | A01NUNUH                           | 3.18            | ND           | 13000              | 253            | 1                             | 4.45       | 3.7       | 8.23             | 7.656            | 140                       | 68         | 0.01     | ND       | 201.8                   | 0.24816586    | 4         | 9             |
| Ostúa              | A01OSTUA                           | 5.96            | 0.00         | 5000               | 245            | 1                             | 4.65       | 3.2       | 6.12             | 7.86             | 286                       | 72.5       | ND       | ND       | 260.1                   | 0.29584953    | 7.94      | 19            |
| Quezalapa          | A01QUEZA                           | 2.38            | ND           | 140                | 47.5           | 4                             | 11.7       | 1.3       | 8.64             | 8.18             | 251                       | 2          | ND       | ND       | 176.9                   | 1.08706472    | 21.2      | 1             |
| Quezalapa          | A02QUEZA                           | 3.18            | ND           | 80                 | 41             | 4                             | 8.3        | 2.4       | 8.27             | 8.19             | 261                       | ND         | ND       | ND       | 191.6                   | 0.81173526    | 17.5      | 28            |
| Sapo               | A01RSAPO                           | 5.16            | ND           | 2400               | 1225           | 3                             | 6.75       | 2         | 7.15             | 7.23             | 93                        | 250        | ND       | ND       | 50.6                    | 0.18509314    | 3.25      | 10            |
| Tamarindo          | A01RTAMA                           | 0.79            | ND           | 17000              | 204            | 1                             | 6.05       | 1.3       | 8.43             | 8.215            | 164                       | 71         | ND       | ND       | 102.2                   | 0.8459188     | 1.46      | 9             |
| Tamarindo          | A02RTAMA                           | 1.19            | 0.03         | 8000               | 293            | 1                             | 3.05       | ND        | 7.65             | 7.65             | 159.5                     | 43         | ND       | ND       | 85.5                    | 0.68943413    | 10.7      | 9             |
| Titihuapa          | A01RTITI                           | 5.16            | ND           | 1400               | 158.5          | 1                             | 10.85      | 3.2       | 7.24             | 7.24             | 202                       | 30.5       | 0.01     | ND       | 165.2                   | 0.63690965    | 5.13      | 15            |
| Titihuapa          | A02RTITI                           | 2.98            | ND           | 900                | 85             | 2                             | 4.1        | 1.6       | 7.23             | 7.23             | 236                       | 15         | 0.01     | ND       | 157.4                   | 0.27570115    | 5.3       | 4             |
| Titihuapa          | A03RTITI                           | 3.77            | ND           | 300                | 73             | 1                             | 4.2        | 2         | 7.41             | 7.41             | 223                       | 9.5        | 0.01     | ND       | 162.8                   | 0.26233667    | 5.13      | 5             |
| San José           | A01SANJO                           | 0.79            | ND           | 800                | 28             | 1                             | 2.065      | 2.7       | 8.18             | 8.18             | 180                       | 8.5        | ND       | ND       | 159.4                   | 1.4424749     | 29.32     | 18            |
| San José           | A02SANJO                           | 7.15            | ND           | 16000000           | 212            | 21                            | 25.15      | 3         | 7.45             | 7.45             | 303.5                     | 78.5       | ND       | ND       | 334                     | 0.24508742    | 7.23      | 21.5          |
| San Simón          | A01SANSI                           | 4.37            | ND           | 16000              | 8              | 2                             | 2          | 4.3       | 8.419            | 8.419            | 353                       | 7          | ND       | ND       | 333                     | 0.24423113    | 8.04      | 14            |

Fuente: Servicio Hidrológico Nacional, 2009-2010.

**Tabla 4. Resultados de los parámetros de calidad de agua para calcular el Índice de Calidad del Agua (ICA).**

| SITIO       | pH   | Temperatura | TDS   | Oxígeno Disuelto | Porcentaje Saturación OD | Fosfatos | Nitratos | Demanda Bioquímica de Oxígeno | Coliformes fecales | Índice de Calidad de agua (ICA) | Calificación (ICA) |
|-------------|------|-------------|-------|------------------|--------------------------|----------|----------|-------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|
|             | U pH | °C          | mg/L  | mg/L             | (%)                      | mg/L     | mg/L     | mg/L                          | NMP/100 mL         |                                 |                    |
| A 01 ACAHU  | 7.51 | 25.9        | 421.0 | 4.86             | 59.95                    | 0.92     | 5.90     | 2                             | 200                | 63                              | Regular            |
| A 02 ACAHU  | 8.86 | 30.1        | 427.0 | 4.40             | 58.48                    | 0.90     | 4.95     | 5                             | 450                | 56                              | Regular            |
| A 03 ACAHU  | 8.44 | 27.1        | 326.5 | 4.38             | 55.22                    | 1.19     | 9.05     | 4                             | 3300               | 53                              | Regular            |
| A 04 ACAHU  | 8.64 | 30.1        | 316.5 | 5.25             | 69.78                    | 0.96     | 9.45     | 2                             | 17000              | 53                              | Regular            |
| A 01 ANGUE  | 8.52 | 27.3        | 266.0 | 5.35             | 67.69                    | 0.14     | 0.90     | 1                             | 400                | 68                              | Regular            |
| A 01 CHIMA  | 8.30 | 24.2        | 237.0 | 4.13             | 49.36                    | 0.36     | 2.60     | 2                             | 3300               | 58                              | Regular            |
| A 01 GRAMA  | 8.28 | 20.0        | 105.0 | 4.50             | 49.59                    | 0.35     | 3.15     | 3                             | 130000             | 44                              | Mala               |
| A 01 GRAND  | 7.69 | 29.4        | 117.0 | 5.54             | 72.74                    | 0.36     | 2.85     | 3                             | 680                | 69                              | Regular            |
| A 02 GRAND  | 8.79 | 30.4        | 114.5 | 5.20             | 69.47                    | 0.39     | 4.00     | 3                             | 11000              | 59                              | Regular            |
| A 01 GUAJO  | 8.49 | 27.0        | 282.0 | 3.71             | 46.68                    | 0.82     | 3.60     | 2                             | 1300               | 57                              | Regular            |
| A 01 JUPUL  | 8.13 | 21.5        | 122.0 | 5.56             | 63.11                    | 0.36     | 3.65     | 2                             | 4900               | 62                              | Regular            |
| A 01 LEMPA  | 8.57 | 22.5        | 66.0  | 4.34             | 50.23                    | 0.34     | 3.75     | 3                             | 14000              | 54                              | Regular            |
| A 08 LEMPA  | 8.53 | 29.0        | 139.5 | 4.96             | 64.67                    | 0.14     | 3.60     | 2                             | 400                | 66                              | Regular            |
| A 12 LEMPA  | 8.27 | 28.5        | 148.5 | 4.40             | 56.87                    | 0.11     | 3.55     | 2                             | 200                | 65                              | Regular            |
| A 17 LEMPA  | 8.40 | 29.5        | 179.5 | 4.58             | 60.24                    | 0.52     | 5.05     | 3                             | 200                | 65                              | Regular            |
| A 19 LEMPA  | 8.17 | 25.2        | 216.5 | 4.73             | 57.60                    | 0.40     | 3.55     | 2                             | 2200000            | 44                              | Mala               |
| A 20 LEMPA  | 8.01 | 30.5        | 488.0 | 4.08             | 54.60                    | 0.15     | 2.40     | 4                             | 180                | 57                              | Regular            |
| A01 LSUCIO  | 8.43 | 20.7        | 288.5 | 4.12             | 46.04                    | 1.27     | 3.55     | 2                             | 7000               | 51                              | Regular            |
| A 01 MATAL  | 7.73 | 25.3        | 515.5 | 0.77             | 9.39                     | 9.90     | 17.50    | 57                            | 1300000            | 15                              | Pésima             |
| A 14 ACELH  | 7.80 | 25.3        | 509.0 | 2.11             | 25.74                    | 7.35     | 29.50    | 46                            | 790000             | 20                              | Pésima             |
| A 17 ACELH  | 7.76 | 27.1        | 476.5 | 1.50             | 18.91                    | 7.25     | 13.00    | 28                            | 1300000            | 22                              | Pésima             |
| A 25 ACELH  | 7.77 | 32.3        | 465.0 | 1.98             | 27.32                    | 7.15     | 13.00    | 40                            | 220000             | 22                              | Pésima             |
| A 01 METAY  | 7.96 | 26.1        | 477.0 | 5.12             | 63.38                    | 0.48     | 1.40     | 6                             | 920                | 60                              | Regular            |
| A 02 METAY  | 8.18 | 27.1        | 415.5 | 4.42             | 55.72                    | 0.25     | 1.30     | 8                             | 1700               | 56                              | Regular            |
| A 03 METAY  | 8.29 | 29.5        | 593.0 | 5.25             | 69.05                    | 0.31     | ND       | 4                             | 1100               | 61                              | Regular            |
| A 01 NUNUH  | 7.98 | 19.0        | 51.0  | 5.55             | 59.94                    | 0.40     | 3.30     | 1                             | 200                | 69                              | Regular            |
| A 01 OSTUA  | 8.16 | 25.5        | 336.5 | 4.57             | 55.96                    | 0.40     | 1.65     | 1                             | 2000               | 60                              | Regular            |
| A 01 QUEZA  | 8.72 | 27.4        | 196.0 | 5.71             | 72.37                    | 1.23     | 2.40     | 2                             | 360                | 64                              | Regular            |
| A 02 QUEZA  | 8.66 | 23.9        | 210.0 | 5.00             | 59.43                    | 1.15     | 1.05     | 2                             | 180                | 65                              | Regular            |
| A 01 R SAPO | 8.54 | 31.2        | 147.0 | 5.24             | 70.97                    | 0.21     | 4.35     | 3                             | 200                | 67                              | Regular            |
| A 01 RTAMA  | 8.43 | 27.5        | 129.0 | 4.93             | 62.60                    | 0.64     | 2.90     | 6                             | 1700               | 60                              | Regular            |
| A 02 RTAMA  | 8.10 | 28.3        | 148.5 | 4.19             | 53.96                    | 0.76     | 1.70     | 3                             | 780                | 64                              | Regular            |
| A 01 RTITI  | 8.34 | 28.6        | 228.0 | 4.01             | 51.92                    | 0.71     | 4.35     | 3                             | 2400               | 58                              | Regular            |
| A 02 RTITI  | 8.51 | 25.2        | 200.5 | 4.95             | 60.28                    | 0.56     | ND       | 5                             | 180                | 63                              | Regular            |
| A 03 RTITI  | 8.48 | 28.1        | 198.0 | 4.72             | 60.57                    | 0.45     | ND       | 5                             | 780                | 64                              | Regular            |
| A 01 SANJO  | 8.10 | 27.5        | 223.5 | 4.82             | 61.20                    | 1.06     | 4.65     | 3                             | 450                | 61                              | Regular            |
| A 02 SANJO  | 7.43 | 22.3        | 444.0 | 0.27             | 3.11                     | 3.68     | 54.00    | 9                             | 1300000            | 19                              | Pésima             |
| A 01 SANSI  | 8.62 | 33.0        | 378.5 | 4.13             | 57.66                    | 0.96     | 7.95     | 3                             | 4900               | 53                              | Regular            |
| A 01 SESOR  | 8.02 | 26.9        | 94.0  | 4.02             | 50.49                    | 0.70     | 3.65     | 4                             | 1100               | 60                              | Regular            |
| A 01 SUCIO  | 7.92 | 24.9        | 492.0 | 3.58             | 43.31                    | 0.84     | 6.20     | 7                             | 3300               | 48                              | Mala               |
| A 09 SUCIO  | 7.80 | 25.8        | 631.5 | 0.70             | 8.62                     | 2.48     | 19.85    | 11                            | 130000             | 24                              | Pésima             |
| A 15 SUCIO  | 7.76 | 28.8        | 869.0 | 2.14             | 27.81                    | 1.99     | 5.70     | 19                            | 140000             | 28                              | Mala               |

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013, p. 61-63.

Por lo tanto, el agua cruda de estos ríos evaluados, no cumple con las características de calidad para su uso o potabilización por métodos convencionales, pues se determinó “en el Estudio de Valoración de Calidad de Agua y Aptitudes de Uso” una calificación “Regular” (Ver Tabla 5)<sup>6</sup>, encontrando valores fuera de rango, principalmente para los parámetros de Coliformes fecales que superan los 1,000 NMP/ml y llegan a alcanzar hasta 13 millones de bacterias/100ml, valores de DBO que oscilan entre 4 y 57 mg/L , valores bajos de fenoles de hasta 0.27 mg/L, valores bajos de nitratos de 3.65 mg/L, sólidos totales disueltos de hasta 94 mg/L, color aparente de hasta 38.00 unidades de Co Pt y valores de oxígeno disuelto, hasta 4.02 mg/L (Ver Tabla 3 y Tabla 4)<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> Informe de calidad de agua de los ríos de El Salvador, Julio 2013.

<sup>7</sup> Informe de calidad de agua de los ríos de El Salvador, Julio 2013.

**Tabla 5. Valoración de calidad de agua y aptitudes de uso.**

| ID SITIO MUESTREO/ USO EVALUADO | UBICACION  | RIEGO | AGUA CRUDA PARA POTABILIZAR | ACTIVIDADES RECREATIVAS | ICA | CALIFICACION |
|---------------------------------|--|-------|-----------------------------|-------------------------|-----|--------------|
| A 01 ACAHU                      | Río Acahuapa, cantón Soyatero, San Vicente   | SI    | SI                          | NO                      | 63  | Regular      |
| A 02 ACAHU                      | Río Acahuapa, Ciudad de San Vicente, Barrio el Santuario   | NO    | NO                          | NO                      | 56  | Regular      |
| A 03 ACAHU                      | Río Acahuapa, cantón y caserío la Joya, San Vicente  | NO    | NO                          | NO                      | 53  | Regular      |
| A 04 ACAHU                      | Río Acahuapa, cantón El Pedregal, San Vicente  | NO    | NO                          | NO                      | 53  | Regular      |
| A 01 ANGUE                      | Río Angue, Entre Sitio Quebrada Honda y El Amatal o el Puntito, Metapán.   | NO    | SI                          | NO                      | 68  | Regular      |
| A 01 CHIMA                      | Río Chimalapa, Caserío el Carmen Metapán, Santa Ana.   | NO    | NO                          | NO                      | 58  | Regular      |
| A 01 GRAMA                      | Río El Gramal, Cantón y Crío El Gramal, Antes de Tierra Blanca, Chalatenango.  | NO    | NO                          | NO                      | 44  | Mala         |
| A 01 GRAND                      | Río Grande, caserío Los Cortéz, Chalatenango   | SI    | SI                          | NO                      | 69  | Regular      |
| A 02 GRAND                      | Río Grande, aguas abajo del Pueblo El Paraíso, Chalatenango  | NO    | NO                          | NO                      | 59  | Regular      |
| A 01 GUAJO                      | Río Guajoyo, Antes de estación San Francisco Guajoyo, aguas abajo quebrada los Filines, Metapán.   | NO    | NO                          | NO                      | 57  | Regular      |
| A 01 JUPUL                      | Río Jupula, antes de llegar a Loma Los Muertos, San Ignacio, Chalatenango.   | NO    | NO                          | NO                      | 62  | Regular      |
| A 01 LEMPA                      | Río Lempa, después de su ingreso al país en Estación Hidrométrica Citalá   | NO    | NO                          | NO                      | 54  | Regular      |
| A 08 LEMPA                      | Río Lempa, antes de confluencia con Río Peñanlapa en El Tamarindo, Cerro El Gritadero, Nueva Concepción  | NO    | SI                          | NO                      | 66  | Regular      |
| A 12 LEMPA                      | Río Lempa, en el lugar El Tamarindo, San Isidro Lempa, San Pablo Tacachico, La Libertad  | SI    | SI                          | NO                      | 65  | Regular      |
| A 17 LEMPA                      | Río Lempa, antes de confluencia con Río Sucio, San Pablo Tacachico, La Libertad  | SI    | SI                          | NO                      | 65  | Regular      |
| A 19 LEMPA                      | Río Lempa, en Valle Nuevo, El Refugio, El Paisnal, San Salvador  | NO    | NO                          | NO                      | 44  | Mala         |
| A 20 LEMPA                      | Río Lempa, desvío del río a la Presa 15 de Septiembre, San Idelfonso, San Vicente  | SI    | NO                          | NO                      | 57  | Regular      |
|                                 | desembocadura del río Sesori, Paso el Tamarindo, Sesori, San Miguel.   |       |                             |                         |     |              |
| A 01 RTITI                      | Río Titihuapa, 150 mts aguas abajo del puente de la calle a San Isidro y 500mts aguas abajo de la desembocadura del Río San Isidro ,Cantón Santa Rosa, San Vicente           | NO    | NO                          | NO                      | 58  | Regular      |
| A 02 RTITI                      | Río Titihuapa, Cantón Vado El Padre, Municipio de Dolores, Cabañas   | NO    | NO                          | NO                      | 63  | Regular      |
| A 03 RTITI                      | Río Titihuapa, antes de desembocar al embalse 15 de septiembre, 150mts aguas arriba del puente de la carretera que conduce a San Idelfonso, cantón El Portillo, San Vicente. | NO    | NO                          | NO                      | 64  | Regular      |
| A 01 SANJO                      | Río San José, Finca San Francisco, aguas abajo quebrada La Quebradota, Metapán.  | SI    | SI                          | NO                      | 52  | Regular      |
| A 02 SANJO                      | Río San José, Entre Hacienda Santa Rosa y Cerro El Gueguecho, Metapán.   | NO    | NO                          | NO                      | 19  | Pésima       |
| A 01 SANSI                      | Río San Simón, cantón Los Horcones, Distrito de Riego Lempa Acahuapa   | NO    | NO                          | NO                      | 53  | Regular      |
| A 01 SESOR                      | Río Sesori, tributario del río El Tamarindo, Paso Santa Cruz, aguas abajo del municipio de Sesori, San Miguel  | NO    | NO                          | NO                      | 60  | Regular      |
| A 01 SUCIO                      | Río Sucio, Cerro de Plata, Distrito de Riego de Zapotitán, Ciudad Arce   | NO    | NO                          | NO                      | 48  | Mala         |
| A 09 SUCIO                      | Río Sucio, CEDEFOR, carretera a Santa Ana, Ciudad Arce, La Libertad  | NO    | NO                          | NO                      | 24  | Pésima       |
| A 15 SUCIO                      | Río Sucio, Colonia Joya de Cerén, carretera a Opico, San Juan Opico, La Libertad.  | NO    | NO                          | NO                      | 28  | Mala         |
| A 24 SUCIO                      | Río Sucio, Hacienda San Francisco los Dos Cerros, San Pablo Tacachico, La Libertad   | NO    | NO                          | NO                      | 56  | Regular      |
| A 01 SUMPUL                     | Río Sumpul, aguas antes de San Fernando,   | NO    | NO                          | NO                      | 58  | Regular      |

**Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013, p.64 – 67.**

## **2.1.2 Antecedentes del problema de investigación**

### **2.1.2.1 Antecedentes en Latinoamérica**

1. Apaza Cárdenas (2015), realizó un trabajo de investigación denominado “Diseño de un sistema sostenible de agua potable y saneamiento básico en la comunidad de Miraflores Cabanilla, Lampa, Puno”, se desarrolló para contribuir a mejorar la calidad de vida en lo referente a la higiene y salubridad de los pobladores de la comunidad de Miraflores. Los objetivos de la investigación eran, diseñar y dimensionar los diferentes componentes del sistema de agua potable y saneamiento básico en la comunidad de Miraflores, Cabanilla, Lampa, Puno, y describir los elementos de sostenibilidad para el sistema de agua potable y saneamiento básico, desarrollados en forma coherente.

Se utilizó una metodología basada en el trabajo de campo, trabajo de gabinete, las recomendaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones con sus Normas OS 010, OS 050, IS 010 y el IS 020, y la Guía de Opciones Técnicas para Abastecimiento de Agua y Saneamiento para poblaciones concentradas del ámbito rural del Ministerio de Vivienda, Saneamiento y Construcción, en ese sentido se ha diseñado los componentes del sistema de agua potable, componentes del saneamiento básico y descritos los elementos de sostenibilidad del proyecto en mención, todo ello en base a entrevista, a los comuneros, autoridades y verificación in situ, y el procesamiento de datos en gabinete.

Todo el proceso indicado, conllevó a obtener resultados satisfactorios de la investigación, así en lo referente al diseño de dos captaciones tipo ladera, línea de conducción de 4715.34 metros lineales, 5 cámaras rompe presión tipo 06, un reservorio de 9 m cúbicos, una caseta de válvulas, red de distribución más aducción con 38166.83

metros lineales (ml) de tubería PVC SAP y 110 piletas públicas, correspondiente al sistema de agua potable, a su vez se obtuvo el diseño de los componentes del saneamiento básico como son, el biodigestor de 600 litros, caja de registro de lodos con un ancho de 0.6 metros, un largo de 0.6 metros y una altura de 0.30 metros, un terreno de infiltración con 4 metros lineales y por último se desarrolló los elementos de sostenibilidad como es la JASS institucionalizado, la cuota familiar, el Área Técnica Municipal (ATM), y el Manual de Operación y Mantenimiento.

2. Hidalgo y Mejía (2010), realizaron una investigación denominada “Diagnóstico de la contaminación por aguas residuales domésticas, cuenca baja de la quebrada La Macana, San Antonio de Prado, municipio de Medellín”. El objetivo de esta investigación era evaluar la afectación del recurso hídrico por el vertimiento de las aguas residuales domésticas provenientes de descargas directas o de los sistemas de tratamiento integrado en la cuenca baja de la quebrada La Macana, en el corregimiento de San Antonio de Prado, municipio de Medellín; además, incluyó la evaluación de la calidad del agua y la caracterización de los usuarios.

En la metodología utilizada muestrearon siete (7) puntos para parámetros indicadores de la calidad [Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), coliformes totales, E. Coli, grasas y aceites y sólidos suspendidos] y se realizaron entrevistas dirigidas donde se encontró que el 62% de la carga total proviene de las viviendas con tanque séptico y el restante 38% de las que realizan el vertido directo.

La relación de la Demanda Biológica de Oxígeno y la Demanda Química de Oxígeno (DBO/DQO) mostraba que en el tramo estudiado (300 m), la quebrada ha degradado el 80% de la carga contaminante debido a la alta capacidad de autodepuración de la corriente.

El problema principal identificado de contaminación por aguas residuales domésticas era por coliformes totales.

Como recomendaciones se plantearon alternativas de solución tales como: la implementación de tratamiento de aguas residuales no convencionales para las viviendas que aún realizaban vertido directo, la política de manejo integral del recurso hídrico a través de las empresas comunales que actualmente manejaban los acueductos veredales.

3. Calva Alejo y Rojas Caldelas (2014), realizaron el “Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en el Municipio de Mexicali, México”. Este trabajo tiene el propósito de evaluar la gestión municipal de residuos sólidos urbanos en el municipio de Mexicali, México, a través del marco de la sustentabilidad. Donde comentan que las áreas urbanas representan un foco de atención para las administraciones locales pues representan espacios de importancia económica en el Producto Interno Bruto (PIB).

El análisis comprendió revisión documental, entrevistas semi-estructuradas y talleres participativos, agrupada en tres apartados: marco jurídico normativo, buenas prácticas de gestión sustentable de residuos sólidos urbanos y diagnóstico municipal. El balance muestra avances en el marco jurídico con una débil instrumentación operativa y la necesidad de crear o reforzar el desarrollo de investigación, conformación de mercados, monitoreo, información y participación pública.

### **2.1.2.2 Antecedentes en El Salvador**

Alvarado, Amador y Cuéllar (2012), realizaron una investigación llamada “Propuesta de un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales en el municipio de Ayutuxtepeque, San Salvador”. El estudio tenía el fin de obtener información sobre el manejo de residuos sólidos generados en los hogares y prácticas de recolección, reciclaje y disposición final de los mismos. Se utilizó una serie de herramientas tales como encuestas, entrevistas y observaciones generales obtenidas en los sectores siguientes: población del municipio de Ayutuxtepeque, centros de acopio e intermediarios y recolectores formales (trabajadores del tren de aseo municipal) e informales (pepenadores).

A partir de estos estudios, se obtuvieron en esta investigación los siguientes resultados: un cuarenta y seis por ciento (46%) de la población de Ayutuxtepeque separaba la basura generada y un ochenta y ocho por ciento (88%) estuvo dispuesta a realizar la separación de los residuos sólidos en sus hogares. Se encontró gran potencial reciclable en materiales como el polipropileno y el polietileno de baja densidad.

También, incluyeron la caracterización física cuantitativa de los residuos sólidos domiciliarios, constituido por dos partes principales: la caracterización a través de la recolección de residuos sólidos domiciliarios por un período de tiempo de quince (15) días, realizado por diez (10) familias; y la cuantificación de residuos sólidos domiciliarios a través de una encuesta de hábitos de consumo, realizada a setenta y cinco (75) familias, utilizando cinco (5) grupos principales y la conformación de catorce (14) grupos específicos.



Dentro de los resultados obtenidos en los cinco (5) grupos principales estuvieron: el 20.63% eran materiales reciclables, 14.86% fueron materiales bioinfecciosos, se encontró que un 13.27% de esos residuos sólidos no se reciclan en El Salvador y el 1.24% eran materiales tóxicos y peligrosos. La generación de residuos sólidos por los catorce (14) grupos específicos fueron: 2.35% de tereftalato de polietileno, 1.42% de polietileno de alta densidad, 3.14% de polipropileno, 0.39% de poliestireno, 2.9% de plástico flexible, 0.86% eran residuos de polipropileno bioorientado, 1.66% de multilaminados, el 2.21% fueron latas y metales, el 4.53% era vidrio, 11.04% era papel y cartón y 3.34% eran residuos sólidos misceláneos; la generación de bioinfecciosos, tóxicos y peligrosos corresponden a los mismos porcentajes de los cinco (5) grupos de la clasificación general.

- ✓ Argueta, Lovos y Navarro (2013), realizaron una investigación denominada “Sistema de Gestión para el Aprovechamiento de los desechos comunes en el área metropolitana de San Salvador”. Donde diagnosticaron la situación actual del aprovechamiento de los desechos comunes en el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS), identificando las deficiencias en el proceso actual de aprovechamiento de los desechos comunes, y las oportunidades de mejora en estas áreas y se diseñaron propuestas para mejorar el aprovechamiento de los desechos comunes, en el AMSS, recomendando los elementos necesarios para un mejor funcionamiento de la cadena de aprovechamiento de los desechos comunes.

- ✓ Pérez, Quintanilla y Yáñez (2014), en su trabajo de tesis realizaron una investigación llamada “Diagnóstico de red pública de aguas residuales domésticas y estudio para la ubicación de planta de tratamiento de la ciudad de San Miguel”. Para la recolección de datos de campo del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de San Miguel, solicitaron a las instituciones responsables documentos como planos, mapas, reportes, investigaciones y visitas de campo para recolectar datos in situ que ayudaron a realizar la investigación, una vez recolectada la información bibliográfica y de campo se procedió al análisis, cálculo y tabulación de los datos para la elaboración del documento.

Las conclusiones a las que se llegaron como resultado de este estudio fueron las siguientes: La red de alcantarillado público de la ciudad de San Miguel estaba constituida por 200.97 km de tuberías, el diámetro de la tubería variaba de 6 pulgadas a 48 pulgadas, el 89% de la tubería era de concreto, 10 % de PVC y un 1% de acero colado.

El sistema también contaba con un total de 1,467 pozos de visita o inspección; el estado físico de los pozos de visita, en su mayoría se encontraban en buen estado, los problemas más frecuente que estos presentaban era el extravió de sus tapaderas, perdida de ubicación de estos debido al recarpeteo de calles, pozos con tapaderas sin identificación; además se encontró que la red de alcantarillado sanitario pública de la ciudad de San Miguel descargaba sus aguas en seis puntos, los cuales se encontraron situados en la ribera Oeste del río grande de la ciudad de San Miguel.

En base a los aforos que se realizaron en los puntos de descargas, el caudal promedio horario de aguas residuales evacuadas por la red pública de alcantarillado sanitario de la ciudad de San Miguel era de 3.1891 m<sup>3</sup>/s; las zonas de la ciudad de San Miguel, que no contaban con red de alcantarillado sanitario fueron las que se encontraban al Suroeste, al Norte y al Noreste; las zonas que se encontraron como las más adecuadas para la ubicación de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas en la ciudad de San Miguel estaban ubicadas al Sureste de la ciudad.

- ✓ Anzora, Cruz y Rivera (2015), realizaron una investigación denominada “Diagnóstico de las condiciones de saneamiento básico relacionados con el abastecimiento de agua para consumo, disposición sanitaria de aguas residuales, excretas y el manejo de los residuos sólidos en la comunidad cebadilla ubicada en el cantón El Volcán, municipio de Sensuntepeque del departamento de Cabañas, durante el periodo de enero a noviembre del año 2015”, el cual buscaba describir las condiciones de saneamiento básico.

El estudio realizado fue descriptivo y transversal; los métodos utilizados para recolección de información fueron: el recorrido comunitario, entrevistas semiestructuradas, observación y revisión técnica; entre las herramientas que utilizaron estaban: mapas comunitarios, guía de observación, guía de revisión del sistema de agua.

Dentro de las conclusiones que se obtuvieron en esta investigación están las siguientes: el sistema de abastecimiento no contaba con un programa de vigilancia sanitaria ni con un control de calidad del agua; la comunidad presentaba un alto factor de riesgo pues se encontró que no contaban con un sistema de evacuación de aguas residuales debido a las condiciones de topografía del terreno, el cual no permitía realizar la

disposición de estas; la comunidad cebadilla no contaba con la etapa de recolección y transporte de residuos sólidos de tipo municipal y muchas familias optaban por quemar, tirar al solar, o enterrar los residuos sólidos generados.

En el tema de la disposición de excretas sin arrastre de agua, se constató que las personas no se encontraban capacitadas para el uso y mantenimiento de las letrinas, por lo que ponían en riesgo la salud de su familia; habían algunas personas que no contaban con algún tipo de letrina, por lo cual, disponían las excretas en su domicilio a cielo abierto; en el estudio se encontró que las personas arrojaban las aguas servidas al traspatio, produciendo de esta manera humedad en los mismos, lo cual provoca en conjunto con la acumulación de residuos de comida la generación y concentración de moscas incluyendo otros vectores de interés sanitario.

## 2.2 Marco teórico

### 2.2.1 Saneamiento ambiental

Conjunto de actividades desarrolladas por todos los servicios de salud de un país tendientes a prevenir, controlar o eliminar los factores del medio que constituyen riesgo para la salud de la población. (OMS/UNICEF, 2010).

Saneamiento Básico:

Son las actividades y/o procedimientos encaminados a interrumpir la cadena o ciclos de transmisión de enfermedades al ser humano.

Diagnóstico en saneamiento básico (Anzora, Cruz y Rivera, 2015)

Proceso mediante el cual se identifican los factores de riesgos a la salud, condicionados por actitudes y prácticas individuales tanto en el nivel domiciliario como comunitario. Tiene como propósito establecer y corregir los problemas para su posterior atención.

(Cofepris, 2011). Dentro de las actividades que comprende el diagnóstico, destacan las siguientes:

- ✓ Coordinación con autoridades, asociaciones civiles, líderes y comités comunitarios.
- ✓ Recopilación de información de la localidad (número de habitantes, morbilidad y todos los necesarios).
- ✓ Identificación de las fuentes de abastecimiento de agua destinada al uso y consumo humano. Ubicación de las fuentes en un plano o croquis de la localidad.

- ✓ Cobertura de servicios de agua potable, de disposición sanitaria de excretas, de recolección de basura, de servicios de salud, entre otros.
- ✓ Identificación de tipo o método de disposición de excretas existentes en la región, idiosincrasia de la población y recursos disponibles para la promoción y construcción de sistemas adecuados de disposición.
- ✓ Prevención de la problemática con respecto a la disposición de desechos sólidos en el nivel domiciliario, así como en la región.
- ✓ Problemática relativa al manejo de los alimentos en el nivel domiciliario.

### **2.2.2 Abastecimiento de agua para consumo humano**

El agua es civilización<sup>8</sup>. Nos representa una gran cantidad en nuestro planeta Tierra, hace posible los cultivos y satisface la sed de las poblaciones; de algún modo podríamos decir que las cualidades y funciones del agua forman parte del funcionamiento humano. Agua para consumo humano, llamada también agua potable, es aquella que debe estar exenta de organismos capaces de provocar enfermedades y de elementos o sustancias que puedan producir efectos fisiológicos perjudiciales para la salud<sup>9</sup>.

El agua es fuente de vida, pero también es foco de enfermedades. El agua contaminada no es una circunstancia de hoy en día y ligada exclusivamente a la industrialización, por el contrario, siempre ha sido una de las grandes preocupaciones del ser humano.

---

<sup>8</sup> BALL, Philip, *H<sub>2</sub>O Una biografía de agua*, Madrid, Ed. Fondo de Cultura Económica, 2007, p.23-44.

<sup>9</sup> AGUIRRE ROQUE, E.L y otros, *Guía para la operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y aguas residuales intrahospitalarios*, Tesis inédita para optar al grado de Ingeniero Civil, UES, San Salvador, El Salvador, noviembre del 2000, p. 29.

### **2.2.2.1 Fuentes de abastecimiento de agua<sup>10</sup>**

Una fuente de abastecimiento es un cuerpo de agua que abastece a determinada población, la cual satisface sus necesidades básicas como: higiene y aseo personal, preparación de alimentos, ingesta, etc.

### **2.2.2.2 Clasificación de fuentes de abastecimiento de agua**

#### **2.2.2.2.1 Aguas pluviales**

Es el agua que proviene de la lluvia, nieve o granizo la cual es almacenada para consumo humano, este tipo de abastecimiento no es muy bueno ya que no es constante y el agua se obtiene por temporadas. La captación de agua de lluvia (Meteóricas) es un medio fácil de obtener agua para consumo humano y/o uso agrícola. En muchos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria para consumo humano, se recurre al agua de lluvia como fuente de abastecimiento. Al efecto, el agua de lluvia es interceptada, colectada y almacenada en depósitos para su posterior uso. En la captación del agua de lluvia con fines domésticos se acostumbra a utilizar la superficie del techo como captación, conociéndose a este modelo como SCAPT (Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos). Este modelo tiene un beneficio adicional y es que además de su ubicación minimiza la contaminación del agua.

#### **El agua lluvia contiene sustancias químicas<sup>11</sup>**

El agua de lluvia a menudo es considerada una fuente segura de agua limpia. Si bien es una fuente de agua blanda comparada con el agua de las casas de campo y no presenta

---

<sup>10</sup> UNDA/OPAZO Manual de Saneamiento, vivienda, desechos y excretas.

<sup>11</sup> [www.ehowendspanol.com](http://www.ehowendspanol.com)

metales pesados del suelo, el agua de lluvia no es completamente libre de químicos. Cuando las sustancias químicas y los contaminantes se elevan en el aire, la lluvia los vuelve a bajar a la tierra. Cuando aumenta la cantidad de químicos en el agua de lluvia, se convierte en lluvia ácida. El agua de lluvia del mundo contiene químicos provenientes de la contaminación del aire, independientemente de que la acidez sea alta o baja.

El agua de lluvia, especialmente en el caso de las zonas urbanas, tiene monóxido de carbono. Este gas llega al aire proveniente de la quema de combustibles, madera y materiales similares. El humo se eleva y el monóxido de carbono aumenta. Cuando cae la lluvia, el monóxido de carbono del aire se mezcla con el agua.

El uso de combustibles fósiles carga el aire de sustancias químicas como dióxidos de azufre y nitrógeno que, mezcladas con el vapor de agua, producen lluvias ácidas. Ellas afectan la vida acuática, dañan zonas forestales y modifican parámetros vitales del suelo. Además, la sedimentación ácida incrementa los niveles de metales tóxicos, como cobre y mercurio en los abastecimientos no tratados de agua potable.

Las características pluviométricas particulares de la región salvadoreña (con un marcado periodo de lluvias, acompañado de otro en el que las precipitaciones son inexistentes), condiciona sobremanera la capacidad de captar, regular y almacenar los aportes de agua, haciendo más complicada la gestión de un recurso indispensable para el desarrollo nacional. (PNUD, 2009).

#### **2.2.2.2 Aguas superficiales**

Es el agua que se almacena en las superficies de la tierra, ya sea en lagos, ríos y mares también de forma sólida en los glaciares. Es una buena fuente de abastecimiento de agua



en cuanto a la cantidad, y en la calidad es muy deficiente ya que está expuesta a muchos contaminantes y materiales orgánicos.

Esta se produce por la escorrentía generada a partir de las precipitaciones o por el afloramiento de aguas subterráneas. Pueden presentarse en forma de corrientes, como en el caso de ríos y arroyos, o quietas si se trata de lagos, reservorios, embalses, lagunas, humedales, estuarios, océanos y mares. Para propósitos regulatorios, suele definirse al agua superficial como toda agua abierta a la atmósfera y sujeta a escorrentía superficial. Una vez producida, el agua superficial sigue el camino que le ofrece menor resistencia. Una serie de arroyos, riachuelos, corrientes y ríos llevan el agua desde áreas con pendiente descendente hacia un curso de agua principal.

Un área de drenaje suele denominarse cuenca de drenaje o cuenca hidrográfica. La calidad del agua está fuertemente influenciada por el punto de la cuenca en que se desvía para su uso. La calidad de corrientes, ríos y arroyos varía de acuerdo a los caudales estacionales y puede cambiar significativamente a causa de las precipitaciones y derrames accidentales.

Los lagos, reservorios, embalses y lagunas presentan en general, menor cantidad de sedimentos que los ríos, sin embargo, están sujetos a mayores impactos desde el punto de vista de actividad microbológica. Los cuerpos de agua quietos tales como lagos y reservorios, envejecen en un período relativamente grande como resultado de procesos naturales. Este proceso de envejecimiento está influenciado por la actividad microbológica que se encuentra relacionada directamente con los niveles de nutrientes en el cuerpo de agua y puede verse acelerada por la actividad humana.

### **2.2.2.2.3 Aguas subterráneas**

Es el agua que se infiltra en la tierra y se acumula en grandes cantidades en un acuífero, se deposita entre capas impermeables de la tierra, es una excelente fuente de abastecimiento, por su cantidad y calidad, ya que es difícil contaminarla, aunque hay que tomar en cuenta que una vez contaminada su auto purificación es muy lenta.

El agua subterránea representa una fracción importante de la masa de agua presente en los continentes. Esta se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la Tierra. El volumen del agua subterránea es mucho más importante que la masa de agua retenida en lagos o circulante, y aunque menor al de los mayores glaciares, las masas más extensas pueden alcanzar millones de km<sup>2</sup> (como el acuífero guaraní). El agua del subsuelo es un recurso importante y de este se abastece a una tercera parte de la población mundial, pero de difícil gestión, por su sensibilidad a la contaminación y a la sobreexplotación.

#### **Manantiales**

Los manantiales son puntos localizados en la corteza terrestre por donde aflora el agua subterránea. Generalmente este tipo de fuentes sufre variaciones en su producción, asociadas con el régimen de lluvia en la zona; en la mayoría de los casos, es de esperar que el caudal mínimo del manantial coincida con el final del periodo seco en la zona.

#### **Pozo Excavado a Mano (PEM)**

Esta opción resulta ser una solución tecnológica bastante apropiada para el suministro de agua para el sector rural disperso. Son construidos por los mismos beneficiarios utilizando herramientas manuales, generalmente de poca profundidad.

### **Pozo Perforado (PP)**

Son orificios perforados con instrumentos mecánicos en puntos estratégicos, para obtener el agua subterránea. Tienen la ventaja de poder llegar a mayores profundidades y su periodo de elaboración es corto debido a la potencia y efectividad de la maquinaria.

#### **2.2.2.2.4 Agua envasada**

Las enfermedades causadas por la mala calidad del agua de consumo humano son frecuentes en todo el mundo, ellas ocurren por diferentes causas como, la falta de un tratamiento correcto del agua o por contaminación en las redes de distribución, etc. Esto ha creado una desconfianza generalizada sobre la potabilidad del agua de grifo y es la principal razón para que los consumidores prefieran una alternativa de consumo, como es el agua envasada en bolsas o en botellas plásticas; que, a pesar de ser más costosa, la mayoría de las personas la compran y beben con confianza convencidos de su calidad.

Es a partir de la mala calidad de agua y deficiencias en la prestación del servicio, donde surge la necesidad de la población de contar con un agua de mejor calidad y en algunos casos de contar con un algún tipo de servicio de agua potable.

#### **2.2.2.3 Calidad del agua**

Es fundamental asegurar que el agua que se usa para consumo tenga una calidad adecuada<sup>12</sup>. El agua potable es aquella que al consumirla no daña el organismo del ser humano ni daña los materiales a ser usados en la construcción del sistema. Se debe mantener un control en la calidad del agua para consumo humano, el cual debe ser ejercido por el abastecedor, verificando y cumpliendo con las normas y reglamentos vigentes.

---

<sup>12</sup> Guía Básica de Control de Calidad de Agua – ONGAWA. p.4

El abastecedor de agua es responsable de la calidad del agua que produce y distribuye, y de la seguridad del sistema que opera<sup>13</sup>. Dichas acciones son posibles a través de una combinación de mantenimiento preventivo y de buenas prácticas operativas, apoyado por la evaluación continua de la calidad de las fuentes, de los procesos de tratamiento y del sistema de distribución, en conjunto con las inspecciones sanitarias, lo que asegura la buena calidad del agua y la ausencia de su contaminación en el sistema de distribución.

**Los requerimientos básicos para que el agua sea potable, son<sup>14</sup>:**

- ✓ Estar libre de organismos patógenos causantes de enfermedades.
- ✓ No contener compuestos que tengan un efecto adverso, agudo o crónico sobre la salud humana.
- ✓ Ser aceptablemente clara (por ejemplo: baja turbidez, poco color, etc.)
- ✓ No salina.
- ✓ Que no contenga compuestos que causen sabor y olor desagradables.
- ✓ Que no cause corrosión o incrustaciones en el sistema de abastecimiento de agua, y que no manche la ropa lavada con ella.

**2.2.2.3.1 Potabilización**

**Métodos de desinfección disponible.**

Los desinfectantes y el equipo de desinfección se deben seleccionar de modo que satisfagan en lo posible las condiciones específicas de la aplicación a que se destinen teniendo en cuenta todos los factores que influyen en la fiabilidad, continuidad y eficacia de la desinfección. Los principales métodos se presentan a continuación.

---

<sup>13</sup> Guía para la vigilancia y Control de la calidad del agua para consumo humano. 2002. p 8

<sup>14</sup> Centro Internacional de Agua y Saneamiento. “Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable para pequeñas comunidades” Holanda 1998. p. 32.

**Cuadro No 1. Métodos de desinfección del agua disponibles.**

| Físicos             |              | Químicos                |        |
|---------------------|--------------|-------------------------|--------|
| Ultrafiltración     | Cloro        | Gas                     |        |
| Ultrasonido         |              | Hipoclorito             | Sodio  |
| Ósmosis Inversa     |              |                         | Calcio |
| Electroforético     |              | Dióxido de Cloro        |        |
| Ebullición          |              | Cloraminas              |        |
| Congelación         |              | Permanganato de Potasio |        |
| Radiación Ionizante | Gamma        | Yodo                    |        |
|                     |              | Bromo                   |        |
|                     | Ultravioleta | Ozono                   |        |
|                     |              | Peróxido de Hidrógeno   |        |
|                     |              | Plata                   |        |

*Fuente: Guía para la selección del sistema de desinfección, 2007, p.6*

### **Riesgos de los subproductos de la desinfección<sup>15</sup>**

Uno de los inconvenientes ligados a la desinfección son los subproductos de la desinfección (o productos de la desinfección o como se los conoce en términos de la ingeniería SPDs o bien en su acepción inglesa: DBPs –Disinfection by products).

Es fundamental que todo aquél que esté trabajando en esta línea del tratamiento de agua, tenga absolutamente claro qué significa “el riesgo por desinfección” y qué “el riesgo por no desinfección”. Ya que el riesgo de enfermar o morir por enfermedades microbiológicas que están presentes en el agua, toda vez que ésta no esté desinfectada, es

<sup>15</sup> Guía para la selección del sistema de desinfección, Lima 2007, p. 8-9

mucho más alto que los riesgos de enfermar por uno de los subproductos de la desinfección.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA) expresan que “bajo ningún concepto debe comprometerse la desinfección de las aguas de consumo”.

Es conveniente, por tanto, adoptar los siguientes criterios:

- ✓ Dar preferencia al uso de recursos protegidos naturalmente, en lugar de usar aguas subterráneas de acuíferos vulnerables, o aguas superficiales cuya calidad pueda requerir la aplicación de tratamientos complejos.
- ✓ Realizar el mejor tratamiento previo posible del agua, que permita eliminar la mayor cantidad de materia orgánica.
- ✓ Introducir o mantener el tratamiento de desinfección que se requiera. Bajo ninguna circunstancia la detección de subproductos de la desinfección debe ocasionar la reducción de este tratamiento, o peor aún interrumpirlo.

### **Propiedades de los productos del cloro<sup>16</sup>**

Las diversas variedades comerciales del cloro se obtienen por métodos diferentes, y de ellos dependen la concentración de cloro activo, su presentación y estabilidad. En el Cuadro No 2 se listan las principales propiedades de cada una de estas variedades.

---

<sup>16</sup> Guía para la selección del sistema de desinfección, Lima 2007, p. 11

**Cuadro No 2. Propiedades de los productos de cloración.**

| Nombre y formula                                   | Nombre comercial o común   | Aspecto                                   | % Cloro activo   | Estabilidad en el tiempo  | Seguridad   | Envase usual  |
|--|--|---|--|---|---|---|
| <i>Cal clorada</i><br>CaO.2CaCl<br>2O. 3H2O        | Cal clorada,<br>Polvo blanqueador,<br>hipoclorito de calcio, cloruro de cal      | Polvo blanco seco                         | 15 a 35%   | Media. Se deteriora rápidamente cuando se Expone a temperatura alta, humedad y/o luz solar. Pérdida de 1% al mes. | Corrosivo   | Latas de 1.5 kg<br>Tambores de 45 - 135 kg<br>Bolsas plásticas o de papel de 25 - 40 kg, otros. |
| <i>Hipoclorito de sodio</i><br>NaClO               | Hipoclorito de sodio, blanqueador líquido, lejía, agua lavandina, agua sanitaria | Solución líquida amarillenta              | 1 a 15% como Máximo. Concentraciones mayores a 10% son inestables. | Baja. Pérdida de 2- 4% por mes; mayor si la temperatura excede los 30°C   | Corrosivo   | Diversos tamaños de botellas de plástico y vidrio, y garrafones                                 |
|  | Hipoclorito de sodio por electrólisis <i>in situ</i>                             | Solución líquida amarillenta              | 0.1 – 0.6 %  | Baja  | Oxidante  | Volumen variable  |
| <i>Hipoclorito de calcio</i><br>Ca (ClO)2.4<br>H2O | HTH, Perclorón   | Polvo, Gránulos y tabletas. Sólido blanco | Polvo: 20 – 35%<br>Granulado: 65 - 70%<br>Tabletas: 65 –70%        | Buena. Pérdida de 2- 2.5% por año   | Corrosivo. Inflamación posible al entrar en contacto con Ciertos materiales ácidos. | Latas de 1.5 kg, tambores 45 - 135 kg, baldes de plástico                                       |

*Fuente: Guía para la selección del sistema de desinfección, 2007, p.11.*

#### 2.2.2.4 Escasez del agua

El acceso a fuentes de agua apta para el consumo humano, pese a los avances en la materia, se antoja como un bien escaso en El Salvador. Dicha problemática ha derivado en diversos impactos de índole socioeconómica y ambiental, comprometiendo a su vez el grado de bienestar de la población. (PNUD, 2014; Dirección General Estadística y Censos, 2011).

## **2.2.3 Manejo de aguas residuales y excretas**

### **2.2.3.1 Manejo de aguas residuales**

#### **2.2.3.1.1 Definición de aguas residuales**

Agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella. No obstante, las aguas residuales de un usuario pueden servir de suministro para otro usuario en otro lugar. Las aguas de refrigeración no se consideran aguas residuales.<sup>17</sup>

#### **2.2.3.1.2 Clasificación de aguas residuales**

Según su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua, que provienen de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual (Mendonça, 1987).

Las aguas residuales, como se menciona anteriormente pueden tener uno o diversos orígenes, entre esos podemos obtener que sea de origen doméstico, industrial, pecuario, agrícola, recreativo, entre otras, los cuales determinan sus características que estas aguas puedan tener.<sup>18</sup>

Las aguas residuales se clasifican de la siguiente manera:

- ✓ Agua Residual Doméstica (ARD): Estas aguas se caracterizan por ser residuos líquidos de viviendas, zonas residenciales, establecimientos comerciales o institucionales.

---

<sup>17</sup> <http://www.fao.org>, junio 2018.

<sup>18</sup> <http://sites.google.com/site/ptaruniminuto>, julio 2018.



Estas, además, se pueden subdividir en:

- ✓ Aguas Negras: Se caracterizan por ser Aguas que son transportadas de la orina y lo proveniente del inodoro.
- ✓ Aguas Grises: Se caracterizan por ser Aguas jabonosas las cuales pueden contener grasas, provenientes de la ducha, tina, lavamanos, lavaplatos, lavadero y lavadora.
- ✓ Agua Residual Municipal o Urbana (ARU): Estas aguas se caracterizan por ser residuos líquidos de un conglomerado urbano; de lo cual tiene actividades domésticas e industriales, transportadas por una red de alcantarillado.
- ✓ Agua Residual Industrial (ARI): Estas aguas se caracterizan por ser residuos líquidos provenientes de procesos productivos industriales, las cuales pueden tener origen agrícola o pecuario.
- ✓ Aguas lluvias (ALL): Estas aguas se caracterizan por ser originadas por el escurrimiento superficial de las lluvias las cuales fluyen por los techos, calles, jardines y demás superficies del terreno. Dentro de las aguas lluvias se pueden determinar que los primeros flujos que se obtienen son generalmente muy contaminados debido al arrastre de basura y demás materiales acumulados en la superficie.
- ✓ Residuos Líquidos Industriales (RLI): Estas aguas se caracterizan por ser provenientes de los diferentes procesos industriales, por lo cual su composición varía según el tipo de proceso industrial y aún para un mismo proceso industrial, así mismo se puede determinar sus características diferentes en industrias diferentes.

### **2.2.3.1.3 Aguas Residuales Agrícolas (ARA):**

Estas aguas se caracterizan por ser las que provienen de la escorrentía superficial de las zonas agrícolas y se caracterizan por la presencia de pesticidas, sales y un alto contenido de sólidos en suspensión.

#### **Principales características de las aguas residuales.**

Estas características de las aguas residuales son parámetros importantes para el tipo de tratamiento, así como para la gestión técnica de la calidad ambiental.<sup>19</sup>

#### **2.2.3.1.3.1 Características Físicas.**

##### **✓ Temperatura.**

La temperatura de las aguas residuales es mayor que la de las aguas no contaminadas, debido a la energía liberada en las reacciones bioquímicas, que se presentan en la degradación de la materia orgánica. Las descargas calientes son otra causa de este aumento de temperatura.

##### **✓ Turbidez.**

La turbidez, medida de la propiedad de transmisión de la luz del agua, es otro ensayo utilizado para indicar la calidad de los vertidos de aguas residuales con respecto a la materia suspendida.

##### **✓ Color.**

El color es un indicativo de la edad de las aguas residuales. El agua residual reciente suele ser gris; sin embargo, a medida que los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en el agua residual se reduce y el color cambia a negro. En esta condición, se dice que el agua residual es séptica.

---

<sup>19</sup> <http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf>, 2018.

✓ **Olor.**

El olor es debido a los gases producidos en la descomposición de la materia orgánica, sobre todo, a la presencia de ácido sulfhídrico y otras sustancias volátiles. El agua residual reciente tiene un olor peculiar algo desagradable, pero más tolerable que el del agua residual séptica.

✓ **Sólidos Totales.**

Los sólidos totales presentes en el agua residual se clasifican según su tamaño o presentación en sólidos suspendidos y sólidos filtrables.

✓ **Sólidos suspendidos**

Son las partículas flotantes, como trozos de vegetales, animales, basuras, etc., y aquellas otras que también son perceptibles a simple vista y tienen posibilidades de ser separadas del líquido por medios físicos sencillos.

Dentro de los sólidos suspendidos se pueden distinguir los sólidos sedimentables, que se depositarán por gravedad en el fondo de los receptores. Estos sólidos sedimentables, son una medida aproximada de la cantidad de fango que se eliminará mediante sedimentación.

✓ **Sólidos filtrables**

Esta fracción se compone de sólidos coloidales y disueltos. La fracción coloidal consiste en partículas con un diámetro aproximado que oscila entre 10 y 1 micra. Esta fracción no puede eliminarse por sedimentación. Los sólidos disueltos se componen de moléculas orgánicas, moléculas inorgánicas e iones que se encuentran disueltos en el agua. Por lo general, se requiere una coagulación seguida de sedimentación para eliminar estas partículas de la suspensión.

#### 2.2.3.1.3.2 Características Químicas.

Las características químicas estarán dadas, principalmente, en función de los desechos que ingresan al agua servida.

✓ **Materia Orgánica.**

La materia orgánica está compuesta en un 90% por carbohidratos, proteínas, grasas y aceites provenientes de excrementos y orina de seres humanos, restos de alimentos y detergentes. Estos contaminantes son biodegradables, es decir, pueden ser transformados en compuestos más simples por la acción de microorganismos naturales presentes en el agua, cuyo desarrollo se ve favorecido por las condiciones de temperatura y nutrientes de las aguas residuales domésticas.

La urea, principal constituyente de la orina, es otro importante compuesto orgánico del agua residual. Debido a la rapidez con que se descompone, la urea es raramente hallada en un agua residual que no sea muy reciente.

El agua residual contiene también pequeñas cantidades de moléculas orgánicas sintéticas como agentes tensoactivos, fenoles y pesticidas usados en la agricultura.

✓ **Materia inorgánica.**

Se incluyen en este grupo todos los sólidos de origen generalmente mineral, como son sales minerales, arcillas, lodos, arenas y gravas no biodegradables.

✓ **Hidrógeno (pH)**

El intervalo de concentración idóneo para la existencia de la mayoría de la vida biológica es muy estrecho y crítico. El agua residual con una concentración adversa de ion hidrógeno es difícil de tratar por medios biológicos. Por lo general, el pH óptimo para el crecimiento de los organismos se encuentra entre 6.5 y 7.5.

✓ Cloruros

Proceden de la disolución de suelos y rocas que los contienen y que están en contacto con el agua, intrusión del agua salada (zonas costeras), agua residual doméstica, agrícola e industrial. Suministra información sobre el grado de concentración del agua residual.

✓ Nitrógeno

Nutriente esencial para el crecimiento de protistas y plantas. Básico para síntesis de proteínas.

✓ Fósforo

Incrementa la tendencia de proliferación de algas en el receptor. Íntimamente ligado, igual que el nitrógeno, al problema de la eutrofización.

✓ Azufre

Requerido en la síntesis de las proteínas y liberado en su degradación.

✓ Gases.

Las aguas residuales contienen diversos gases con diferente concentración.

✓ Oxígeno disuelto

Es el más importante, y es un gas que va siendo consumido por la actividad química y biológica. La presencia de oxígeno disuelto en el agua residual evita la formación de olores desagradables. La cantidad de oxígeno disuelto depende de muchos factores, como temperatura, altitud, movimientos del curso receptor, actividad biológica, actividad química, etc.

✓ Ácido sulfhídrico

Se forma por la descomposición de la materia orgánica que contiene azufre o por la reducción de sulfitos y sulfatos minerales. Su presencia, que se manifiesta

fundamentalmente por los olores que produce, es un indicativo de la evolución y estado de un agua residual.

✓ Anhidrido carbónico

Se produce en la fermentación de los compuestos orgánicos de las aguas residuales negras.

Metano: se forma en la descomposición anaerobia de la materia orgánica por la reducción bacteriana del CO<sub>2</sub>.

✓ Otros gases

Se producen además gases malolientes, como ácidos grasos volátiles y otros derivados del nitrógeno.

### 2.2.3.1.3.3 Características Biológicas.

Estas características están definidas por la clase de microorganismos presentes en el agua, entre los cuales tenemos:

✓ **Bacterias.**

Juegan un papel fundamental en la descomposición y estabilización de la materia orgánica.

Pueden clasificarse, en base a su metabolismo, en heterótrofas y autótrofas. Las bacterias autótrofas son aquellas que se nutren de compuestos inorgánicos, tomando la energía necesaria para sus biosíntesis a partir de la luz (bacterias fotosintéticas: familia *Thiorhodaceae*, *Chlorobiaceae*) o a partir de ciertas reacciones químicas (bacterias quimiosintéticas: *Nitrobacter*, *Nitrosomonas*, *Hydrogenomonas*, *Thiotrix*). En el tratamiento biológico de las aguas residuales, las bacterias heterótrofas constituyen el grupo más importante, por su necesidad de compuestos orgánicos para el carbono celular.

Las bacterias autótrofas y heterótrofas pueden dividirse, a su vez, en anaerobias, aerobias, o facultativas, según su necesidad de oxígeno.

***Bacterias anaerobias:*** son las que consumen oxígeno procedente de los sólidos orgánicos e inorgánicos y la presencia de oxígeno disuelto no les permite subsistir. Los procesos que provocan son anaerobios, caracterizados por la presencia de malos olores.

***Bacterias aerobias:*** son aquellas que necesitan oxígeno procedente del agua para su alimento y respiración. El oxígeno disuelto que les sirve de sustento es el oxígeno libre (molecular) del agua, y las descomposiciones y degradaciones que provocan sobre la materia orgánica son procesos aerobios, caracterizados por la ausencia de malos olores.

***Bacterias facultativas:*** algunas bacterias aerobias y anaerobias pueden llegar a adaptarse al medio opuesto, es decir, las aerobias a medio sin oxígeno disuelto y las anaerobias a aguas con oxígeno disuelto.

***Bacterias coliformes:*** bacterias que sirven como indicadores de contaminantes y patógenos. Son usualmente encontradas en el tracto intestinal de los seres humanos y otros animales de sangre caliente. Las bacterias coliformes incluyen los géneros *Escherichia* y *Aerobacter*.

✓ **Algas.**

En los estanques de estabilización, son un valioso elemento porque producen oxígeno a través del mecanismo de la fotosíntesis.

Las algas, al igual que sucede con otros microorganismos, requieren compuestos inorgánicos para reproducirse. A parte del anhídrido carbónico, los principales nutrientes necesarios son el nitrógeno y el fósforo. También son muy importantes vestigios de otros elementos (oligoelementos) como hierro, cobre, etc. Las algas pueden presentar el

inconveniente de reproducirse rápidamente, debido al enriquecimiento del agua (eutrofización) y crear grandes colonias flotantes originando problemas a las instalaciones y al equilibrio del sistema.

Los tipos más importantes de algas de agua dulce son: verdes (*Chlorophyta*), verdes móviles (*Volvocales euglenophyta*), verdiamarillas o marrón dorado (*Chrysophyta*) y verdiazules (*Cyanophyta*).

#### **Demanda química de oxígeno (DQO).**

Es la cantidad de oxígeno requerida para oxidar químicamente los materiales orgánicos presentes en una muestra de agua. Esta oxidación degrada el material orgánico biodegradable y no biodegradable.

#### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).**

El parámetro de polución orgánica más utilizado y aplicable a las aguas residuales y superficiales es la DBO a los 5 días (DBO). Supone esta determinación la medida del oxígeno disuelto utilizado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de materia orgánica biodegradable. La medida de la DBO es importante en el tratamiento de aguas residuales y para la gestión técnica de la calidad de agua porque se utiliza para determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica.

#### **2.2.3.1.4 Tratamiento de las aguas residuales.**

El tratamiento de las aguas residuales es una necesidad que tiene la sociedad para proteger su medio ambiente y garantizar el bienestar humano, pues éstas configuran un peligro potencial para la salud pública, ya que a través de estas se pueden transmitir



innumerables enfermedades; lo cual genera grandes impactos a la población y la economía de los países. (Hrudey S. & Hrudey E., 2004).

Si en los cascos urbanos la falta de tratamiento de las aguas residuales domésticas es un problema grave, más aún lo es en los territorios rurales donde los métodos de depuración al uso son altamente ineficientes. Todo esto se traduce en impactos ambientales que inducen pérdida de calidad del agua, alta morbilidad por enfermedades de origen hídrico y degradación ecosistémica, y cuyo control, como reto importante que es para la sostenibilidad, constituye un problema de investigación para la gestión ambiental, sobre todo en los entornos rurales. (Orjuela y Velásquez, 2015).

#### **2.2.3.1.4.1 Sistemas de tratamiento de las Aguas Residuales Domésticas**

Para el tratamiento de este tipo de aguas residuales, existen dos tipos:

- ✓ Sistema de tratamiento colectivo
- ✓ Sistema de tratamiento individual

##### **Sistema de tratamiento colectivo.**

Este tipo de sistema se refiere a las redes de alcantarillado sanitario, que en algunas ocasiones poseen planta de tratamiento de aguas residuales.

##### **Sistema de tratamiento individual**

Los sistemas individualizados son la mejor opción para el tratamiento de las aguas residuales y excretas en zonas rurales, en comunidades de baja densidad y a veces también, para partes de zonas rurales, dependiendo en estos casos de factores como la topografía del lugar<sup>20</sup>.

---

<sup>20</sup> Programa Ambiental Regional para Centroamérica, 2004.

### **2.2.3.2 Manejo de excretas**

El manejo inadecuado de excretas o heces es la principal fuente de enfermedades diarreicas agudas (EDA), ya que estos agentes se diseminan, según la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Los desechos humanos como las heces y orina representan un riesgo para la salud si no se dispone sanitariamente, porque en ellos se encuentran microorganismos patógenos que contaminan el agua y los alimentos, lo que produce enfermedades.

Por tal razón es necesario buscar soluciones para resolver esta problemática. La construcción de letrinas sanitarias donde no existe un sistema de drenaje es una alternativa sencilla para el manejo de los desechos fecales, y que además está al alcance de todos.

#### **2.2.3.2.1 Definición de excretas**

Son los residuos que el cuerpo humano elimina por el intestino, después que los alimentos han cumplido su función dentro del organismo. (Dirección de Salud Ambiental, 2009).

#### **2.2.3.2.2 Definición de letrina sanitaria**

Es un sistema apropiado e higiénico, donde se depositan los excrementos humanos que contribuye a evitar la contaminación del ambiente y a preservar la salud de la población. (Dirección General de Salud Ambiental, 2007).

#### **2.2.3.2.3 Ubicación para la construcción de una letrina.**

Para construir una letrina, lo primero que se debe hacer es buscar un lugar apropiado dentro del terreno de la casa y ubicarla a 15 metros de distancia de las fuentes de suministro de agua (pozos, aljibes, ojos de agua, etc.) y a 5 metros, como mínimo, de cualquier vivienda, con el fin de no contaminar el agua y los alimentos.

Un terreno firme y seco es preferible a uno blando y húmedo; si el terreno es plano, deberá estar libre de inundaciones y si tiene pendiente, la letrina deberá instalarse 15 metros pendientes abajo de cualquier fuente de suministro de agua, pues de lo contrario se corre el riesgo de contaminarla.

#### **2.2.3.2.4 Tipos de letrinas**

Una vez localizado el sitio para instalar la letrina, es necesario tomar en cuenta varios aspectos antes de empezar su construcción, como por ejemplo el clima y tipo de suelo, el nivel de las aguas freáticas, la disponibilidad de recursos económicos y el uso que vaya a tener, ya sea familiar o comunal. Las costumbres y el uso de ciertos materiales regionales para la construcción (piedra, adobe, madera, carrizos, etc.), también deben considerarse para la construcción de letrinas sanitarias<sup>21</sup>.

Generalmente es el nivel de servicio de abastecimiento de agua en la localidad, lo que determina el tipo de letrina que deberá usarse. Si el sistema de abastecimiento de agua es continuo, en cantidad suficiente y se cuenta con toma de agua domiciliaria, podrá optarse por letrinas de hoyo húmedo o de arrastre con agua, de lo contrario será una letrina seca.

Se clasifican en dos tipos:

1. Letrinas de Hoyo Seco (sin arrastre de agua).
  2. Letrinas de Hoyo Húmedo (con arrastre de agua).
- ✓ Letrinas de Hoyo Seco o Fosa Seca.

Este tipo de letrinas no necesitan agua para su funcionamiento, sin embargo, pueden requerir tan solo una pequeña cantidad de agua, para un aseo permanente.

---

<sup>21</sup> Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, 1989.

Esta letrina es la más común. Se trata simplemente de un hoyo en el terreno cubierto con una plancha de cemento o madera en la que se ha practicado un agujero sobre el que eventualmente se puede colocar una taza (inodoro o wáter).<sup>22</sup>. Una letrina de hoyo, retrete de hoyo o servicio de hoyo es un tipo de letrina que acumula el excremento humano en un hoyo en el suelo.

### **Características generales de la Letrina de Hoyo Seco.**

Generalmente, una letrina de hoyo consiste en tres partes: un hoyo en la tierra, un bloque o losa largo y ancho, pero no muy grueso por suelo y un refugio conteniéndolo. Normalmente, el hoyo tiene una profundidad de por lo menos tres metros (10 pies) de profundidad y un ancho de un metro (3.2 pies).

La Organización Mundial de la Salud recomienda que se construyan las letrinas a cierta distancia de la casa, equilibrando fácil acceso con el hedor. La distancia entre el agua subterránea y el agua superficial debe ser la más larga posible para disminuir el riesgo de contaminación del agua subterránea. El hoyo en el bloque no debe ser más grande de 25 centímetros (9.8 pies) para impedir que niños se caigan dentro del hoyo. Se debe impedir que la luz entre en el hoyo para evitar que entren también las moscas. Quizás, se requiera un tapón para tapar el hoyo en el suelo cuando no se usa la letrina.

Cuando se llena el hoyo de excremento hasta llegar a los 0.5 metros (1.6 pies) de la parte más alta, o debe ser vaciado o un nuevo hoyo debe ser construido, con el refugio reubicado o construido de nuevo en el nuevo sitio. El manejo de los residuos (fango de excremento) es complicado y si no se hace correctamente existen riesgos al ambiente y a la salud.

---

<sup>22</sup> <https://es.wikipedia.org>, junio 2018

Existen varias formas por las cuales se puede mejorar una letrina de hoyo de construcción simple. Una forma es agregar un tubo de ventilación, que empieza en el hoyo y sale por encima del refugio lo que mejora el flujo de aire y disminuye el hedor de la letrina. Si se tapa lo más alto del tubo con malla, normalmente hecha de PRFV, también se puede reducir el número de moscas. En estas letrinas no existe la necesidad de tapar el hoyo en el suelo. Otras mejoras posibles incluyen un suelo donde el líquido se vacía dentro del hoyo y un reforzamiento de la parte alta del hoyo con ladrillos o bloques, o con anillos de cemento, para mejorar la estabilidad de la letrina.

#### **Letrina Abonera Seca Familiar “LASF” (Anzora, Cruz y Rivera, 2015)**

Es una alternativa de saneamiento que consta de una doble cámara impermeable y un sentadero especial que separa las heces de la orina. A las heces depositadas en la cámara se les agrega ceniza, cal o tierra seca, para favorecer el proceso de degradación biológica en seco. Cuando una Letrina Abonera Seca Familiar (LASF) ha sido adecuadamente usada se puede obtener un abono orgánico relativamente inocuo.

#### **Características generales de la Letrina Abonera Seca Familiar:**

Consisten en dos cámaras separadas por un tabique central, con un agujero superior en cada una de ellas por donde se introducen las heces y la ceniza, y una compuerta de descarga lateral por donde se extraen los abonos una vez digeridos. Estas cámaras se construyen sobre el suelo y pueden ser hechas de materiales como bloque de cemento, ladrillo de barro cocido o piedra. Inicialmente se experimentó con letrinas de adobe, que eran baratas, pero de poca durabilidad, lo que indicó la necesidad de usar un material más resistente. En el suelo se funde el piso y las paredes se impermeabilizan por dentro con cemento y arena.

En la parte superior se funde una losa o plataforma que puede reforzarse con hierro o bambú. Una vez construidas las cámaras, se hace un sentadero especial (opcional) al cual se adaptará el dispositivo para separar las heces de la orina, evitando así mojar las cámaras. Luego se hace una caseta para dar privacidad a los usuarios y resguardo en época lluviosa o fría. Ésta puede ser de materiales diversos: adobe, ladrillo, barro, bloque, cartón, o cañas de bambú o maíz. El techo puede ser de paja o lámina. Los canales de conducción de orina son de PVC y el recipiente para su recolección puede ser de cualquier material, pero con boca angosta para evitar la entrada de moscas o la salida de olores desagradables.

### **Ventajas y desventajas de la Letrina Abonera Seca Familiar.**

#### **Ventajas:**

- ✓ Degradación de las excretas humanas en forma familiar para permitir la producción de abonos sanitariamente seguros.
- ✓ Construcción relativamente económica, adaptable a las condiciones de la vivienda rural; se construyen con materiales locales.
- ✓ Eliminación de los microorganismos patógenos al hombre, evitando las enfermedades que se transmiten por las heces y es fácil de aprender a construir y mantener por una familia campesina.
- ✓ Para su uso no se necesita agua, que es un elemento muy escaso.
- ✓ Pasa a formar parte de la economía familiar, en vista de que la inversión es recuperable y posteriormente produce beneficios comprobables.
- ✓ Ocupa poco espacio, no produce olores desagradables ni permite la proliferación de moscas, lo que hace posible tenerla cerca de la vivienda e inclusive dentro de ella.

**Desventajas:**

- ✓ Dada su aparente sencillez, es común pretender copiar la letrina, pero sin un seguimiento adecuado puede fácilmente convertirse en un problema que se acompaña de olores desagradables, proliferación de moscas y condiciones de insalubridad.
- ✓ El uso de la ceniza puede ser una limitante sobre todo cuando ésta es escasa o no se usa leña para cocinar.
- ✓ El costo de implementación de esta letrina es mayor en comparación a los
- ✓ Otros tipos.
- ✓ Los mayores inconvenientes se relacionan con el aspecto cultural de manipulación de excretas y el control de la humedad.
- ✓ Los niños pueden tener dificultades al momento del uso de la taza separadora, si está no cuenta con un accesorio que acondicione a las condiciones corporales menores.
- ✓ Letrinas de Hoyo Húmedo.

De acuerdo con Suni Celeste, (2005), este tipo de letrina proporciona un mayor nivel de servicio al usuario, excluyéndose la posibilidad de generación de malos olores y proliferación de moscas. Pueden quedar dentro de la vivienda ya que el sello hidráulico previene el mal olor y la proliferación de mosquitos. Debe evitarse agregar productos desinfectantes ya que no permiten que se lleve a cabo la descomposición de la materia orgánica que se encuentra en su interior.

**Letrina con Sistema de Fosa Séptica.** (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2009).

La fosa séptica consiste en un estanque con cubierta hermética impermeable donde se vierten las aguas servidas y se depositan los sólidos. El estanque puede ser fabricado con diferentes materiales, como hormigón, fibra de vidrio u otros. El líquido sobrenadante es recogido por un tubo y se lleva a un sistema de drenes o un pozo absorbente.

La fosa séptica es una alternativa limpia y cómoda para quienes cuentan con este tipo de sistemas, ya que permite contar con un baño dentro de la casa y una disposición sencilla de las aguas servidas.

Este sistema realiza mediante procesos físicos, la separación de las grasas, el tratamiento de las aguas negras y la disposición de líquidos provenientes del tanque séptico y la trampa para grasa.

Los elementos que componen el sistema son: tanque séptico, trampa para grasa y sistema de infiltración (pozo de absorción, campo de riego o zanja de infiltración y zanja de arena filtrante).

#### **Tanque séptico.**

Es el elemento de la fosa séptica que recibe las aguas negras provenientes del inmueble. El tanque séptico permite la sedimentación y eliminación de flotantes a través de procesos físicos y químicos.

Para el diseño del tanque debe considerarse la dotación de agua por persona por día y la capacidad del tanque debe ser tal que permita la retención de aguas residuales por un período de 24 a 40 horas, para que se desarrollen los procesos de sedimentación.



### **Trampa para grasa.**

Es el elemento de la fosa séptica que es utilizado para separar y retener las grasas provenientes de las aguas grises del inmueble con el objeto de evitar la introducción de estas a los sistemas de infiltración. El agua retenida en la trampa para grasa debe canalizarse directamente al pozo de absorción u otro sistema de infiltración.

Es preferible ubicarla en lugares bajo la sombra para mantener bajas temperaturas, para que la grasa se solidifique y no se mezcle con el agua, lo que permite la reducción de olores.

### **Sistema de infiltración.**

Este sistema consiste en un filtro para que el agua residual no llegue al subsuelo con los mismos contaminantes con los que salió del inodoro.

Existen tres tipos:

### **Pozo de absorción.**

Es un elemento opcional de infiltración. Es el elemento final de la fosa séptica, que recibe los líquidos provenientes del tanque séptico o la trampa para grasa. El pozo de absorción permite el tratamiento de los líquidos a través de materiales pétreos como piedra, grava y arena, previo a la disposición final al cuerpo receptor (suelo).

Para mantener la verticalidad y el buen funcionamiento del pozo de absorción se recomienda colocar el material filtrante de la siguiente manera:

- ✓ Del fondo del pozo de forma ascendente colocar una capa de arena limpia.
- ✓ Sobre la capa de arena colocar una capa de agrava.
- ✓ De la capa de grava hasta 50 centímetros debajo de la caída del efluente colocar piedra cuarta.

Para determinar la profundidad del pozo de absorción se tiene que realizar la prueba de infiltración, la cual será responsabilidad de la persona natural o jurídica solicitante, con asesoría del delegado de la Unidad de Salud respectiva.

#### **Zanja de infiltración o campo de riego.**

Es un elemento opcional utilizado para descargar el efluente proveniente del tanque séptico y de la trampa para grasa. El efluente se dispone a través de las zanjas en el subsuelo, permitiendo su oxidación y disposición. La profundidad de las zanjas se determina de acuerdo con la elevación del nivel freático y la tasa de infiltración.

Para la instalación de la zanja de infiltración o campo de riego se tiene que excavar como mínimo seis pozos espaciados uniformemente dentro del área propuesta.

#### **Zanja de arena filtrante.**

Las zanjas de arena filtrante se componen de una serie de zanjas similares a las de infiltración, pero con dos grandes diferencias: la primera, bajo la capa de grava que contiene la tubería de distribución, se adiciona una capa de arena que sirve como medio filtrante, y la segunda, porque el efluente del tanque séptico no es infiltrado en el subsuelo sino drenado en una tubería localizada en la parte inferior de la zanja, debajo de la capa de arena.

La zanja de arena filtrante consiste en una caja de ladrillo o concreto de 0,75 m de altura como mínimo, conformada con cuatro paredes laterales. En el fondo de la zanja, se coloca una capa de 0,10 metros de suelo cemento de proporción 1:6, rellenándola ascendentemente con grava No. 2 hasta 0,05 metros arriba, sobre el tubo inferior; posteriormente se coloca una capa de arena gruesa limpia hasta una altura máxima de 60

centímetros y otra capa de grava No. 2 sobre la arena gruesa hasta cubrir el tubo superior, rellenando con tierra hasta completar la altura de la caja.

### **Ventajas y desventajas de las letrinas con Sistema de Fosa Séptica.**

#### **Ventajas.**

- ✓ La caseta se construye una sola vez durante su vida útil.
- ✓ El baño puede ubicarse dentro de la vivienda o muy próxima, favoreciendo su accesibilidad y facilitando el lavado de manos.
- ✓ Genera mayor confort y aceptación por los usuarios, por tener un nivel de servicio parecido al de las ciudades.
- ✓ Puede acondicionarse un inodoro (en vez de la taza) de acuerdo con el gusto y elección de la familia.

#### **Desventajas.**

- ✓ Requiere agua para su funcionamiento
- ✓ Si el papel higiénico es depositado dentro, puede obstruir la trampa de la taza que produce el cierre hidráulico.
- ✓ En presencia de nivel freático alto o suelo muy arcilloso no es recomendable su uso.
- ✓ Se necesita de una mantención periódica para extraer los sólidos que se acumulan en el fondo.
- ✓ El costo de construcción, que en algunos casos no está al alcance de la población de los sectores rurales.

## **2.2.4 Manejo de Residuos Sólidos**

### **2.2.4.1 Los residuos sólidos y su clasificación**

#### **2.2.4.1.1 Definición de residuos sólidos**

De acuerdo con Christensen (2011), un residuo es un elemento resultado de las actividades humanas, el cual es rechazado porque se cree que no es posible usarlo más<sup>23</sup>, por lo cual abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Se debe considerar estrictamente los residuos sólidos como aquellos desechos que ya no se pueden aprovechar, los cuales, son un pequeño porcentaje de todo lo que generamos. El tipo y cantidad de desperdicios que producimos se encuentra directamente relacionados con nuestras formas y hábitos de vida y consumo.

Otra definición indica que es un material que no representa una utilidad o un valor económico para el dueño, el dueño se convierte por lo tanto en generador de residuos. Desde el punto de vista legislativo lo más complicado respecto a la gestión de residuos, es que se trata intrínsecamente de un término subjetivo, que depende del punto de vista de los actores involucrados (esencialmente generador y fiscalizador) <sup>24</sup>.

De acuerdo con la Ordenanza Municipal de Medio Ambiente del municipio de Sesorí, los residuos sólidos son todos aquellos desechos que no son gaseosos ni líquidos,

---

<sup>23</sup> La logística de reserva y su relación con la gestión integral y sostenible de residuos sólidos en sectores productivos, p. 228.

<sup>24</sup> Pan American Health Organization (PAHO). Manual de Residuos Sólidos Municipales, Ingeniería sanitaria, p. 695.

resultantes de las actividades públicas, comerciales, industriales, agrícolas y domésticas.  
p. 4.

#### **2.2.4.1.2 Clasificación de los residuos sólidos.**

Se entiende por residuo aquel producto, material o elemento que después de haber sido producido, manipulado o usado no tiene valor para quien lo posee. Desde el punto de vista legislativo lo más complicado respecto a la gestión de residuos, es que se trata intrínsecamente de un término subjetivo, que depende del punto de vista de los autores involucrados, es decir, un objeto que ya ha sido usado, posiblemente para esta persona quien utilizó este objeto ya perdió su valor y se deshace de éste, para otra persona podría ser aun de utilidad.

A pesar de que los desechos sólidos son muy diversos, y por tal razón resultaría muy complejo realizar una clasificación específica, sin embargo, doctrinariamente, los desechos sólidos se clasifican de varias maneras.

#### **De acuerdo con su composición física los residuos sólidos se clasifican en:**

##### **1. Residuos orgánicos**

Tamayo (2016) indica que los residuos orgánicos son todos aquellos que tienen la capacidad de descomponerse fácilmente, mediante la acción del agua, la temperatura y los microorganismos, como lo son las cáscaras de frutas y verduras, de huevo, residuos de alimentos, alimentos descompuestos, residuos de cosechas, entre otros. (p. 3).

Otra definición indica que los residuos orgánicos son aquellos materiales que se degradan por acción biológica, es decir, sufren biodegradación o putrefacción bacteriana, por medio de microorganismos bajo condiciones de temperatura, humedad, oxigenación,

luz, aire, etc.<sup>25</sup> estos, son susceptibles a descomponerse mediante procesos naturales en un periodo razonable de tiempo. Incluyen los restos de alimentos, papel, cartón, madera, entre otros.<sup>26</sup> Este tipo de residuo son también llamados biodegradables, como ejemplos de estos se mencionan los siguientes:

Residuos vegetales (cascara de plátano, cascara de naranja, cascara de verdura, etc.), su tiempo de descomposición es de tres semanas.

El papel al ser derivado de los arboles su tiempo de descomposición es de tres a dos semanas.

## 2. Residuos inorgánicos

Tamayo (2016) menciona que los residuos inorgánicos son todos aquellos materiales que una vez desechados se les puede dar valor económico, de reuso como insumos de segunda generación para la fabricación de nuevos productos y son los denominados como reciclaje, en esta categoría se encuentra el papel, cartón, vidrio, plásticos, metal, latas de aluminio, chatarra entre otros. (p.3).

### **Por tipo de manejo:**

#### 1. Residuos peligrosos

Tamayo (2016) nos dice que un residuo peligroso es aquel que, en función de sus características de Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad, Volatilidad y Patogenicidad (CREATIVP), puede presentar riesgo a la salud pública o

---

<sup>25</sup> “Castillo Barra, Xiomara Maritza, y otros, ob. Cit. p.68. Citado en “El manejo de los desechos sólidos en el municipio de Quezaltepeque, departamento de la Libertad. Tesis de grado, Facultad de jurisprudencia y ciencias sociales, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2011, p. 52.

<sup>26</sup> “Diagnóstico de los residuos sólidos y líquidos de la comunidad plan de la laguna, reserva natural laguna de apoyo”, Tesis de grado, facultad de ciencia, tecnología y ambiente, universidad centroamericana, Managua, Nicaragua, 2007, p.15.

causar efectos adversos al medio ambiente. El mismo autor continúa mencionando que se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con residuos o materiales considerados como peligrosos.

Son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte, enfermedad; o que son peligrosos para la salud o el ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.

## 2. Residuos no peligrosos

Son aquellos residuos o combinación de residuos que no representan un peligro inmediato o potencial para la salud humana o para otros organismos vivos. Dentro de los residuos no peligrosos están: residuos domiciliarios, comerciales, institucionales, de mercados y barrido de calles<sup>27</sup>.

### **Por su procedencia<sup>28</sup>:**

#### 1. Comerciales

Son todos aquellos generados en establecimientos comerciales y mercantiles tales como almacenes y depósitos. Generalmente presentan altos contenidos de papel y cartón. Dentro de esta clasificación se encuentran también:

- ✓ Comerciales de alimentos: presentan altos contenidos de materia orgánica ya que son producidos por cafeterías, restaurantes y hoteles.

---

<sup>27</sup> “El manejo de los desechos sólidos en el municipio de Quezaltepeque, departamento de la Libertad”. Tesis de grado, Facultad de jurisprudencia y ciencias sociales, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2011, p. 54.

<sup>28</sup> *Ídem*.

- ✓ Plaza de mercados: poseen altos volúmenes de materia orgánica, normalmente de tipo vegetal.

#### 2. Residenciales o domésticos

Son aquellos desechos, que, por su naturaleza, composición, cantidad y volumen, son generados por actividades realizadas en viviendas u otros similares. Normalmente tienen alto contenido de materia orgánica. Son, los que por su cantidad, calidad, naturaleza, composición y volumen son generados por las actividades de la vivienda del hombre o establecimiento asimilable a éstos.

#### 3. Institucionales

Son aquellos desechos que provienen de establecimientos educativos, gubernamentales, militares, religiosos, terminales terrestres y en edificaciones destinadas a oficinas, entre otros similares. Normalmente tienen altos contenidos de materia orgánica, papel y cartón.

#### 4. Barrido de calles

Son el producto del aseo de las calles y avenidas. Presentan alto contenido de materia inerte y papel.

#### 5. Lugares públicos

Son los recogidos en parques o zonas de recreación; generalmente tienen altos contenidos de papel y cartón.

### **2.2.4.2 El problema de los residuos sólidos urbanos (RSU)**

Los residuos sólidos municipales (RSU) son aquellos que provienen de las actividades domésticas, comerciales, industriales (pequeña industria y artesanía), institucionales (administración pública, establecimiento de educación, etc.), y los resultantes de barrido



y limpieza de vías y áreas públicas de un conglomerado urbano, y cuya gestión está a cargo de las autoridades municipales<sup>29</sup>.

El problema de los residuos sólidos urbanos (RSU) está presente en la mayoría de las ciudades y pequeñas poblaciones por su inadecuada gestión y tiende a agravarse en determinadas regiones como consecuencia de múltiples factores, entre ellos, el acelerado crecimiento de la población y su concentración en áreas urbanas, el desarrollo industrial, los cambios de hábitos de consumo, el uso generalizado de envases y empaques y materiales desechables, que aumentan considerablemente la cantidad de residuos<sup>30</sup>.

Este panorama se agrava debido a la crisis económica y a la debilidad institucional que obligan a reducir el gasto público y a mantener tarifas bajas. Además, la poca educación sanitaria y la escasa participación ciudadana generan una gran resistencia al momento de pagar los costos que implican el manejo y la disposición de residuos, en detrimento de la calidad del servicio de aseo urbano, lo que constituye otra de las causas que agravan el problema. Todo ello compromete la salud pública, aumenta la contaminación de los recursos naturales y el ambiente de nuestro territorio y deteriora la calidad de vida de la población<sup>31</sup>.

El desarrollo de cualquier asentamiento humano está acompañado siempre de una mayor producción de residuos que, al mezclarse, no solo pierden o disminuyen su potencial valor comercial, sino que también afectan la salud de la comunidad y degradan

---

<sup>29</sup> PAHO, *Op. Cit.*, p. 696.

<sup>30</sup> *Ibidem*, p. 697.

<sup>31</sup> *Ibidem*, p. 697.

su entorno. En tal sentido, se hace manifiesta la necesidad de buscar soluciones adecuadas para su manejo y disposición final<sup>32</sup>.

Ante esta situación, es imprescindible que los municipios y los demás organismos afronten racionalmente y con valentía la gestión de los residuos sólidos, teniendo en cuenta, entre otras consideraciones el nivel de educación ambiental de la comunidad y su capacidad de pago del servicio de aseo urbano; las implicaciones que acarrea la mezcla de residuos; el valor económico de algunos de estos y su probable mercado; la complementariedad de los sistemas de tratamiento y disposición final; y el costo inherente a los procesos que suponen su recolección, transporte, tratamiento y eliminación<sup>33</sup>.

#### **2.2.4.2.1 Producción de residuos sólidos**

Los residuos sólidos se generan en todas aquellas actividades en los que los materiales son considerados por su propietario o poseedor como desechos sin ningún valor adicional y pueden ser abandonados o recogidos para su tratamiento o disposición final. Cuadro No 3 ilustra este punto<sup>34</sup>.

---

<sup>32</sup> PAHO, *Op. Cit.*, p. 697.

<sup>33</sup> *Ídem.*

<sup>34</sup> *Ídem.*

**Cuadro No 3. Actividades generadoras de residuos sólidos.**

| Actividades generadoras   | Componentes  | % total de residuos sólidos urbanos |
|---|--|-------------------------------------|
| Residencia y domicilio  | Desperdicios de cocina, papeles y cartón, plásticos, vidrio, metales, textiles, residuos de jardín, tierra, etc.   | 50 a 75                             |
| Comercial, Almacenes, oficinas, mercados, restaurantes, etc.  | Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales y peligrosos.   | 10 a 20                             |
| Institucional, Oficinas públicas, escuelas, colegios, universidades, servicios públicos y otros.                        | Semejantes al comercial  | 5 a 15                              |
| Industria (Pequeña industria y artesanía)<br>Manufactura, confecciones de ropa, zapatos, sastrerías, carpinterías, etc. | Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Incluye residuos de comida, cenizas, demolición y construcción, especiales y peligrosos. | 5 a 30                              |
| Barrido de vías y áreas públicas  | Residuos que arrojan los peatones, tierra, hojas, excrementos, etc.  | 10 a 20                             |

*Fuente: Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el caribe-ALC. Washington DC; BID, OPS/OMS; 1997.*

#### **2.2.4.2.2 Composición de los residuos sólidos**

Cada día se genera más basura, contribuyendo así a que los residuos sólidos se conviertan en un gran problema, el cual debe ser tratado. Algunas soluciones están en las manos de la población. Desde el momento de la compra hasta cuando se tira la basura, se puede poner en práctica sencillas medidas que reducen notablemente tanto el volumen como la peligrosidad residuos generados (Ver Cuadro No 4)<sup>35</sup>.

La basura generada diariamente contiene una cantidad de residuos sólidos que poseen un potencial reciclable y que pueden ser usados como materia prima de otros productos, reduciendo de esta manera la contaminación que año con año va generando un problema ambiental de mayor envergadura. La poca conciencia social y educación ambiental conlleva al aumento de promontorios de basura en botaderos a cielo abierto. Estos promontorios poseen una gran cantidad de materiales no biodegradables, pero que pueden ser utilizados. Estos materiales no son separados previamente por falta de conocimiento o falta de interés ante la problemática ambiental<sup>36</sup>.

---

<sup>35</sup> “Propuesta de un sistema de gestión integral de residuos sólidos municipales en el municipio de Ayutuxtepeque, San Salvador, El Salvado”. Tesis de grado, Facultad de ingeniería y arquitectura, Universidad de El Salvador, 2012, p. 11.

<sup>36</sup> *Ídem*.

**Cuadro No 4. Componentes y descripción de la basura.**

| Materiales       | Descripción  |
|------------------|--|
| Plásticos        | <p>El plástico de la bolsa de basura, en su mayoría provienen de envases de un solo uso y de todo tipo de envoltorios y embalajes (botellas de PVC o PET, bolsas de polietileno, bandejas y cajas protectoras de corcho blanco). Si se entierran en un vertedero ocupan mucho espacio, tardan desde décadas hasta milenios en degradarse.</p> <p>Si se incineran, originan emisiones de CO<sub>2</sub>, contribuyendo al cambio climático, y otros contaminantes atmosféricos muy peligrosos para la salud y el medio ambiente. Uno de los plásticos de uso más generalizado, el PVC, produce una elevada contaminación en su fabricación. Si finalmente se incinera produce una de las sustancias más tóxicas que se conocen, las dioxinas y los furanos.</p> |
| Latas            | <p>Fabricadas a partir del hierro, el zinc, la hojalata, sobre todo el aluminio, se han convertido en un auténtico problema al generalizarse su empleo como envase de un solo uso. El aluminio se fabrica a partir de la bauxita, un recurso no renovable, para cuya extracción se están destrozando miles de kilómetros cuadrados de selva amazónica y otros espacios importantes del planeta. La producción de aluminio es uno de los procesos industriales más contaminantes.</p>   |
| Papel y cartón   | <p>Son innumerables los objetos de consumo que se empaquetan con papel o cartón, además, los sobre empaquetados dan lugar a gran cantidad de envoltorios superfluos elaborados con estos y otros materiales. Aunque son de fácil reciclaje, la demanda creciente de papel y cartón obliga a fabricar más y más pasta de celulosa, lo que provoca la tala de millones de árboles, las plantaciones de especies de crecimiento rápido como el eucalipto o el pino, en detrimento de los bosques autóctonos, y la elevada contaminación asociada a la industria papelera.</p>   |
| Materia orgánica | <p>Es todo aquello que se puede descomponer o desintegrar en poco tiempo, como son los restos de comidas, vegetales, frutas, hojas, ramas, desechos de jardinería, madera, cascaras de huevo, moluscos, etc.</p> <p>Algunos de los residuos más comunes dentro de la materia orgánica son: las cascaras o pieles de frutas y verduras, etc.</p>  |

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <p>Materia inerte</p>      | <p>En este caso se refiere a los elementos que no tienen vida o que proviene de una fuente que no tiene vida, entre ellos podemos encontrar el vidrio. El vidrio es duro, frágil, transparente y amorfo que se usa para hacer botellas, ventanas, lentes y una gran variedad de productos, es por eso que la gente produce este tipo de residuos porque casi todos los líquidos están embotellados. Por otra parte, tenemos la cerámica, es un producto que se obtiene de arcilla, calentada a una temperatura determinada, y elementos de ese tipo podemos encontrar los platos, las baldosas, etc.</p>   |
| <p>Residuos peligrosos</p> | <p>La elevada toxicidad de muchos productos de limpieza y aseo, medicamentos, pilas e insecticidas obliga a considerarlos al margen. Buena parte de estos productos de limpieza que se consumen en el hogar terminan en el desagüe. Estos pueden contener metales pesados como el mercurio, el plomo o el cadmio, muy contaminantes. A la peligrosidad y nocividad de cada uno de estos residuos especiales hay que sumar que su tratamiento es muy complejo. Si se mezclan pilas con el resto de los residuos los contaminamos todo, y no se podrá aprovechar nada. Si estas son incineradas, todavía son más peligrosas porque generan vapor de mercurio que llega al aire que se respira, a los suelos y al agua.</p> |

*Fuente: Composición de la basura <http://www.dforceblog.com/2009/12/05/composicion-de-la-basura/>*

### **2.2.4.3 Separación y procesamiento de residuos sólidos urbanos (RSU)**

#### **2.2.4.3.1 Separación en la fuente de origen**

Como su nombre lo indica, este proceso consiste en separar los residuos sólidos previo a su almacenamiento de preferencia se recomienda colocar los residuos orgánicos en un recipiente y los residuos inorgánicos en otro, con el fin de evitar problemas estéticos y proliferación de vectores de interés médico- sanitario que puedan ocasionar daños a la salud pública. Algunos lugares en donde se puede realizar esta práctica son en las viviendas, escuelas, clínicas, mercados, restaurantes de comida, y en todo lugar en donde se generen residuos sólidos<sup>37</sup>.

De acuerdo con la Guía Técnica colombiana (GTC 24) define la separación en la fuente como la clasificación de los residuos sólidos en el sitio de generación para su posterior manejo. (p.4).

#### **2.2.4.4 Criterios para la separación en la fuente**

La separación en la fuente es una actividad que debe realizar el generador de los residuos con el fin de seleccionarlos y almacenarlos en recipientes o contenedores para facilitar su posterior transporte, aprovechamiento, tratamiento o disposición. Esto garantiza la calidad de los residuos aprovechables y facilita su clasificación, por lo que los recipientes o contenedores empleados deberían ser claramente diferenciables, bien sea por color, identificación o localización<sup>38</sup>.

---

<sup>37</sup> “Diagnóstico de las condiciones de saneamiento básico relacionados con el abastecimiento de agua para consumo, disposición sanitaria de aguas residuales, excretas y el manejo de los desechos sólidos en la comunidad Cebadilla ubicada en el cantón El Volcán, municipio de Sensuntepeque del departamento de cabañas”, Tesis de grado, Facultad de medicina, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2015, p. 47.

<sup>38</sup> Guía técnica colombiana (GTC 24), p. 5.

A pesar de no existir a nivel internacional un acuerdo de colores con respecto a códigos de colores, la sugiere un código de colores en pro de facilitar la labor de identificación de los materiales residuales (Ver Tabla 6).

**Tabla 6. Código de colores.**

| Sector   | Tipo de residuo          | Color       |
|--|--------------------------|-------------|
| Doméstico  | Aprovechables            | Blanco      |
|  | No aprovechables         | Negro       |
|  | Orgánicos biodegradables | Verde       |
| Industrial, comercial, institucional y de servicios  | Cartón y papel           | Gris        |
|  | Plásticos                | Azul        |
|  | Vidrio                   | Blanco      |
|  | Orgánicos                | Crema       |
|  | Residuos Metálicos       | Café oscuro |
|  | Madera                   | Naranja     |
|  | Ordinarios               | Verde       |
| <p>NOTA 1 Se recomienda que cada generador establezca un código de colores particular para aquellos residuos no incluidos en la tabla.</p> <p>NOTA 2 Se recomienda consultar la legislación local vigente para verificar si existe algún código de colores establecido por la autoridad competente.</p> <p>NOTA 3 Para residuos peligrosos se establecerá el código de colores e iconos en la guía para residuos peligrosos.</p> <p>NOTA 4 Los colores establecidos en la tabla obedecen a la normativa aplicable.</p> |                          |             |

*Fuente: Norma Técnica Colombiana (NTC 24), 2009, p. 5.*

Como criterio genérico e independiente del tipo de generador la separación se debería hacer en tantos contenedores como tipos de residuos existan. Sin embargo, y dado que esto no es siempre posible y que la valorización es vital en la cadena de aprovechamiento, se recomienda agruparlos teniendo en cuenta criterios de afinidad, compatibilidad, potencial de aprovechamiento y facilidad de recolección.



#### **2.2.4.4.1 Almacenamiento de los residuos sólidos**

Cualquier material que adquiere la calidad de residuo pasa a formar parte de un proceso de operaciones secuenciales que conforman un sistema de manejo. La primera de estas operaciones en el manejo de los residuos sólidos consiste en almacenarlos en su lugar de origen. El almacenamiento se entiende como la acción de retener temporalmente los residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se dispone de ellos. Debido a que los residuos que se producen no se pueden eliminar de inmediato, se requiere de un tiempo, un depósito y un lugar adecuado para mantenerlos mientras se espera a que sean evacuados o retirados.<sup>39</sup>

Esta operación es responsabilidad exclusiva del generador de residuos por ello, es necesario que exista una reglamentación al respecto con el objeto de que se haga un almacenamiento adecuado.

##### **2.2.4.4.1.1 Almacenamiento en la vivienda**

Este tipo de almacenamiento es el que se efectúa en las viviendas o casa- habitación. A su vez, se divide en almacenamiento: interno y externo; el almacenamiento interno es el que realizan los habitantes de la vivienda en las diversas áreas como son: cocina, baños, recamaras, jardines, etc. El almacenamiento externo es aquel donde se depositan todos los residuos generados en la vivienda, disponiendo para ello de un recipiente y un lugar especial en el exterior de la vivienda<sup>40</sup>.

---

<sup>39</sup> “Diagnóstico de las condiciones de saneamiento básico relacionados con el abastecimiento de agua para consumo, disposición sanitaria de aguas residuales, excretas y el manejo de los desechos sólidos en la comunidad Cebadilla ubicada en el cantón El Volcán, municipio de Sensuntepeque del departamento de cabañas”, Tesis de grado, Facultad de medicina, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2015, p. 47.

<sup>40</sup> “Diagnóstico de las condiciones de saneamiento básico relacionados con el abastecimiento de agua para consumo, disposición sanitaria de aguas residuales, excretas y el manejo de los desechos sólidos en la

## 2.2.5 Instrumentos para facilitar la separación en la fuente

### 2.2.5.1 Recipiente

Los tipos y capacidad de los recipientes dependen de las características y tipos de residuos, el tipo y frecuencia del sistema de recolección y del espacio disponible para ellos. Frecuentemente se emplean bolsas, contenedores, cajas, entre otros. Sin embargo, se debe tener en cuenta lo siguiente, para su recolección:

- ✓ A nivel doméstico se espera que los recipientes sean materiales impermeables, livianos y resistentes, de fácil cargue, de tal forma que facilite su transporte y se reduzca el impacto sobre el ambiente y la salud humana.
- ✓ Los recipientes de carácter retornable deberían permitir su fácil limpieza
- ✓ Los recipientes que se empleen para presentar los residuos para presentar los residuos para recolección deberían evitar el contacto de los residuos con el entorno y con las personas encargadas de dicha recolección.
- ✓ Los recipientes tanto desechables como retornables deberían: proporcionar seguridad e higiene, permitir el aislamiento de los residuos con el entorno, tener una capacidad y volumen proporcional al peso, volumen y características de los residuos contenidos, ser de material resistente, preferiblemente reciclable, reutilizable o ambos y facilitar su cierre o amarre.
- ✓ En instalaciones multiusuarios, comerciales e industriales pueden emplearse grandes contenedores de acopio.

---

comunidad Cebadilla ubicada en el cantón El Volcán, municipio de Sensuntepeque del departamento de cabañas”, Tesis de grado, Facultad de medicina, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2015, p. 48.

Dependiendo de la fuente de generación de los residuos sólidos existen varios tipos de recipientes, los cuales varían en cuanto a su capacidad de almacenamiento y material de construcción<sup>41</sup>.

#### **2.2.5.2 Tipos de tratamiento de los residuos sólidos a nivel comunitario**

Los tratamientos más utilizados en El Salvador se pueden mencionar los siguientes:

##### **1. Reutilización de los residuos sólidos**

Muchos de los residuos pueden reutilizarse antes que proceder a su reciclaje, ejemplo de ello son: madera, muebles, latas, botes, botellas, etc. Otros desechos sirven para compostaje obteniendo como producto final un mejorador de suelo llamado compost, una utilización beneficiosa es utilizar el producto para mejorar las áreas verdes<sup>42</sup>.

##### **2. Recolección para reciclaje de los residuos sólidos**

El proceso de extracción de recursos o el valor de los residuos es lo que suele denominarse el reciclaje, en el sentido de recuperar o reutilizar el material. Hay una serie de diferentes métodos por los cuales el material de desecho se recicla: las materias primas se pueden extraer y reutilizarse.

En la mayoría de los países desarrollados se almacenan los materiales para la generalización y reutilización de materiales de la vida cotidiana, tales como los envases vacíos de las bebidas. Estos se recogen y clasifican en diferentes tipos de material, de

---

<sup>41</sup> “Diagnóstico de las condiciones de saneamiento básico relacionados con el abastecimiento de agua para consumo, disposición sanitaria de aguas residuales, excretas y el manejo de los desechos sólidos en la comunidad Cebadilla ubicada en el cantón El Volcán, municipio de Sensuntepeque del departamento de cabañas”, Tesis de grado, Facultad de medicina, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2015, p. 48.

<sup>42</sup> “Diagnóstico de las condiciones de saneamiento básico relacionados con el abastecimiento de agua para consumo, disposición sanitaria de aguas residuales, excretas y el manejo de los desechos sólidos en la comunidad Cebadilla ubicada en el cantón El Volcán, municipio de Sensuntepeque del departamento de cabañas”, Tesis de grado, Facultad de medicina, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2015, p. 49.

modo que las materias primas pueden ser reutilizadas en nuevos productos. El material para el reciclaje puede ser recogido por separado a partir de los desechos utilizando los contenedores apropiados y los vehículos de recogida<sup>43</sup>.

### 3. Procesamiento en la fuente

Los residuos sólidos urbanos se pueden procesar localmente en las viviendas, centros comerciales, institucionales, etc., para reducir el volumen de residuos y recuperar materiales reciclables.

### 4. Generación de residuos e ingresos

Jaramillo nos dice que los índices de generación de residuos en los países en desarrollo son más bajos que en los países industrializados, estos índices no son proporcionalmente más bajos en relación con los ingresos. Sin embargo, el nivel de ingresos si es considerablemente menor que el de los países industrializados, (Ver Tabla 7). (p. 3).<sup>44</sup>

---

<sup>43</sup> “Diagnóstico de las condiciones de saneamiento básico relacionados con el abastecimiento de agua para consumo, disposición sanitaria de aguas residuales, excretas y el manejo de los desechos sólidos en la comunidad Cebadilla ubicada en el cantón El Volcán, municipio de Sensuntepeque del departamento de cabañas”, Tesis de grado, Facultad de medicina, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2015, p. 49.

<sup>44</sup> PAHO, *Op. Cit.*, p. 697.

**Tabla 7. Índices de producción de residuos sólidos e ingresos**

| <b>Residuos sólidos</b>             | <b>Países</b>         |                          |                         |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
|                                     | <b>Bajos ingresos</b> | <b>Medianos ingresos</b> | <b>Industrializados</b> |
| Producción per cápita<br>kg/hab/día | 0.3 a 0.6             | 0.5 a 1.0                | 0.7 a 2.2               |
| t/hab/día                           | 0.2                   | 0.3                      | 0.6                     |
| Ingresos promedio<br>U\$/hab/año    | 350                   | 1950                     | 17,500                  |

*Fuente: Seminario internacional gestión integral de residuos sólidos y peligrosos, siglo XXI.*

### **2.2.5.3 Impactos en la salud pública y el medio ambiente**

#### **2.2.5.3.1 Enfermedades por residuos sólidos y vectores**

Jorge Ramírez (1990), nos dice que los residuos sólidos se constituyen junto a la disposición de aguas negras como uno de los problemas más grandes relacionados con la salud de la población. El cual se va agudizando con el crecimiento poblacional y afectando principalmente las zonas marginales y rurales, en los cuales no se dispone de un adecuado tratamiento en el manejo de los residuos. En muchas ciudades afecta incluso a los barrios y colonias residenciales, debido al descuido en la periodicidad de recolección de los residuos, o por la práctica rudimentaria de aseo urbano. (p.10).

Jorge Ramírez (1990) menciona, “La planificación adecuada en el manejo de los residuos sólidos, en función del desarrollo urbano, permite prever con anticipación las medidas adecuadas en su recolección y su vertido en los rellenos sanitarios. La salud de la población se ve afectada cuando no se toman en cuenta estas medidas convirtiéndose

en una causa indirecta de producir enfermedades o directamente, como en el caso del uso de los residuos en los procesos de reciclaje, sin las medidas de protección correspondientes. Continúa mencionando más adelante que el contacto directo con los residuos según las actividades que se realiza con ellos, puede causar lesiones, enfermedades respiratorias, enfermedades de la piel y hasta problemas intestinales. (p. 11).

El ciclo de la mosca es muy corto por ello en presencia de basura puede proliferar rápidamente en un periodo de unos 15 días, el huevecillo se transforma en mosca, a partir de entonces puede poner de 120 a 150 huevos, 3 a 4 veces en su vida que dura alrededor de 60 días. En ese proceso puede afectar a las personas causando enfermedades como: Tifoidea, paratifoidea, disentería, diarrea, etc.

#### 1. Riesgos directos

Son los ocasionados por el contacto directo con la basura, por la costumbre de la población de mezclar los residuos sólidos con materiales peligrosos tales como: vidrios rotos, metales, jeringas, hojas de afeitar, excrementos de origen humano o animal, e incluso con residuos infecciosos de establecimientos hospitalarios y sustancias de la industria, los cuales pueden causar lesiones a los operarios de recolección de basura<sup>45</sup>.

El servicio de recolección de basura es considerado uno de los trabajos más arduos: se realiza en movimiento, levantando objetos pesados y, a veces, por la noche o en las primeras horas de la mañana; condiciones estas que lo vuelven de alto riesgo y hacen que la morbilidad pueda llegar a ser alta<sup>46</sup>.

---

<sup>45</sup> PAHO, *Op. Cit*, p. 701.

<sup>46</sup> *Ídem*.

## 2. Riesgos indirectos

Indirectamente puede afectar la salud de las personas a través de vectores como las moscas, mosquitos, ratas y cucarachas. Siendo que la mosca posee mayor movilidad, encontrando en la basura una rica fuente de alimento y lugar adecuado para su reproducción, al volar hacia las viviendas se posa en los alimentos y bebidas, llevando consigo en sus patas peludas, residuos de basura contaminada por bacterias que causan enfermedades o por expulsión de éstas, las que conserva en su intestino sin ninguna alteración, las cuales, luego expulsa en su excremento o por vómito, sobre los alimentos.

El riesgo indirecto más importante se refiere a la proliferación de animales, portadores de microorganismos que transmiten enfermedades a toda la población. O por alimentación con desechos a los cerdos, aves, conejos, etc., pudiendo causar en estos casos, enfermedades como la cisticercosis, triquinosis, etc. Estos vectores son, entre otros, moscas, que, además de alimento, encuentran en los residuos sólidos un ambiente favorable para su reproducción, lo que se convierte en un cultivo para la transmisión de enfermedades, desde simples diarreas hasta cuadros severos de tifoidea u otra dolencia de mayor gravedad. En la Tabla 8 se muestran las enfermedades transmitidas por vectores<sup>47</sup>.

La basura es la fuente principal de reproducción de la mosca doméstica, que transmite enfermedades y causa la muerte de millones de personas en todo el mundo. Por tanto, el elemento clave para el control de la mosca doméstica es un buen almacenamiento, seguido de la recolección y disposición sanitaria final de la basura en rellenos sanitarios<sup>48</sup>.

---

<sup>47</sup> PAHO, *Op. Cit.*, p. 701.

<sup>48</sup> *Ibidem*, p. 703.

**Las cucarachas.** Existen desde hace más de 350 millones de años y, dada su extraordinaria resistencia a la mayoría de los insecticidas y capacidad de adaptación a cualquier medio, sería el único ser apto para sobrevivir a una guerra nuclear. Viven alrededor de los recipientes de basura, en los mostradores de cocina, cerca de la mesa del comedor, y en los baños. Se alimentan de desperdicios y caminan durante la noche sobre la comida, animales dormidos o los seres humanos, contaminándolos con sus vómitos y excrementos<sup>49</sup>.

**Las ratas.** A través de los siglos han acompañado al hombre en la Tierra y siempre han sido consideradas como una de las peores plagas. Además de transmitir graves enfermedades como la leptospirosis, salmonelosis, peste y parasitismo. También contribuyen al deterioro y a la contaminación de buena parte de los alimentos<sup>50</sup>.

Asimismo, se puede afirmar que otro factor que pone en riesgo la salud pública y que, por tanto, obliga a disponer correctamente los residuos sólidos es la alimentación de animales con basura (vacas, cerdos, cabras, aves) sin vigilancia sanitaria. Esta práctica no es recomendable, ya que se corre el riesgo de propagar diversos tipos de enfermedades, pues no debemos olvidar que estos residuos suelen estar mezclados con desechos bioinfecciosos provenientes de hospitales y centros de salud o de otros lugares contaminados donde la basura se descarga sin ninguna separación previa ni tratamiento<sup>51</sup>.

---

<sup>49</sup> PAHO, *Op. Cit.*, p. 703.

<sup>50</sup> *Ibidem*, p. 704.

<sup>51</sup> *Ibidem*, p. 704.



**Tabla 8. Enfermedades relacionadas con residuos sólidos urbanos transmitidos por vectores**

| <b>Vectores</b> | <b>Formas de transmisión</b>  | <b>Principales enfermedades</b>   |
|-----------------|---|---|
| Ratas           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mordisco, orina y heces</li> <li>▪ Pulgas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peste bubónica</li> <li>▪ Tifus murino</li> <li>▪ Leptospirosis</li> </ul>   |
| Moscas          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vía mecánica (alas, patas y cuerpo)</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fiebre tifoidea</li> <li>▪ Salmonellosis</li> <li>▪ Cólera</li> <li>▪ Amibiasis s</li> <li>▪ Disentería</li> <li>▪ Giardiasis</li> </ul> |
| Mosquitos       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Picadura del mosquito hembra</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Malaria</li> <li>▪ Leishmaniasis</li> <li>▪ Fiebre amarilla</li> <li>▪ Dengue</li> <li>▪ Chikungunya</li> <li>▪ Filariasis</li> </ul>    |
| Cucarachas      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vía mecánica (alas, patas y cuerpo)</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fiebre tifoidea</li> <li>▪ Heces</li> <li>▪ Cólera</li> <li>▪ Giardiasis</li> </ul>  |

*Fuente: Manual de saneamiento y protección ambiental para los municipios. Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, DESA/UPMG. Fundación Estatal de Medio Ambiente. FEMA/MG. 1995.*

#### **2.2.5.4 Impactos ambientales asociados con los residuos sólidos**

Los residuos sólidos son tan antiguos como la humanidad misma y son producidos por las distintas actividades de las personas. A medida que el ser humano se asentó conformando aldeas y se concentró en las ciudades, el problema de generación de residuos sólidos se fue tornando más agudo debido a que su acumulación fue mayor; en consecuencia, las enfermedades y los animales que las propagaban fueron proliferando<sup>52</sup>.

El ser humano en su interacción con el ambiente siempre se ha visto enfrentado al problema del manejo de sus residuos. Este problema aumentó cuando las personas se concentraron en centros urbanos, incrementando la cantidad de desechos generados y haciendo cada vez más difícil la disposición de estos.

La problemática ambiental relacionada directamente con el manejo de los residuos sólidos afecta al ser humano y a su entorno de diferentes maneras, especialmente en los siguientes aspectos:

1. Salud pública
2. Factores ambientales, como los recursos renovables y no renovables.
3. Factores sociales, como la salud pública
4. Factores económicos: como los recursos naturales.

Todo esto afecta cada uno de los componentes ambientales que nosotros como habitantes del planeta Tierra necesitamos.

##### **2.2.5.4.1 Efectos en el ambiente**

El efecto ambiental más obvio del manejo inadecuado de los residuos sólidos municipales lo contribuye el deterioro estético de las ciudades, así como del paisaje

---

<sup>52</sup> Estudio, Contaminación ambiental causada por residuos sólidos, p. 3.

natural, ocasionada por la basura arrojada sin ningún control, va en aumento; es cada vez más común observar botaderos a cielo abierto o basura amontonada en cualquier lugar.

Las amenazas contra el medio ambiente son múltiples, pero una de las más graves proviene del aumento de los residuos y de los vertidos incontrolados, que provocan la producción de malos olores, destrucción del paisaje y de los recursos naturales; facilitan la proliferación de plagas de roedores e insectos portadores de enfermedades, contaminan los suelos, las aguas superficiales y el aire.

En la prehistoria, los residuos eran básicamente orgánicos, siendo por lo tanto perfectamente asumidos por el medio ambiente. Al principio, las poblaciones eran nómadas y abandonaban sus campamentos dejando las basuras producidas; cuando la agricultura y la ganadería se desarrollaron comenzaron entonces a establecerse en asentamientos, y los residuos se depositaban, sin más, en vertederos, ríos, mares, o cualquier otro lugar que se encontrara cerca. En la edad media, muchos de los conocimientos tecnológicos y normas de higiene se perdieron, y las plagas y epidemias tuvieron un impacto terrible en la población.

A finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX se inicia la revolución industrial, que produce una auténtica explosión demográfica y económica manifestada en el imparable desarrollo de la urbanización; todavía entonces, la estructura económica y los hábitos sociales favorecían la existencia de formas de vida que se basaban en el aprovechamiento de los pocos residuos que la sociedad generaba, por ejemplo, los traperos, los chatarreros, etc. Pero no sería hasta mediados del siglo XX, cuando la

cantidad y variedad de residuos generados aumenta de forma significativa y comienzan a surgir las primeras alarmas y los primeros casos de contaminación por residuos<sup>53</sup>.

### 2.2.5.4.1.1 Contaminación del agua

El efecto ambiental más serio, pero menos reconocido es la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, por el vertimiento de basura a ríos y arroyos, así como por el líquido percolado (lixiviado), producto de la descomposición de los residuos sólidos en los botaderos a cielo abierto.

**Recurso hídrico:** del recurso hídrico forman parte todos los cuerpos de agua que posee el planeta, tanto las aguas superficiales (ríos, lagos, lagunas, quebradas, océanos, etc.) como las aguas subterráneas (pozos, manantiales). El proceso de contaminación de estos cuerpos de agua, causado por la mala disposición de los residuos sólidos, varía según los tipos de agua señalados:

✓ **Contaminación de aguas superficiales. Se pueden contaminar con:**<sup>54</sup>

**Materia orgánica:** la presencia de materia orgánica ( $C_xH_yO_z$ ) a través de bacterias, microorganismos y oxígeno genera compuestos que acidifican el agua, eliminan el oxígeno vital para la vida de las especies acuáticas y hace que las aguas para consumo humano se contaminen y generen problemas de salud.

**Taponamiento y represamiento de caudales:** la presencia de basuras, bolsas, colchones, escombros y cualquier elemento que pueda represar el cauce normal de un río o una quebrada puede afectar el flujo normal del agua. En casos muy particulares, como en crecientes repentinas o épocas de alto invierno, lo mismo que con la presencia de gran

---

<sup>53</sup> Reciclado y tratamiento de residuos, p. 5.

<sup>54</sup> Estudio, Contaminación ambiental causada por residuos sólidos, p. 4.

cantidad de residuos, estos cauces se represan, produciendo inundaciones y afectando a las familias aledañas a estos cuerpos de agua, con lo cual se dañan zonas de cultivo y se impacta negativamente la zona.

**Impacto en costas, ríos y mares:** la presencia de residuos en las zonas de recreo y esparcimiento afecta ambiental, social y económicamente las zonas con basura, ya que se causa un deterioro ambiental en las costas, orillas y playas, se amenaza la flora y la fauna marina y fluvial y se afecta el turismo y las actividades económicas relacionadas, como la pesca y la recreación, entre otras.

✓ **Contaminación de las aguas subterráneas.**

Es necesario llamar la atención respecto a la contaminación de las aguas subterráneas, puesto que son fuentes de agua de poblaciones enteras. Esta contaminación ocurre debido a la filtración de lixiviados a través del suelo, que absorbe estos líquidos y los lleva hasta donde se encuentran las fuentes de agua. Las fuentes contaminadas implican consecuencias para la salud pública cuando no se tratan debidamente y grandes gastos de potabilización<sup>55</sup>.

**Altos costos de tratamiento:** cuando las fuentes de agua se ven contaminadas por cualquier elemento, incluyendo los residuos sólidos, debe pasar por un proceso de tratamiento para que el ser humano pueda emplearla en su consumo, en el riego de cultivos o para cualquier actividad en la que se necesite emplear este recurso. Obviamente, estos procesos de tratamiento son altamente costosos y la comunidad que demanda estos recursos debe afrontar su pago.

---

<sup>55</sup> PAHO, *Op. Cit.*, p. 704.

El tratamiento de estas fuentes de agua es altamente costoso y puede llegar a afectar comunidades que dependen únicamente de ellas para obtener este recurso.

#### 2.2.5.4.1.2 Contaminación y deterioro del suelo

El suelo resulta afectado por el manejo y disposición final de residuos sólidos de manera directa; ello debido a las distintas actividades humanas que producen continuamente los residuos perjudiciales al recurso suelo. El suelo resulta contaminado debido a los componentes químicos que poseen los recursos y que ocasionan la pérdida de fertilidad de los mismos; aumento de cantidad de residuos no biodegradables, contaminantes provocados por el proceso de lixiviación<sup>56</sup>.

El efecto de la contaminación del suelo a consecuencia de la disposición de residuos sólidos es el deterioro estético y desvalorización tanto del terreno como de las áreas vecinas, además debe mencionarse la contaminación de las aguas subterráneas por los lixiviados. La contaminación del suelo a diferencia del agua y del aire puede ser un proceso irreversible que a su vez causa contaminación en el entorno e indirectamente facilita la introducción de tóxicos en la cadena alimenticia y daños al ser humano<sup>57</sup>.

**Recurso suelo:** es el recurso que más directamente se ve afectado por el inadecuado manejo de los residuos sólidos, ya que el ser humano a través de los años ha dispuesto en el suelo los residuos sólidos que ha generado. La contaminación de los suelos ocurre a través de diferentes elementos, como los lixiviados que se filtran a través del suelo

---

<sup>56</sup> Alas Guevara, Jessica Esmeralda y otros. ob. cit. p. 100. Citado en “El manejo de los desechos sólidos en el municipio de Quezaltepeque, departamento de la Libertad”. Tesis de grado, Facultad de jurisprudencia y ciencias sociales, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2011, p. 83.

<sup>57</sup> Noyola, Milton Alexi, ob. cit. p. 50. Citado en “El manejo de los desechos sólidos en el municipio de Quezaltepeque, departamento de la Libertad”. Tesis de grado, Facultad de jurisprudencia y ciencias sociales, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2011, p. 83.

afectando su productividad y acabando con la microfauna que habita en ellos (lombrices, bacterias, hongos y musgos, entre otros).

Esto cual lleva a la pérdida de productividad del suelo, incrementando así el proceso de desertificación del suelo. La presencia constante de basura en el suelo evita la recuperación de la flora de la zona afectada e incrementa la presencia de plagas y animales que causan enfermedades, como ratas, palomas, cucarachas, moscas y zancudos<sup>58</sup>.

### **2.2.5.4.1.3 Contaminación del aire**

El aire es un elemento indispensable para la vida humana, el cual, por factores tales como la combustión del diésel, la gasolina, gas y otros, ya no se encuentra en su estado natural, y a ello se suma el manejo y disposición final de los residuos sólidos. Una de las formas más generalizadas de este tipo de contaminación, son los botaderos a cielo abierto, que causan un gran impacto negativo, no sólo por problemas pulmonares, nasales y oculares, sino también por el aumento de plagas perjudiciales para la salud, tales como ratas, moscas, cucarachas, etc. A esto se suman los malos olores que causa al ambiente. La quema a cielo abierto también provoca enfermedades respiratorias ya que hay proliferación de cenizas volátiles que quedan suspendidas en la atmósfera y que luego son respiradas por los seres humanos<sup>59</sup>.

En los botaderos a cielo abierto, es evidente el impacto negativo causado por los residuos, debido a los incendios y humos que reducen la visibilidad y son causa de

---

<sup>58</sup> Estudio, Contaminación ambiental causada por residuos sólidos, p.5.

<sup>59</sup> Alas Guevara, Jessica Esmeralda y otros. Ob. Cit. P.102. Citado en “El manejo de los desechos sólidos en el municipio de Quezaltepeque, departamento de la Libertad”. Tesis de grado, Facultad de jurisprudencia y ciencias sociales, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2011, p. 95.

irritaciones nasales y de la vista, así como de incremento en las afecciones pulmonares, además de las molestias originadas por los malos olores. Así mismo, los gases que se producen por la combustión de los residuos sólidos son gases de efecto invernadero, que provocan en la atmósfera el aumento del efecto invernadero en el planeta, tales como: metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), entre otros<sup>60</sup>.

- ✓ **Recurso atmosférico:** en su proceso de descomposición, los residuos sólidos generan malos olores y gases, como metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que ayudan a incrementar el efecto invernadero en el planeta, aumentando la temperatura y generando deshielo en los polos. Este proceso de descomposición se puede controlar con una correcta disposición de los residuos sólidos a través de su incineración tecnificada, de su ubicación en rellenos sanitarios y/o en botaderos especializados<sup>61</sup>.

También los residuos sólidos pueden afectar el aire cuando son quemados de manera descontrolada, porque generan humos y material particulado que afectan el sistema respiratorio de los seres humanos y contribuyen al efecto invernadero, entre otros efectos negativos.

- ✓ **Recurso paisajístico:** aunque no es uno de los recursos usualmente más mencionados, el paisaje es uno de los más afectados por la incorrecta disposición de los residuos sólidos, ya que la constante presencia de basura en lugares expuestos deteriora el paisaje y afecta la salud humana ya que genera estrés, dolor

---

<sup>60</sup> Noyola, Milton Alexi, ob. cit. p. 50. Citado en “El manejo de los desechos sólidos en el municipio de Quezaltepeque, departamento de la Libertad”. Tesis de grado, Facultad de jurisprudencia y ciencias sociales, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2011, p. 83.

<sup>61</sup> Estudio, Contaminación ambiental causada por residuos sólidos, p.4.



de cabeza, problemas psicológicos, trastornos de atención, disminución de la eficiencia laboral y mal humor.

Estos efectos obstruyen nuestro diario laborar y afectan nuestra calidad de vida, impidiendo que estemos en armonía con nuestro entorno y afectando a la comunidad en general. El creciente desarrollo urbano y, por ende, la gran concentración poblacional del país ha generado un deterioro del paisaje y de la calidad de vida por la falta de cultura en cuanto al manejo de los residuos sólidos<sup>62</sup>.

#### **2.2.5.4.1.4 Riesgos para el desarrollo social**

Las difíciles condiciones económicas, las migraciones rurales, en suma, la pobreza, han convertido los recursos contenidos en la basura en el medio de subsistencia de muchas personas con sus familias. Esta realidad continuara mientras no exista para ellas otras formas más dignas de ganarse la vida. Existen riesgos sanitarios cuando se manejan residuos domésticos mezclados con los peligrosos, lo que ocurre en la mayoría de las ciudades de la región, pues no hay recolección selectiva de residuos peligrosos, salvo en pocas ciudades donde los desechos de origen de origen hospitalario se recogen de forma separada<sup>63</sup>.

#### **2.2.5.4.1.5 Riesgos para el desarrollo urbano**

Las autoridades se quejan habitualmente de la falta de disciplina social y cívica de la población y, por su parte, esta se queja de la incapacidad de las instituciones públicas para cumplir su papel. El primer reclamo de los sectores populares se refiere a la cobertura.

---

<sup>62</sup> Estudio, Contaminación ambiental causada por residuos sólidos, p. 5.

<sup>63</sup> PAHO, *Op. Cit.*, p. 706.

Los indicadores de cobertura son engañosos porque representan el número de usuarios que contribuye con una tarifa y no refieren a la calidad del servicio. De esta manera, muchos pagan, pero no reciben el servicio, y otros sencillamente ni lo pagan ni lo reciben por encontrarse fuera su vecindario en una situación de ilegalidad en relación con las tierras o los servicios públicos<sup>64</sup>.

Esta situación debe apreciarse como parte de la carencia de políticas urbanas, reflejadas en el evidente agravamiento de las condiciones habitacionales durante los últimos años. Es evidente que los botaderos a cielo abierto se sitúan en las áreas donde vive la población económicamente más pobre, lo que aumenta el grado de deterioro de todas las condiciones y, en consecuencia, devalúan las propiedades, lo que constituye un obstáculo para el desarrollo urbano de la ciudad<sup>65</sup>.

#### **2.2.5.5 Recolección de residuos sólidos**

Es la actividad de recoger los residuos sólidos generados, para que puedan ser transportados al sitio de disposición final, a la estación de transferencia o una planta de procesamiento. Los métodos de recolección se caracterizan por los siguientes parámetros:

- ✓ Características de la localidad

El acceso es un aspecto de gran importancia para la optimización de la actividad de recolección de desechos sólidos municipales, la topografía de la zona en relación de la altimetría y planimetría juegan un papel muy importante para la recolección, el clima y los tipos de producción de desechos sólidos.

---

<sup>64</sup> PAHO, *Op. Cit.* p. 707.

<sup>65</sup> *Ídem.*

✓ Equipamiento

La utilización del equipo idóneo para la actividad de recolección de residuos sólidos, optimizará a la misma, desde la utilización de herramientas y equipos menores hasta el uso a mayor escala que contribuirá a la realización completa de esta actividad, abarcando mayor radio de incidencia de la producción de los residuos en determinada zona.

✓ Hábitos de la población

La producción de los residuos sólidos es generada completamente por la actividad humana, directa o indirectamente, el aumento está bien ligada a los hábitos de consumo, desde sus hogares hasta donde hacen presencia para sus actividades diarias.

#### **2.2.5.6 Métodos de recolección de residuos solidos**

##### **Método de contenedores**

Implica la existencia de equipo de almacenamiento temporal, se ubica en zonas de gran generación y difícil acceso. Estos pueden ser contenedores fijos y móviles; el transporte recolector vacía el contenido de los contenedores y deposita el contenedor en su misma posición, el contenedor móvil transporta el contenedor lleno a la estación de transferencia o al sitio de disposición final.

##### **Método de esquina o parada fija**

Es el más económico y es aquel mediante el cual los usuarios del sistema llevan sus recipientes hasta donde el vehículo recolector se estaciona para prestar el servicio.

##### **Método de acera**

En este método, el personal operario del vehículo recolector toma los recipientes con desechos sólidos que sobre la acera han sido colocados por los usuarios del servicio, para después trasladarse hacia el vehículo recolector, con el fin de vaciar el contenido dentro

de la tolva p sección de carga de dicho vehículo; regresándolos posteriormente al sitio de la acera de donde los tomaron, para que los usuarios atendidos los introduzcan ya vacíos a sus domicilios.

### **Método Intra-domiciliario (llevar y traer)**

Este método es semejante al anterior, con la variante de que los operarios del vehículo recolector, entran hasta las casas de habitación por los recipientes con desechos, regresándolos hasta el mismo sitio de donde los tomaron, una vez haberlos vaciado dentro de la caja del vehículo.

#### **2.2.5.6.1 Disposición final de los residuos sólidos**

Es el proceso de aislar los residuos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares técnicamente seleccionados y diseñados para la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente<sup>66</sup>.

La disposición final de los desechos sólidos es la última etapa controlada y ambientalmente adecuada de los desechos sólidos, según su naturaleza. Va orientada a la destrucción o desnaturalización de los residuos sólidos, es decir, a la eliminación física, o transformación de la basura en productos inocuos, bajo estrictas normas de control.

La disposición final de los desechos recolectados es el eslabón final de la cadena de saneamiento ambiental. Los sitios de disposición final incluyen entre otros: rellenos sanitarios, plantas de incineración, centros de valorización y recuperación incluyendo el compostaje<sup>67</sup>.

---

<sup>66</sup> Guía técnica Colombiana, p. 2

<sup>67</sup> INVERSIONES COTECNICA, “Medio Ambiente”. Citado en “El manejo de los desechos sólidos en el municipio de Quezaltepeque, departamento de la Libertad”. Tesis de grado, Facultad de jurisprudencia y ciencias sociales, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2011, p. 65.

#### 2.2.5.6.1.1 Clases de botaderos para la disposición final de residuos sólidos

Entre las clases de botaderos para la disposición final de residuos sólidos están los siguientes:

1. Disposición o vertimiento en la tierra a campo abierto y relleno simple

La disposición de residuos sólidos en simples depósitos sobre la superficie de la tierra o semienterrados es uno de los métodos más utilizados. Esta medida es eficaz solamente cuando los residuos son inertes. Las escorias de minerales y otros desechos que no presentan toxicidad o posibilidad de contaminación ambiental pueden utilizarse para corregir imperfecciones topográficas de terrenos, o simplemente depositarse en el suelo y cubrirse con tierra<sup>68</sup>.

En la práctica, sin embargo, este recubrimiento no se realiza y usualmente lo que se presenta es un depósito a cielo abierto, formándose montones de desechos y detritos. Este procedimiento, además de ser antiestético. Se presentan mayores problemas cuando los residuos están constituidos o se convierten en materias orgánicas, como son los restos de alimentos, papeles, cartones, maderas, plásticos y caucho. En estos casos son frecuentes los incendios y las ratas e insectos se multiplican rápidamente: los olores son desagradables, incómodos y representan un riesgo para la población vecina.

La disposición de desechos a cielo abierto siempre debe evitarse, cualquiera que sea la naturaleza de los materiales. El relleno simple es una solución alternativa. Además de ser uno de los métodos de disposición de residuos sólidos más económicos, reduce en gran medida los problemas que presenta la disposición a campo abierto. Sin embargo, deben

---

<sup>68</sup> PAHO, *Op. Cit.*, p. 726.

tomarse ciertas precauciones, como impedir la contaminación de las aguas, no depositar los desechos en terrenos pantanosos, etc.<sup>69</sup>.

### 2. Botadero de basura a cielo abierto

El botadero de basura es una de las prácticas de disposición final más antiguas que ha utilizado el hombre para tratar de deshacerse de los residuos que el mismo produce en sus diversas actividades. Se le llama botadero al sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno. Este lugar suele funcionar sin criterios técnicos en una zona de recarga situada junto a un cuerpo de agua, un drenaje natural, etc. Allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemas y humos, polvo y olores nauseabundos<sup>70</sup>.

Es terreno a cielo abierto, donde simplemente se tira la basura de todos los usuarios del servicio de recolección. Los tiraderos a cielo abierto constituyen una fuente de contaminación de aire, agua y suelo. La basura que contiene materiales con características de putrefacción, se descompone por la acción de bacterias que se generan en el medio ambiente, según se encuentre presente aire o no; lo que se produce en este último caso son los gases como el metano y el ácido sulfúrico entre otros<sup>71</sup>.

---

<sup>69</sup> PAHO, *Op. Cit*, p. 726.

<sup>70</sup> *Ibidem*, p. 727.

<sup>71</sup> Tesis de grado “El manejo de los desechos sólidos en el municipio de Quezaltepeque, departamento de la Libertad”. Tesis de grado, Facultad de Jurisprudencia y ciencias sociales, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2013, p. 66.

### 3. Relleno controlado

El relleno controlado es aquel en el cual la basura se deposita en agujeros, (a veces aprovechando barrancas naturales) y se tapa con tierra formando capas. Este método produce contaminación en el subsuelo y en los mantos acuíferos. Además, esta clase de relleno, necesita requisitos de construcción, como capas de impermeabilización y sistemas colectores tanto de gases como de lixiviados, que permitirán mantener un control constante sobre su emisión, así como monitores para evitar que lleguen al subsuelo y a los mantos acuíferos. El relleno controlado disminuye el volumen ocupado por la basura ya que se logra reducir hasta al 10 % de su tamaño original y la contaminación de suelo, aire y agua.

### 4. Relleno sanitario

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con pacas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica<sup>72</sup>.

En la actualidad, el relleno sanitario se refiere a una instalación diseñada y operada como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control lo

---

<sup>72</sup> PAHO, *Op. Cit.*, p. 728.

suficientemente seguro y cuyo éxito radica en la adecuada selección del sitio, en su diseño y, por supuesto, en su óptima operación y control.

### **2.2.5.6.2 Gestión integral de los residuos sólidos**

Es el conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a los residuos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos de tratamiento, posibilidades de recuperación, comercialización y disposición final<sup>73</sup>.

#### **2.2.5.6.2.1 Separación, almacenamiento y presentación**

De acuerdo con Jaramillo, indica que el mejor lugar para realizar la separación de los materiales residuales para el reusó y el reciclaje es en el punto de generación. La separación de los materiales debe realizarse en el punto de generación y debe efectuarse de esta manera tomando en cuenta siempre el punto de vista de las especificaciones de los materiales, de los ingresos a percibirse por la venta de los materiales recuperados y de la salud y seguridad de las personas dedicadas a esta labor. El almacenamiento in situ es de importancia primordial, debido a la preocupación por la salud pública y consideraciones estéticas e inclusive por la disminución de costos de la recolección. (p. 5).

#### **Separación en la fuente**

Es la clasificación de los residuos en el sitio de generación para su posterior manejo.<sup>74</sup>

---

<sup>73</sup> Guía técnica colombiana, p. 3.

<sup>74</sup> *Ibidem*, p. 4.



### **Centro de acopio o almacenamiento temporal**

Son instalaciones de almacenamiento transitorio de residuos, generalmente ubicadas en las instalaciones del generador, en los que una vez realizada la separación en la fuente se almacenan, seleccionan, y/o acondicionan para facilitar su aprovechamiento, tratamiento o recolección selectiva; esta selección selectiva tiene el propósito de darle algún aprovechamiento a algunos residuos sólidos.

#### **2.2.5.6.2.2 Caracterización general de los residuos sólidos urbanos (RSU)**

Es necesario conocer algunas de las propiedades de los residuos sólidos para y organizar los sistemas de recolección y tratamiento finales de recuperación o eliminación, y para decidir sistemas de segregación en el caso de los residuos que generan riesgos especiales para el medio ambiente. La generación y caracterización de los residuos sólidos urbanos, son parámetros importantes para la toma de decisiones en lo que se refiere a proyección y diseño de los sistemas de manejo y disposición final de los residuos sólidos, por ello se debe poner especial atención a la caracterización de los residuos<sup>75</sup>.

##### **2.2.5.6.2.2.1 Caracterización física cualitativa de los residuos sólidos**

Esta consiste en la caracterización de los residuos a través de la observación, clasificándolos según características tipo comunes, tal es el caso de los plásticos, que siendo visualmente diferentes, en cuanto a color, forma, texturas, etc., y con características y composiciones químicas diferentes, tienen procesos similares de elaboración y reciclado, por tanto, el simple hecho de reconocer visualmente que un material está

---

<sup>75</sup> “Propuesta de un sistema de gestión integral de residuos sólidos municipales en el municipio de Ayutuxtepeque, San Salvador”. Tesis de grado, Facultad de ingeniería y arquitectura, Universidad de El Salvador, 2012, p. 41.

elaborado en uno de alrededor de siete (7) tipos comunes, hará que este pueda clasificarse en el conjunto plásticos, de igual forma en el papel, etc.<sup>76</sup>

### **2.2.5.6.2.2.2 Caracterización física cuantitativa de los residuos sólidos**

Se refiere a identificar en una base masiva o volumétrica los distintos componentes de los residuos. Los valores de composición de residuos municipales o domésticos se describen en términos de porcentaje en masa, también usualmente en la base húmeda. La caracterización física se presenta comúnmente como composición de los residuos sólidos municipales.

Conocer la composición de los residuos es de gran utilidad para una serie de fines, entre los que se pueden destacar: estudios de factibilidad de reciclaje, factibilidad de tratamiento, investigación, identificación de residuos, estudio de políticas de gestión de manejo<sup>77</sup>.

### **2.2.5.6.2.3 Recolección y transporte**

La recolección es la acción de recoger y trasladar los residuos sólidos generados, al equipo destinado a transportarlos a las instalaciones de almacenamiento, transferencia, tratamiento, o a los sitios de disposición final. El acopio de los residuos generados previamente, independientemente de si se realiza una clasificación de los mismos o si son recolectados en conjunto.

Jaramillo, nos dice que esta actividad incluye la recogida de los residuos sólidos y de materiales reciclables y el transporte al lugar donde se descargarán los residuos. Continúa

---

<sup>76</sup> “Propuesta de un sistema de gestión integral de residuos sólidos municipales en el municipio de Ayutuxtepeque, San Salvador”. Tesis de grado, Facultad de ingeniería y arquitectura, Universidad de El Salvador, 2012, p. 41.

<sup>77</sup> *Ibidem*, p. 42.

mencionando que el lugar donde se descargaran los residuos puede ser una instalación de procesamiento de materiales, de tratamiento, una estación de transferencia, o un relleno sanitario. Además, menciona que la recolección y el transporte son las actividades más costosas del servicio de aseo urbano. (p.5).

### **Recolección selectiva**

Esta recolección consiste en la evacuación de los residuos separados en las diferentes fuentes de generación, que se encuentran almacenados y presentados adecuadamente por el generador, con el fin de que se transporten hasta los centros de acopio y/o estación de transferencia y/o sitios de disposición final<sup>78</sup>.

#### **2.2.5.6.2.3.1 Transferencia**

La transferencia de los residuos sólidos es realizada por las alcaldías, que se encargan de transportar los residuos sólidos ya recolectados en instalaciones permanentes o provisionales, de carácter intermedio, y se transfieren, procesados o no, a unidades de mayor capacidad, para su acarreo hasta el sitio de disposición final. Puede darse el caso también de que los residuos sólidos hayan sido recolectados y clasificados de acuerdo a su tipo, entonces, una parte de estos será transportada a los rellenos sanitarios mientras que el resto será llevado a una planta de compostaje o recuperación según sea el caso.

#### **2.2.5.6.2.3.2 Equipos de recolección y transporte primario<sup>79</sup>**

Con respecto a los equipos de recolección y transporte primario, es común que, siempre que sea factible (por las características físicas y poblacionales de la localidad), se

---

<sup>78</sup> Guía técnica Colombiana, p. 3.

<sup>79</sup> Diseño de una metodología para la logística de recolección de desechos sólidos en los distritos 4 y 5 del municipio de san salvador, Tesis de grado, facultad de ingeniería, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2008, p. 21.

empleen vehículos con carrocerías de gran capacidad, provistos de compactadoras para abatir los costos de recolección. Las carrocerías de volteo, aunque son preferidas por localidades con cierta tendencia rural, debido a su versatilidad y menor costo, no son adecuadas para la recolección y transporte de basura doméstica desde el punto de vista de salud pública, debido principalmente a que por el hecho de ser descubiertas y carentes de sello hermético en el fondo, propician el esparcido de residuos y líquidos contenidos en la misma basura, a lo largo de sus recorridos dentro y fuera de sus rutas de operación. En términos generales, puede decirse que existen carrocerías para vehículos recolectores de carga lateral, trasera y frontal. Estas últimas se usan exclusivamente para la carga mecánica de contenedores, mediante un dispositivo consistente en un par de brazos, que ensamblan con el contenedor, elevándolo y vaciándolo por la parte superior de la caja compactadora.

Los vehículos dotados de carrocerías de carga trasera de dos ejes, son muy eficientes, pues la recolección se efectúa en forma más cómoda y menos fatigosa para el personal operativo debido a su altura de carga no mayor de 1.20 m. Además, permiten por lo general prescindir de un operario y así, reducir la tripulación del vehículo y los costos de operación. Ahora bien, debe dejarse bien asentado que no siempre es adecuado el uso de vehículos especializados para la recolección de los residuos sólidos, ya que no en todos los casos la traza urbana brinda las facilidades de acceso, penetración, maniobrabilidad y pendiente, requeridas para la utilización y máximo aprovechamiento de tales vehículos. En muchos casos la utilización de unidades de las consideradas como "no convencionales", pueden dar mejores resultados tanto en costo como en rendimiento y eficiencia, que los obtenidos con el uso de unidades recolectoras especializadas. Al

respecto de lo mencionado en el párrafo anterior, debe entenderse como "unidad no convencional de recolección", todo aquel vehículo utilizado para la prestación de este servicio, en sustitución de cualquier equipo de recolección considerado como especializado. De esta manera, desde un carretón movido por tracción animal, hasta un vehículo tipo volteo, pueden constituir una unidad de recolección no convencional. Normalmente, este tipo de unidades se utilizan en zonas sin caminos de penetración, o bien en todas aquellas de difícil acceso. Con base en todo lo anterior, los equipos de recolección pueden ser clasificados de la siguiente manera:

### **Equipos recolectores de alta tecnificación:**

Son todos aquellos que por adaptación o por diseño original, están capacitados para realizar maniobras de carga y descarga de contenedores.

### **Equipos especializados para la recolección de residuos sólidos:**

Son aquellos que, por su diseño original, están capacitados para la prestación del servicio de recolección (y posterior descarga) de basura con cierta comodidad; como son todos los vehículos compactadores de carga trasera y lateral; y algunos otros de carga lateral sin mecanismos de compactación, pero con placa empujadora de basura.

### **Equipos no convencionales para la recolección de residuos sólidos:**

Será cualquier vehículo utilizado para la prestación del servicio en cuestión, que no presente las características mencionadas para los equipos especializados y de alta tecnificación.

### 2.2.5.6.2.3.3 Frecuencia de recolección<sup>80</sup>

La prestación de servicio de recolección es una de las etapas más caras del sistema del manejo de basura y, una de las que presenta mayores oportunidades para la minimización de costos. Uno de los factores que más influye sobre el sistema, es la frecuencia de recolección, la cual deberá prever que el volumen acumulado de basura no sea excesivo y que el tiempo transcurrido desde la generación de basura hasta la recolección para su disposición final no exceda el ciclo de reproducción de la mosca que varía, según el clima, de 7 a 10 días.

#### **Recolección diaria:**

Los camiones recolectores deben recorrer la totalidad de las rutas diariamente, en algunos casos se descarta los Domingos; por lo que los Lunes, la basura que se recolecta corresponde al período Sábado Domingo. Para efectos prácticos, puede decirse que los lunes se recolecta un 100% más de basura, que el resto de los días de la semana. Naturalmente, esta frecuencia es la que ofrece una mejor imagen del sistema hacia los usuarios pero, al mismo tiempo, es el que mayor costo involucra.

---

<sup>80</sup> Diseño de una metodología para la logística de recolección de desechos sólidos en los distritos 4 y 5 del municipio de san salvador, Tesis de grado, facultad de ingeniería, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2008, p.23

### **Recolección cada tercer día:**

El camión recolector pasa un día sí y otro no, a excepción de los Domingos, por lo que equivale a pasar tres veces por semana.

Con este sistema se tienen las siguientes ventajas:

- ✓ Los camiones recolectores se llenan en un tiempo más corto y en un recorrido menor; es decir, el concepto de "costo por tonelada-kilómetro", sería menor al compararla con la frecuencia diaria.
- ✓ Para aclarar este concepto, se puede decir que cada camión recolector recorre cierta distancia cargando y recolectando los desechos de un solo día bajo el primer sistema; mientras que el mismo camión recorrería la mitad de esa distancia al llenarse más rápido, recolectando la basura de dos días.
- ✓ A mediano y largo plazos, los costos por concepto de mantenimiento serían menores, también por tonelada de basura transportada.
- ✓ El recolectar tres veces por semana implica, además, que la sobrecarga de la recolección debida al domingo, no recaería únicamente en el siguiente día de recolección (los lunes), sino que sería repartido en dos días (en este caso los lunes y los martes). Es decir, en lugar de que los Lunes se recolecte el 100% más que el resto de días de la semana, esa diferencial sería de 50% más los Lunes y 50% más los martes. Sin embargo, el emplear esta alternativa en cuanto a frecuencia de recolección, acarrea las desventajas que se indican a continuación:
- ✓ Se crea cierta incomodidad a la comunidad servida, dado que la basura podría generar malos olores, requiriendo mayor limpieza en el interior de la vivienda.

- ✓ Es un hecho que en el lugar que los habitantes servidos tengan para almacenar su basura generada, se verá un ligero incremento de tales insectos, debido a que los huevecillos que con anterioridad vienen ya en proceso de incubación.

### **Recolección dos veces por semana:**

El camión establece un horario de servicio en el que se eligen dos días a la semana cada dos y/o tres días. La disminución de la frecuencia agudiza la posibilidad de hacer que proliferen los tiraderos clandestinos, al incrementarse las incomodidades de los habitantes servidos.

#### **2.2.5.6.2.4 Procesamiento**

De acuerdo con Jaramillo, la recuperación de materiales separados y el procesamiento de los subproductos de los residuos sólidos se realizan generalmente en instalaciones de recuperación de materiales, estaciones de transferencia e instalaciones de incineración. (p. 6).

#### **2.2.5.6.2.5 Tratamiento**

El tratamiento de los residuos sólidos<sup>81</sup>, es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos sólidos incrementando sus posibilidades de reutilización, aprovechamiento o ambos para minimizar los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana.

Jaramillo nos dice, que los procesos de tratamiento se emplean para reducir el volumen y el peso de los residuos sólidos que se van a disponer, y para la recuperación de subproductos. La fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos puede ser

---

<sup>81</sup> Guía técnica Colombiana, p. 4.



transformada mediante procesos biológicos. El proceso de transformación biológica más común es el compostaje aeróbico.

### **2.2.5.6.2.5.1 Relleno sanitario**

Jaramillo, menciona que esta es la última etapa operacional en el sistema de gestión de residuos sólidos. Hoy en día la disposición final de los residuos sólidos, es el último destino de todos los residuos, bien sean residuos urbanos recogidos y transportados directamente al lugar de descarga, o materiales residuales de instalaciones de recuperación, o rechazos de la combustión de residuos sólidos o compost u otras sustancias de diferentes instalaciones de procesamiento de residuos sólidos. (p.6).

En esta etapa del aprovechamiento para una mejor comprensión de esta se definirá disposición final como “la operación final controlada y ambientalmente adecuada de los residuos sólidos, según su naturaleza”. Uno de los destinos finales más recurrentes para los residuos son rellenos sanitarios que están definidos “como sitios proyectados, construidos y operados mediante la aplicación de técnicas de ingeniería sanitaria y ambiental, en donde se depositan, esparcen, acomodan, compactan y cubren con tierra diariamente los residuos sólidos, contando con drenaje de gases y líquidos percolados”.<sup>82</sup>

### **2.2.5.6.2.5.2 Plantas de compostaje y recuperación**

#### **1. Plantas de compostaje**

En estas plantas, los residuos que son reincorporarles a los ciclos productivos son sometidos a los procesos necesarios para tal fin. En el caso de los residuos orgánicos se

---

<sup>82</sup> Reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos.

habla de plantas de compostaje, mientras que para los inorgánicos se tienen plantas de recuperación. (Ver Figura 3)

De acuerdo al “Reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos y sus anexos” se define compostaje como “proceso de manejo de desechos sólidos, por medio del cual los desechos orgánicos son biológicamente descompuestos, bajo condiciones controladas, hasta el punto en que el producto final puede ser manejado, embodegado y aplicado al suelo, sin que afecte negativamente el medio ambiente”.<sup>83</sup>

*Figura 3. Compostaje.*



Compostaje



Planta de compostaje

## 2. Recuperación (Formal e informal)

Uno de los factores de mayor importancia en el proceso es la recuperación de los residuos estos se llevan a cabo de dos maneras formalmente e informalmente. La recuperación informal se lleva a cabo por pepenadores o trabajadores de recolección con el fin de tener a los residuos en disposición para un proceso posterior. Mientras que la recuperación formal es en la cual los residuos son llevados a su disposición final ya sea a

---

<sup>83</sup> “Sistema de gestión para el aprovechamiento de los desechos comunes en el área metropolitana de San Salvador”. Tesis de grado, Facultad de ingeniería y arquitectura, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2013, p. 18.

centros de acopio, rellenos sanitarios, etc. Donde estos son clasificados para poder obtener un aprovechamiento de estos. <sup>84</sup>

*Figura 4. Recuperación Formal e Informal*



Recuperación formal



Recuperación informal

#### **2.2.5.6.2.6 Comercialización de los residuos recuperables**

##### **Aprovechamiento de residuos sólidos municipales**

Según la Real Academia Española (RAE) la palabra aprovechar significa; emplear útilmente algo, hacerlo provechoso o sacarle el máximo rendimiento y la palabra residuos significa; material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación. Tomando las dos definiciones, con el aprovechamiento de residuos lo que se busca es emplear útilmente o sacarle el máximo rendimiento a materiales que quedaron como inservibles. En términos generales, puede considerarse que los residuos sólidos urbanos son los residuos generados por los hogares y residuos de similar naturaleza generados por instituciones, la industria y el comercio, quedando excluidos los residuos de procesos industriales y los residuos peligrosos.

---

<sup>84</sup> “Sistema de gestión para el aprovechamiento de los desechos comunes en el área metropolitana de San Salvador”. Tesis de grado, Facultad de ingeniería y arquitectura, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2013, p. 18.

### **2.2.5.6.2.6.1 Estrategia para el reciclaje de los residuos sólidos urbanos (RSU).**

La jerarquía de la gestión actual de residuos puede verse como un menú de opciones de recuperación, entre la prevención y la disposición final, más que un medio para reducir la generación de residuos. La prevención, la recuperación (incluyendo reciclaje) y la disposición final no son soluciones ecológicas por sí mismas, sino diferentes opciones de gestión para minimizar el impacto global de los residuos. Esta nueva forma de pensar ha influido en la gestión de los residuos, las basuras han dejado de ser indeseadas y se han convertido en fuentes de materias primas que la sociedad actual no puede permitirse el lujo de desaprovechar. En el caso del reciclaje, como también brinda soluciones para una disposición final de los residuos sólidos urbanos y rurales, es un requerimiento asimilar tecnologías desarrolladas por la Ciencia y la Técnica moderna por lo que debe darse prioridad a un adecuado proceso de transferencia (asimilación) de tecnologías. El desarrollo de la sociedad y la economía con incremento de la producción de mercancías y productos.

## 2.3 Marco legal

### 2.3.1 Marco legal aplicable al suministro y calidad de agua.

#### 2.3.1.1 Ley de Medio Ambiente (LMA)

Tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la Republica, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente. El uso sostenible de los recursos naturales que permita mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones.

- ✓ Art. 48: Protección del recurso hídrico
- ✓ Art 60 y 70 del reglamento (Ley de Medio Ambiente).
- ✓ Ley sobre gestión integrada de los recursos hídricos.
- ✓ Ley de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA).

#### 2.3.1.2 Norma técnica de la Ley de ANDA

Esta norma desarrolla todas las regulaciones técnicas que deben tomarse en cuenta para el diseño, operación y mantenimiento de acueductos y alcantarillados. Los objetivos principales son, contribuir a reducir la contaminación ambiental y el desbalance ecológico, satisfacer la demanda creciente de agua potable, proteger los recursos naturales y reducir los múltiples daños derivados de la estructura epidemiológica de las enfermedades transmisibles relacionadas con el saneamiento básico.

#### 2.3.1.3 Reglamento Técnico Salvadoreño de Agua Potable

El reglamento técnico salvadoreño RTS 13.02.01.14 AGUA. AGUA DE CONSUMO HUMANO. REQUISITOS DE CALIDAD E INOCUIDAD, tiene por objeto establecer los límites permisibles de los parámetros físicos, químicos, microbiológicos y radiológicos que debe cumplir el agua de consumo humano. Esta norma aplica en todo el

territorio nacional y considera todos los servicios públicos, municipales, privados o mixtos sea cual fuere el sistema o red de distribución, en lo relativo a la prevención y control de la contaminación de las aguas, cualquiera que sea su estado físico.

**2.3.2 Marco legal aplicable a las aguas residuales domésticas y excretas.**

**2.3.2.1 Política Nacional de Salud 2009-2014**

**Numeral V. AGUA Y SANEAMIENTO.**

Estrategia 22: Se promoverá una Política para agua potable y saneamiento, con la participación y consenso de los actores involucrados.

**2.3.2.2 Código de Salud. MINSAL**

**Capítulo II, Sección Siete:**

Art. 56. Se desarrollarán Programas de Saneamiento Ambiental, encaminados a lograr para las comunidades:

- b) La disposición adecuada de excretas y aguas grises.

Art. 57.- El Ministerio por medio de sus organismos tendrá facultades de intervención y control en todo lo que atañe a las actividades de saneamiento y obras de ingeniería sanitaria

**SECCION NUEVE**

**Baños Públicos**

Art. 67.- Se prohíbe descargar residuos de cualquier naturaleza, aguas negras y servidas en acequias, quebradas, arenales, barrancas, ríos, lagos, esteros; proximidades de criaderos naturales o artificiales de animales destinados a la alimentación o consumo humano, y cualquier depósito o corriente de agua que se utilice para el uso público;

consumo o uso doméstico, usos agrícolas e industriales, balnearios o abrevaderos de animales, a menos que el Ministerio conceda permiso especial para ello.

Art. 68.- Las aguas provenientes de cloacas, desagües y otras presumiblemente contaminadas, no podrán destinarse a la crianza de especies acuáticas, comestibles ni al cultivo de vegetales y frutas que suelen ser consumidas sin cocimiento.

Art. 69.- Se prohíbe descargar aguas servidas y negras en las vías públicas, parques, predios públicos y privados y en lugares no autorizados para ello.

Art. 70.- Es obligación de todo propietario o poseedor de inmueble ubicado en el radio urbano con redes públicas de agua potable y cloacas, instalar los correspondientes servicios conectados a esas redes siempre que estas quedaren a una distancia de cien metros, con facilidades de conexión. En caso contrario deberá disponerse por algún sistema autorizado por el Ministerio, que garantice la salud de los moradores.

Art. 71.- En las escuelas, colegios, cuarteles, mercados, hoteles, moteles y otros lugares similares, establecerán los servicios sanitarios necesarios que recomiende el Ministerio de acuerdo con el número de usuarios y áreas utilizables.

Art. 72.- La construcción o adaptación de viviendas destinadas a arrendamiento colectivo, deberán cumplir los requisitos exigidos por el Ministerio en relación con la cantidad y calidad de los servicios sanitarios.

Art. 73.- Un reglamento determinará las condiciones técnicas de la eliminación y disposición de excretas y de las aguas negras, servidas e industriales.

**SECCION QUINCE**

**Artefactos Sanitarios**

Art. 106.- El Ministerio emitirá las normas para la fabricación, instalación y mantenimiento de artefactos sanitarios en general, asimismo, desarrollará programa de letrización, principalmente en las áreas rurales.

**2.3.2.3 Ley de Medio Ambiente. MARN**

**PARTE I DISPOSICIONES GENERALES**

**TITULO I DEL OBJETO DE LA LEY**

**Capítulo Único OBJETO DE LA LEY.**

Art. 1.- La presente ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.

Art. 21.- Toda persona natural o jurídica deberá presentar el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental para ejecutar las siguientes actividades, obras o proyectos:

c) Oleoductos, gaseoductos, poliductos, carbo ductos, otras tuberías que transporten productos sólidos, líquidos o gases y redes de alcantarillado.

l) Proyectos urbanísticos, construcciones, lotificaciones u obras que puedan causar impacto ambiental negativo.



o) Cualquier otra que pueda tener impactos considerables o irreversibles en el ambiente, la salud y el bienestar humano o los ecosistemas.

**TITULO V PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN**

**CAPITULO II ESTABLECIMIENTO DE LAS NORMAS TÉCNICAS DE CALIDAD AMBIENTAL**

**CRITERIOS DE SUPERVISIÓN**

Art. 49.- El Ministerio será responsable de supervisar la disponibilidad y la calidad del agua.

- a. Un reglamento especial contendrá las normas técnicas para tal efecto, tomando en consideración los siguientes criterios básicos:
- b. Garantizar, con la participación de los usuarios, la disponibilidad, cantidad y calidad del agua para el consumo humano y otros usos, mediante los estudios y las directrices necesarias.
- c. Procurar que los habitantes, utilicen prácticas correctas en el uso y disposición del recurso hídrico; Asegurar que la calidad del agua se mantenga dentro de los niveles establecidos en las normas técnicas de calidad ambiental;
- d. Garantizar que todos los vertidos de sustancias contaminantes sean tratados previamente por parte de quien los ocasionare; y
- e. Vigilar que, en toda actividad de reutilización de aguas residuales, se cuente con el Permiso Ambiental correspondiente, de acuerdo con lo establecido en esta Ley.

**2.3.2.4 Norma Técnica Sanitaria para la Instalación, uso y mantenimiento de  
Letrinas Secas sin arrastre de agua. Acuerdo ministerial 310, publicada en  
el diario oficial 2004 tomo 365, 3 de noviembre del 2004. MINSAL**

Art.1. La presente norma tiene por objeto establecer los criterios técnicos sanitarios, para la instalación, uso y mantenimiento adecuado de Letrinas de Hoyo Modificada (LHM), Letrinas Solares (LS) Y Letrinas Aboneras Secas Familiares (LASF).

Art. 2. La presente norma es de aplicación para toda persona natural o jurídica, dedicada a la instalación, uso y mantenimiento de letrinas.

**2.3.2.5 NSO13.49.01:09: Agua. Aguas Residuales descargadas a un cuerpo receptor.**

**MARN**

Campo de Aplicación: Esta norma se aplica en todo el país para la descarga de aguas residuales vertidas a cuerpos de agua receptores superficiales. Deberá observarse el cumplimiento de los valores permisibles establecidos en esta norma, de forma que no se causen efectos negativos en el cuerpo receptor, tales como color, olor, turbiedad, radiactividad, explosividad y otros.

**2.3.2.6 Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario. ANDA**

Objeto: Esta Norma tiene por objeto regular las descargas de aguas residuales para proteger los sistemas de alcantarillado sanitario y evitar las interferencias con los tratamientos biológicos.

**2.3.2.7 Reglamento Especial de Aguas Residuales. MARN**

Art. 7.- Toda persona natural o jurídica, pública o privada, titular de una obra, proyecto o actividad responsable de producir o administrar aguas residuales y de su vertido en un medio receptor, en lo sucesivo denominada el titular, deberá instalar y operar sistemas de tratamiento para que sus aguas residuales cumplan con las disposiciones de la legislación pertinente y este Reglamento.

**2.3.2.8 Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental**

**Capítulo IV**

**Aguas Residuales**

Art. 20.- Para la descarga de aguas residuales se establecerá, según lo dispuesto en este Reglamento, la norma de calidad que contenga los límites permisibles, prevaleciendo

el principio de precaución a la contaminación del medio que servirá de receptor de la misma.

#### Determinación de parámetros

Art. 21.- En aplicación del Art. 43 de la Ley del Medio Ambiente, el Ministerio, junto a las entidades competentes, establecerá los programas de muestreos y análisis para la determinación de las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales, los cuales deberán efectuarse aplicando métodos normalizados por el Consejo en coordinación con el Ministerio.

#### **2.3.2.9 Acuerdo ejecutivo 39: Categorización de actividades, obras o proyectos conforme a la Ley del Medio Ambiente. MARN**

Objeto: Desarrollar la categorización de las actividades, obras o proyectos que, conforme al Art. 21 de la Ley del Medio Ambiente, requieren presentar un Estudio de Impacto Ambiental y de acuerdo a la misma, deben ser sometidos a la Evaluación Ambiental, entendida como el proceso o conjunto de procedimientos, que permite al Estado, en base a un Estudio de Impacto Ambiental, evaluar los impactos ambientales que la ejecución de una determinada obra, actividad o proyecto puedan causar sobre el ambiente, así como asegurar la ejecución y seguimiento de las medidas ambientales que puedan prevenir, eliminar, corregir, atender, compensar o potenciar, según sea el caso, dichos impactos ambientales.

#### **2.3.2.10 Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas negras y grises. MINSAL**

Objetivo General: Poner a disposición del personal técnico de los diferentes niveles de la estructura organizativa del Ministerio de Salud, así como de otros actores

involucrados en el tema, un documento técnico de referencia y consulta que defina los criterios técnicos sanitarios para la instalación y funcionamiento de los sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises.

**2.3.2.11 Código Municipal**

Art. 4 numeral 5.- Promoción y desarrollo de programas de salud, como Saneamiento Ambiental, prevención y combate de enfermedades.

**2.3.2.12 Ordenanza Municipal de Conservación del Medio Ambiente del Municipio de Sesorí, Departamento de San Miguel**

Art. 12.- Se prohíbe botar sobre las calles, aceras, acequias, cauces de ríos o canales, plazas, parques y demás lugares públicos, excretas, basuras o desperdicios de cualquier tipo, escombros y demás desechos, así como vaciamiento o escurrimiento de aguas servidas hacia la calle (Ver arto 16); así mismo se prohíbe la quema de basura u otros desechos y hacer depósitos de los mismos en lugares no autorizados por la Municipalidad.

Los desperdicios y basuras de cualquier tipo deberán ser depositados en los recipientes instalados por la municipalidad con este fin. Los escombros u otros materiales sólo podrán depositarse en la vía pública, previo permiso Municipal.

Art. 16.- Se prohíbe lavar ropa y derramar aguas sucias de cualquier naturaleza en las aceras y calles de la Ciudad. (Se pondrá en vigencia hasta que haya un servicio adecuado de alcantarillado).

**2.3.3 Marco legal aplicable a residuos sólidos en El Salvador**

En el marco del cumplimiento de ley en el art. 53 del reglamento general de la ley de medio ambiente. En relación a este artículo se ha formulado en mayo del 210, el programa nacional para el manejo integral de desechos sólidos, cuya primera etapa consiste en

implementar el “Plan para el mejoramiento del manejo de desechos sólidos en El Salvador”. Las legislaciones vigentes en el manejo de los residuos sólidos en El Salvador se detallan en el (Cuadro No 5).

**Cuadro No 5 Cuadro No 5. Legislaciones aplicables en El Salvador para residuos sólidos.<sup>85</sup>**

| -         | Fecha de publicación  | Descripción de la ley  |
|-----------|---|--|
| Convenios | <p>Protocolo de Montreal, en su forma ajustada y/o enmendada en Londres 1990, Copenhague 1992, Viena 1995, Montreal 1997 y Beijing, 1999.</p> <p>Convenios de Rotterdam entro en vigor el 24 de mayo de 2004.</p> | <p>El protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, tiene como propósito proteger la capa de ozono adoptando medidas preventivas para controlar equitativamente el total de emisiones mundiales de las sustancias que lo agotan, con el objetivo final de eliminar dichas emisiones.</p> <p>Convenios de Rotterdam tiene como objetivos en primer lugar promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a posibles daños; y en segundo lugar, contribuir a su utilización ambientalmente racional, facilitando el intercambio de información acerca de sus características, estableciendo un proceso nacional de adopción de decisiones sobre su importación y exportación y difundiendo esas decisiones a las partes.</p> |

<sup>85</sup> Desechos sólidos y materiales peligrosos. Legislaciones y reglamentos- ministerio de medio ambiente y recursos naturales.



|   |   |   |
|---|---|---|
| <p>Reglamento general de la Ley de medio ambiente</p>                       | <p>Decreto ejecutivo No. 39 de fecha 28 de abril de 2009, publicado el diario oficial 98, tomo 383, fecha 29 de mayo 2009</p> | <p>Reducción en la fuente, reciclaje, reutilización y adecuada disposición final de los desechos sólidos. Para lo anterior se formulará y aprobará un programa nacional para el manejo integral de los desechos sólidos, el cual incorporará los criterios de selección de los sitios para su disposición final.</p>  |
| <p>Reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos</p> | <p>Publicación en el diario oficial 101 tomo 347, fecha de publicación 1 de junio de 2000</p>                                 | <p>El presente reglamento tiene por objeto regular el manejo de los desechos sólidos. El alcance del mismo será el manejo de desechos sólidos de origen domiciliar, comercial, de servicios o institucional; sean procedentes de la limpieza de áreas públicas, o industriales similares a domiciliarios, y de los sólidos sanitarios que no sean peligrosos.</p> |
| <p>Ordenanza</p>  | <p>Publicado en el diario oficial No. 56 tomo 378, del 28 de marzo del 2008.</p>  | <p>Ordenanza reguladora de los residuos sólidos del municipio de Sesori, departamento de San Miguel, tiene por objeto regular lo relativo a lo siguiente:<br/>Regular el servicio de aseo, barrido de calles, recolección y disposición final de la basura.</p>   |

*Fuente: Alvarado, Amador y Cuellar. Propuesta de un sistema de gestión integral de residuos sólidos municipales en el municipio de Ayutuxtepeque, San Salvador, El Salvador, p. 32-35.*

### Capítulo III. Metodología de la investigación

Una vez que se tiene definido el problema a investigar, planteado el problema a estudiar por los investigadores y los objetivos que se pretendieron alcanzar, fue necesario establecer los procedimientos de orden metodológico que permitieron ejecutar la investigación. Esto implicó seleccionar el tipo y diseño de investigación y su aplicación al contexto particular en estudio, la operacionalización de las variables y las técnicas e instrumentos de recolección de información. Hernández, Fernández y Baptista (2014) nos dice que, los investigadores deben visualizar la manera práctica y concreta de contestar la pregunta de investigación, además de cumplir con los objetivos fijados.

Según Arias (2006), la metodología de la investigación constituye el “como” se debe realizar la investigación para responder al problema planteado.

#### **Tipo de investigación**

Definido el tipo de problema a investigar y teniendo los recursos disponibles a utilizar para realizar la investigación, se procedió a determinar el tipo de investigación.

Chávez (2000) explica que, las investigaciones pueden ser clasificadas siguiendo diversos criterios, es decir, “de acuerdo con el tipo de problema que se pretende solucionar.

Balestrini (2006), establece que existen muchas propuestas de clasificación de los tipos de diseños de investigación, pero de manera primaria, existen dos tipos de investigación: de campo y bibliográficos. Dentro de los estudios de campo, se incluyen los no experimentales y los experimentales. Dentro de los estudios no experimentales se ubican los estudios exploratorios, descriptivos, diagnósticos y los proyectos factibles. (p. 131).

Esta investigación es de campo porque, como menciona Chávez (2000), se realizó directamente en el área donde las variables acontecen. (p. 75). En este sentido Kerlinger (1984) (citado en Sabino, 1992), conceptualiza los estudios de campo como aquellos que se realizan en ambiente natural sin afectar las variables del contexto. El mismo autor agrega que las investigaciones de campo se refieren a los métodos a emplear cuando los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad mediante el trabajo concreto del investigador. (p. 48).

A demás cabe mencionar, que esta investigación es de campo, porque se realizó un análisis sistemático de los problemas directamente de la realidad social, recolectando información del mismo lugar donde suceden los hechos, para luego describirlos, interpretarlos, explicar sus causas o predecir su ocurrencia.

#### **3.1 Enfoque de la investigación**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), en la ciencia han surgido diversas corrientes de pensamiento (como el empirismo, el materialismo dialectico, el positivismo, la fenomenología, el estructuralismo) y diversos marcos interpretativos, como el realismo y el constructivismo, que han abierto diferentes rutas en la búsqueda del conocimiento. Sin embargo, mencionan los mismos autores, tales corrientes se “polarizaron” en dos aproximaciones: una es el enfoque cuantitativo y la segunda el enfoque cualitativo. (p. 4).

Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionan, “el enfoque cuantitativo, parte de una idea que va acotando intencionalmente la información, basándose en investigaciones previas”, y es utilizado para consolidar las creencias propias sobre el fenómeno estudiado. (p. 10).

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que como mencionan Hernández, Fernández y Baptista (2014), permite tener un acercamiento a la realidad objetiva. (p. 24), y el que más se aproxima a la idea fundamental planteada por los investigadores. Además, se hizo la revisión de la literatura existente como también de estudios desarrollados sobre el problema de investigación, con la cual se construyó el marco teórico.

#### **3.2 Alcance de la investigación**

Visualizar que alcance tendrá una investigación es importante para establecer sus límites conceptuales y metodológicos. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), una vez revisada la literatura, se debe tomar la decisión sobre el alcance que tendrá la investigación, el cual no debe considerarse como “tipo” de investigación. Los mismos autores continúan mencionando “los alcances que puede tener un estudio con enfoque cuantitativo son fundamentalmente cuatro: Exploratorio, Descriptivo, Correlacional y Explicativo”. (p. 90).

De acuerdo con Arias (2012), el nivel de investigación o profundidad con la que el investigador desea realizar o abordar el fenómeno u objeto de estudio, este se puede clasificar en: exploratoria, descriptiva y explicativa.

Hernández, Fernández y Baptista (2014), plantean que la finalidad de los estudios descriptivos es analizar situaciones y eventos, es decir, como es y cómo se manifiestan determinados fenómenos. (p. 92).

Por su parte, Chávez (2000), señala que las investigaciones descriptivas son todas aquellas que se orientan a recolectar información relacionada con el estado real de las personas, objetos, situaciones o fenómenos, tal cual se presentan en el momento de su

recolección, describiendo lo que se mide sin realizar inferencia ni verificar hipótesis. (p. 92).

De acuerdo con Bavaresco (2013), la investigación descriptiva va más a la búsqueda de aquellos aspectos que se desean conocer y de los que se pretende obtener respuesta, y consiste en describir y analizar sistemáticamente características homogéneas de los fenómenos estudiados sobre la realidad. (p. 39).

En este sentido, esta investigación se encuentra dentro del marco de una investigación con alcance descriptivo del tipo transversal, pues, permitió recolectar información de tres actividades del saneamiento básico que existen en la ciudad de Sesori enmarcada en el contexto de su realidad.

La información fue recolectada tal y como sucedieron en su ambiente natural. Con esta información recopilada se hizo una descripción de los fenómenos o sucesos observados, con lo cual se obtuvo el diagnóstico de cada problema en particular. Las actividades descritas en el presente documento corresponden a la escasez de agua para consumo humano a nivel domiciliario, el manejo de las aguas residuales domésticas y excretas, y al manejo de residuos sólidos.

En este sentido, el diagnóstico tuvo la finalidad de describir las condiciones actuales de estas tres actividades del saneamiento básico que existen en la ciudad de Sesori.

### **3.3 Diseño de la investigación**

El término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema (Wentz, 2014; McLaren, 2014; Creswell, 2013a, Hernández-Sampieri et al., 2014 y Kalaian, 2008).

Según Sabino (1992), el objeto del diseño de la investigación proporciona un modelo de verificación que permite contrastar hechos con teorías, y su forma es la de una estrategia o plan general que determina las operaciones necesarias para hacerlo. (p. 69).

De acuerdo con Arias (2012), el diseño de investigación es la estrategia general que se adopta para responder al problema planteado. (p. 27).

Según Balestrini (2006) (Citado en Martin, 1986), “Un diseño de investigación se define como el plan global de investigación que integra de modo coherente y adecuadamente correcto técnicas de recogida de datos a utilizar, análisis previstos y objetivos, e intenta dar de una manera clara respuesta al problema planteado en la investigación. (p. 131).

En los estudios con un enfoque cuantitativo, menciona Hernández, Fernández y Baptista (2014), se dispone de dos principales clasificaciones de diseños para realizar una investigación, los experimentales y los no experimentales. (p. 129).

De acuerdo con el planteamiento de Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables, observan situaciones tal y como se da en su ambiente natural para posteriormente realizar su análisis.

El diseño de investigación adoptado en el presente trabajo de investigación fue el diseño no experimental, pues lo que se pretendió fue observar fenómenos (Problemas sanitarios) en su contexto natural, sin inferir en la manipulación de las variables. De igual manera, es importante destacar que es un diseño no experimental del tipo transeccional descriptiva, porque las observaciones y recolección de datos se efectuaron en un momento único de tiempo.

### 3.4 Población y/o muestra

#### 3.4.1 Población

Jany (1994), define a la población como la totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea hacer inferencia o bien, unidad de análisis. (p. 48).

Según Arias (2005), la población es el conjunto de unidades que se requiere estudiar y que deberán ser observadas individualmente en el estudio.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionan, “una vez definida la unidad de muestreo, se procede a delimitar la población que va a ser estudiada y sobre la cual se pretende generalizar los resultados. (p. 174).

La colonia Libertad cuenta con 149 viviendas, lo que constituye una población de 414 habitantes, mientras que en los barrios de la ciudad de Sesori está compuesto por 413 viviendas que constituyen una población de 943 habitantes.

De acuerdo a lo expresado anteriormente, la población que se tomó en cuenta en esta investigación está constituida por ciento cuarentainueve (149) viviendas de la colonia Libertad y cuatrocientas trece (413) en los barrios de la ciudad de Sesori, las cuales se tomaron en cuenta para la aplicación del instrumento (Ver Cuadro No 6); de esta manera se identificó la forma en que la población se abastece de agua de consumo, la frecuencia con que reciben el abastecimiento de agua, el tipo de tratamiento que se le da, etc., el manejo que se le da al agua residual doméstica y excretas, y el manejo de los residuos sólidos.

*Cuadro No 6. Población.*

| <b>Descripción</b>          | <b>Número de Viviendas</b> | <b>Porcentaje</b> | <b>Total</b> |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------|--------------|
| Barrios en ciudad de Sesorí | 413                        | 73.49%            | 73.49%       |
| colonia Libertad            | 149                        | 26.51%            | 26.51%       |
| Total                       | 562                        |                   | 100 %        |

*Fuente: Grupo de tesis (2018)*

### **3.4.2 Muestra**

Según Arias (2014), la muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible. Continúa mencionando el mismo autor, “una muestra es aquella que por su tamaño y características similares a las del conjunto, permite hacer inferencias o generalizar los resultados al resto de la población”. (p. 83).

De acuerdo a los planteamientos de Sabino (1992), se puede tomar como muestra toda la población cuando su tamaño es pequeño; cuando la población tiene un tamaño no manejable, se extrae una muestra significativa para el estudio de acuerdo con el parámetro establecido por los investigadores. (p. 56).

En este sentido, Sierra (1999), considera que para poblaciones pequeñas se puede utilizar el censo poblacional para asumir comunidades de información a toda la población. (p. 60).



Considerando que se tiene una población total de 562 viviendas, de los cuales ciento cuarentainueve (149) viviendas pertenecen a la colonia Libertad y cuatrocientas trece (413) a los barrios de la ciudad de Sesori; la población de esta investigación es respectivamente pequeña y accesible. Para la recolección de información se utilizó el censo poblacional definido por Sabino (1992), como el análisis de todos los elementos que conforman el universo de estudio, por lo cual esta submuestra coincide con la población. (p. 89).

El instrumento se aplicó solo a 402 viviendas que se encontraron habitadas, hubo 21 viviendas que no quisieron participar. Se encontraron en el transcurso del tiempo en que se realizó el censo, 107 viviendas cerradas y 32 deshabitadas; por lo que para la realización de este estudio se tomaron en cuenta 402 viviendas que se encontraron habitadas.

#### **3.5 Procedimiento de la investigación**

1. Determinar el tema a investigar.
2. Seleccionar el lugar donde se investigaría el tema seleccionado.
3. Visitar a las instituciones relacionadas con el tema de investigación seleccionado para recopilar información previa.
4. Planteamiento del problema a estudiar.
5. Establecer el fin concreto de la investigación a través del objetivo general y de los objetivos específicos, de manera de orientar las líneas que se han de seguir.
6. Búsqueda y exploración de fuentes secundarias impresas como electrónicas.
7. Revisión de la bibliografía disponible: Libros de texto, recursos electrónicos (pdf), Investigaciones de grado.
8. Primera exposición oral del trabajo de investigación.

9. Aplicación de la Metodología que seguir durante la investigación, en base al enfoque, tipo y diseño de la misma.
10. Elaboración del índice del marco teórico y secciones que presentara en base al análisis realizado por el investigador, con el propósito de sustentar los indicadores y las variables planteadas.
11. Formulación de las propuestas de solución a los problemas sanitarios.
12. Redacción de la introducción, conclusiones y recomendaciones.
13. Presentación del trabajo final de grado.
14. Revisión del trabajo final de grado.

### **3.6 Operacionalización de variables**

Según Sabino (1992), una variable es cualquier característica o cualidad de la realidad que es susceptible de asumir diferentes valores.

La Universidad Santa María (2001) señala la definición operacional de una variable como “el desglosamiento de cada variable hasta indicadores o sub-indicadores que permite abordarla a través del estudio de una manera profunda. (p. 37).

Arias (2014), plantea que la operacionalización de una variable, por lo general, se representa en un cuadro. No obstante, el proceso consta de tres etapas:

- a. Definición nominal o conceptual: que consiste en establecer significado de la variable, con base en la teoría.
- b. Definición real: que significa descomponer la variable, para luego identificar y determinar las dimensiones relevantes para el estudio.

- c. Definición operacional: que consiste en establecer los indicadores para cada dimensión, así como los instrumentos y procedimientos de medición cuando sean aplicables.

Las variables de esta investigación fueron problemas sanitarios y la salud en los habitantes de la ciudad de Satori del departamento de San Miguel.

En el (Cuadro No 7) se presenta la operacionalización de dichas variables el cual contiene los objetivos específicos que permitieron recolectar información y además las variables que tienen relación con cada uno de ellos.

**Cuadro No 7. Operacionalización de variables.**

Ver ítems en Anexo 1. 1

| ¿En qué medida afectan los problemas sanitarios a la salud de los habitantes de la ciudad de Sesorí, departamento de San Miguel?                            |   |                 |  |                          |
|---|---|-----------------|--|--------------------------|
| Efectuar un diagnóstico y proponer alternativas de solución a los problemas sanitarios identificados en la ciudad de Sesorí del departamento de San Miguel. |   |                 |  |                          |
| OBJETIVOS ESPECIFICOS   | VARIABLE                                    | DIMENSIONES     | INDICADORES  | ITEMS                    |
| Conocer la fuente de abastecimiento de agua para consumo y la calidad de esta en función a las  | V.<br>Independiente<br>Problemas sanitarios | Agua de consumo | Fuente de abastecimiento<br>Red<br>Pozo<br>Rio<br>Agua lluvia<br>Agua envasada | 1, 15, 18,<br>26, 36, 44 |

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
| características físicas, en la ciudad de Sessori. | V.<br>Dependiente<br>Salud de los habitantes de la ciudad de Sessori |  | Uso del agua   | 2, 3, 4, 5,<br>19,20 21,22,<br>29,30,31<br>32, 37<br>38,39,40,<br>47,48. |
|   |  |  | Calidad del agua<br>Le da tratamiento al agua<br>Tiene Color<br>Tiene Olor<br>Tiene Sabor<br>Tiene Materia visible | 6,7,23<br>24,33,34<br>41,42,49<br>50.                                    |
|   |  |  | Salud<br>Enfermedades Gastrointestinales<br>Parasitarias   | 8, 25,35<br>43, 51.  |

|   |   |                                    |   |   |
|---|---|------------------------------------|---|---|
|   |   |                                    | <p>Cantidad de agua</p> <p>Suficiente</p> <p>Insuficiente</p>   | <p>9,10,11</p> <p>12,13,</p> <p>14,16</p> <p>17,27,</p> <p>28,45, 46.</p> |
| <p>Identificar el manejo que están dando los pobladores del municipio de Sesori a las aguas residuales domésticas y excretas.</p> | <p>V. Independiente</p> <p>Problemas sanitarios</p> <p>V. Dependiente</p> <p>Salud de los habitantes de la ciudad de Sesori</p> | <p>Aguas residuales y excretas</p> | <p>Manejo de aguas grises.</p> <p>Suelo</p> <p>Calle</p> <p>Sistema de tratamiento.</p> <p>Salud</p> <p>Conoce sobre la contaminación de:</p> <p>Quebradas y ríos</p> <p>Aire</p> <p>Suelo</p> <p>Proliferación de moscas y mosquitos</p> <p>Manejo de excretas</p> | <p>52,53,54</p> <p>55, 56, 57,</p> <p>58</p>                              |

|   |   |                         |   |  |
|---|---|-------------------------|---|--|
|   |   |                         | <p>Dispone las excretas en:</p> <p>Alcantarillado sanitario</p> <p>Hoyo o fosa seca</p> <p>Abonera Seca Familiar</p> <p>Solar</p> <p>Fosa séptica o pozo resumidero</p> <p>A cielo abierto</p> <p>Material absorbente</p> | <p>59,60,61</p> <p>62,63,64</p> <p>65,66,67.</p> |
| <p>Describir el manejo que dan los pobladores del municipio de Sesori a los residuos sólidos.</p> | <p>V.<br/>Independiente<br/>Problemas<br/>sanitarios</p> <p>V.<br/>Dependiente<br/>Salud de los<br/>habitantes de la<br/>ciudad de Sesori</p> | <p>Residuos sólidos</p> | <p>Tipo de residuos sólidos</p> <p>Orgánicos</p> <p>Inorgánicos</p> <p>Papel y cartón</p> <p>Latas</p> <p>Vidrio</p> <p>Plástico</p> <p>Recipiente de almacenamiento.</p> <p>Disposición de residuos</p>                  | <p>68, 69.</p> <p>70, 71.</p>                    |

|  |  |  |  |              |
|--|--|--|--|--------------|
|  |  |  | <p>Botadero a cielo abierto</p> <p>Quebradas y/o ríos</p> <p>Quemar o enterrar</p> <p>Camión recolector</p>  | 72,73,74, 76 |
|  |  |  | <p>Calidad del servicio de recolección</p>   | 77,78        |
|  |  |  | <p>Salud</p> <p>Ayuda a desarrollar cáncer</p> <p>Proliferación de moscas, mosquitos, ratas y cucarachas</p> <p>Han sufrido de enfermedades transmitidas por vectores.</p> | 79.          |
|  |  |  | <p>Tratamiento de residuos sólidos</p>   | 75,80,81     |
|  |  |  |  | 82,83,84     |
|  |  |  |  | 85,86.       |

*Fuente de formato: Trabajo Especial de Grado, IUTAV, 2010*

*Fuente de contenido: Grupo de tesis (2018)*



### 3.7 Técnicas e instrumento de recolección de información

#### 3.7.1 Técnicas de recolección de información

Según Sabino (1992), para estudiar las principales técnicas de recolección de datos, antes se debe conocer con precisión los tipos de fuentes o datos que se le presentan al investigador, los cuales según su procedencia se dividen en: datos primarios y datos secundarios.

Las fuentes, menciona Torres (2010), son hechos o documentos a los que acude el investigador para fundamentar su trabajo. (p. 58).

Los datos primarios indica Sabino (1992), son aquellos que el investigador obtiene directamente de la realidad, recolectándolos con sus propios instrumentos por sí mismo, en contacto con los hechos que se investigan; mientras que los datos secundarios son todos aquellos registros escritos que proceden también de un contacto con la práctica, pero que ya han sido recogidos y procesados por otros investigadores. Continúa mencionando que los datos primarios y los secundarios no son dos clases esencialmente diferentes de información, sino partes de una misma secuencia: todo dato secundario ha sido primario en sus orígenes y todo dato primario, a partir del momento en que el investigador concluye su trabajo, se convierte en dato secundario para los demás.

IUTAV (2010), clasifica a las fuentes en dos tipos de información: primarias u originales y secundarias, mencionando que las fuentes primarias proporcionan información oral o escrita que recopila el investigador directamente a través de relatos o escritos transmitidos por los participantes, y que, las fuentes secundarias suministran información básica escrita que ha sido recopilada y transcrita por personas que han recibido tal información a través de otras fuentes escritas. (p. 58).

De acuerdo con Bavaresco (2013), el investigador debe revisar las fuentes primarias ya que ello le imprime mayor respeto y confianza a su trabajo, y recurrirá únicamente a las fuentes secundarias cuando le sea imposible conseguir la fuente primaria. Sin embargo, continúa mencionando, “un autor que escribe un libro incluye fuentes primarias y fuentes secundarias”, refiriéndose que las fuentes secundarias son fragmentos o ideas que se incluyen en el trabajo tomadas de otras investigaciones, haciendo el correspondiente señalamiento en las citas bibliográficas.

Según IUTAV (2010), la técnica de recolección son los medios que emplea el investigador para recolectar la información, indicando que la técnica a utilizar dependerá del tipo de dato que se desea obtener.

Bavaresco (2013) menciona, “la investigación no tiene significado sin las técnicas de recolección de información”, refiriéndose además que cada tipo de investigación determinará las técnicas a utilizar, estableciendo para cada cual las herramientas e instrumentos que utilizará para la verificación del problema planteado.

Según Arias (2012), la técnica de investigación es la forma particular de obtener información, para posteriormente procesarla, analizarla e interpretarla.

En cuanto a la recolección de información, el investigador dispone de muchas técnicas, pero el propósito de esta investigación no es conocer todas estas técnicas, por lo cual, se mencionarán solo aquellas que fueron utilizadas en el desarrollo de esta investigación.

#### **Técnica de recolección de datos secundarios**

La técnica de recolección de datos secundarios más utilizada menciona Torres (2010), es el arqueó bibliográfico, el cual permite recopilar datos bibliográficos, y materiales

escritos o fuentes vivas sobre el tema que ya ha sido investigado, estudiado y publicado. Además, continúa mencionando el mismo autor, esta técnica permite la revisión de documentos físicos provenientes de instituciones públicas o privadas, y a través del Internet.

### **Técnica de recolección de datos primarios**

Existen diferentes técnicas para la recolección de datos primarios, como menciona IUTAV (2010), el cual las clasifica en: observación participativa y no participativa, sesiones de grupo, encuesta, entrevistas y en Test.

#### **La observación**

La observación, menciona IUTAV (2010), es el uso sistemático de los sentidos en la búsqueda de datos que se necesitan para resolver el problema planteado, en donde los hechos son percibidos directamente, sin intermediarios, enfrentándose al problema estudiado tal y como sucede en la realidad. (p. 60).

Según Sabino (1992), la técnica de la observación consiste en el uso sistemático de los sentidos orientados a la captación de la realidad que nos rodea y la cual queremos estudiar, la cual se puede clasificar, esencialmente en dos: la observación científica, y la observación simple y participante.

La observación científica, menciona Sabino (1992), puede definirse como el uso sistemático de nuestros sentidos en la búsqueda de los datos que se necesitan para resolver un problema de investigación; observar científicamente es percibir activamente la realidad exterior con el propósito de obtener los datos que previamente han sido definidos por el investigador como de interés para la investigación. (p. 116).

Según Bavaresco (2013), todo lo que realiza el investigador tiene su apoyo en la técnica de la observación, y las clasifica en tres tipos: observación directa (simple y experimental), observación documental (bibliográfica) y la observación mediante encuesta.

Bavaresco (2013), indica que la observación directa es la que conecta al investigador con la realidad o problema de estudio planteado, mencionando que cuando se utiliza la técnica de observación directa no debe delegarse a una tercera persona, pues no podrá valerse "de lo que le digan", ya que él investigador debe ir personalmente, "observar directamente" la realidad para formarse una idea, lo más precisa y amplia del problema que está estudiando.

Existen varias clases de observación directa como lo menciona Bavaresco (2013), el cual las clasifica en siete categorías: Participantes y no participantes, estructuradas y no estructuradas, planificadas y no planificadas, sistemática y no sistemática, individual y en equipo, natural y artificial, y por último en campo y en el laboratorio. (p. 97).

De acuerdo con Bavaresco (2013), existen varias modalidades de observación y él las clasifica en cuatro categorías: según los medios utilizados, según la participación del observador, según el número de observadores y según el lugar donde se realiza. Cuando se utiliza la modalidad de acuerdo a los medios utilizados menciona Bavaresco (2013), la observación puede ser estructurada (sistemática) y no estructurada (ordinaria, simple y libre); si se utiliza la modalidad según la participación del observador, esta puede ser participante natural, es decir, cuando el observador pertenece a la misma comunidad o grupo que se investiga y participante artificial, cuando el observador se integra al grupo con el objeto de realizar una investigación y al concluir se desintegra del grupo o puede

ser no participante cuando el observador es simplemente espectador; mientras tanto, si se utiliza la modalidad según el número de observadores esta puede realizarse de forma individual o en equipo (colectiva o en masa); de acuerdo al lugar donde se realiza pueden ser trabajos de campo (efectuado en la vida real) o en el laboratorio (carácter artificial).

Toda investigación se apoya en la técnica de observación documental o bibliográfica como menciona Bavaresco (2013), esto se da cuando el investigador revisa libros, documentos, entrevistas personales, etc., las cuales brindan el soporte del marco teórico y antecedentes de la investigación, captando lo que se ha escrito en relación con el trabajo de investigación. El mismo autor menciona que si no se revisa lo que otros han hecho o escrito, "pecaría de ingenuo", creyendo que nunca se ha tocado ese tema.

#### **La entrevista**

La entrevista consiste, según Sabino (1992), en una interacción entre dos personas, y que tiene como objetivo recolectar datos primarios para una investigación, en la cual el investigador formula preguntas a las personas capaces de aportar datos de interés, siendo el entrevistado la fuente principal que aporta la información primaria, y el entrevistador quien recoge esa información. El mismo autor continúa mencionando que las entrevistas no son excluyentes con respecto a las técnicas de observación, pues, se pueden combinar ambas técnicas para obtener información más confiable y amplia.

Según Sabino (1992), en muchas encuestas el investigador recoge los datos mediante la observación y no mediante preguntas, aunque, continúa mencionando, existe una confusión al siempre vincular la entrevista con la encuesta cuando son cosas distintas, pero aun existiendo confusión entre ambas técnicas, la encuesta se realiza por medio de entrevista.

La encuesta menciona Sabino (1992), es un modelo general de investigación que se apoya fundamentalmente en la técnica de recolección de información como es la entrevista. El mismo autor continúa mencionando, “lo que se conoce vulgarmente como entrevista”, es en realidad una técnica llamada entrevista no estructurada y a lo que suele llamársele encuesta es en realidad la entrevista estructurada, por lo que no tiene sentido hablar de ambas técnicas como que fuesen distintas cuando en realidad tienen mucha similitud.

Sabino (1992), clasifica a los diferentes tipos de entrevista de acuerdo con su grado de estructuración o formalización en entrevistas no estructuradas y entrevistas formalizadas. Continúa mencionando el mismo autor, que las entrevistas estructuradas son las que predeterminan con mayor medida las respuestas a obtener, fijando de antemano sus elementos con más rigidez, mientras que las entrevistas informales serán las que precisamente discurren de modo más espontáneo y libre.

Sabino (1992), subdivide las entrevistas no estructuradas básicamente en tres: la entrevista informal, la entrevista focalizada y la entrevista guiada o por pautas. En cuanto a la entrevista formalizada continúa mencionando el mismo autor, se desarrollan en base a un listado de preguntas que comúnmente se administran a un gran número de personas para su posterior tratamiento estadístico.

Esta investigación se apoyó en la técnica de arqueo bibliográfico u observación documental para recolectar información secundaria la cual nos permite, como bien dice Torres (2010), revisar información en documentos físicos y a través de internet, sobre el tema objeto de investigación.

Además, se aplicaron varias modalidades de observación para la recolección de información primaria, una de ellas es según los medios utilizados, en la cual se seleccionó la no estructurada o no formalizada en donde se registraron, como indica Sabino (1992), las impresiones generales que causan los sucesos, de una manera espontánea y poco organizada; en la modalidad según la participación del observador, se seleccionó la opción del participante artificial la cual es aquella técnica, como menciona Bavaresco (2013), en donde el observador se integra al grupo con el objeto de realizar una investigación y al concluir se desintegra de él; en la modalidad según el número de observadores, se seleccionó la opción de observación individual; y en la modalidad de acuerdo al lugar donde se realiza la investigación, se seleccionó el trabajo de campo, pues es el que se efectúa en la vida real.

Se utilizó también la entrevista no estructurada, aplicando en el presente trabajo de investigación la entrevista informal, pues, como menciona Sabino (1992), este tipo de entrevista se realiza sin hacer ninguna estructuración, debido a que la misma se reduce a una simple conversación sobre el tema en estudio, lo más importante aquí es que el entrevistado hable sin ponerle límites, de modo que el investigador obtenga un panorama de los problemas más sobresalientes e importantes. El mismo autor continúa mencionando que esta técnica se utiliza en las fases iniciales de cualquier investigación, recurriendo siempre a informantes claves ya sean expertos sobre el tema, líderes formales e informales o cualquier otra persona que aporte información de interés en la investigación. Además, se aplicó la entrevista estructurada o formalizada desarrollando para ello, como menciona Sabino (1992), un listado de preguntas que posteriormente se le pasaron a un gran número de personas en forma de entrevista individual.

### **3.7.2 Instrumento de recolección de información**

Según Chávez (2007), los instrumentos son los medios utilizados para medir el comportamiento de las variables.

De acuerdo con Bavaresco (2013), los instrumentos que se construyan, llevarán a la obtención de los datos de la realidad y lo que se pretende obtener responde a los indicadores del estudio, los cuales aparecerán en forma de preguntas, es decir, las características a observar. (p. 95).

Arias (2012) menciona, que un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información. (p. 68).

En la observación no estructurada menciona Arias (2012), se emplean instrumentos tales como diario de campo, cuaderno de notas y cámara fotográfica. (p. 70).

El investigador podrá utilizar en la técnica de observación diversos medios para recopilar información, como bien lo menciona Bavaresco (2013), los cuales pueden ser cuadernos de notas, libretas, fichas, grabadoras, cámaras fotográficas, carpetas con hojas diversas entre otros. (p. 97).

Según Sabino (1992), la entrevista estructurada o formaliza puede utilizar varios instrumentos para la recolección de datos primarios, haciendo hincapié en el cuestionario estructurado y los sociogramas.

Los cuestionarios estructurados menciona Sabino (1992), deben ser cuidadosamente redactados, evitando preguntas demasiado generales, confusas o de doble sentido; de acuerdo al tipo de preguntas que se incluyan, estas pueden ser preguntas cerradas o dicotómicas, las cuales formalizan más el cuestionario, pues en ellas se otorga al



entrevistado la posibilidad de escoger entre un número limitado de posibles respuestas, y las preguntas abiertas, siendo estas muy bien redactadas para evitar respuestas confusas o erróneas; este tipo de preguntas, continua mencionando Sabino (1992), proporcionan una variedad más amplia de respuestas pudiendo ser emitidas libremente por la persona entrevistada.

La observación mediante encuesta, indica Bavaresco (2013), emplea tres instrumentos los cuales son: el cuestionario, la entrevista y las escalas de actitudes. Cada uno de ellos presenta características diferentes, aunque la escala de actitudes puede aparecer dentro de los cuestionarios y en las entrevistas. (p. 100).

En el presente trabajo de investigación se utilizó la técnica de observación documental o arqueología bibliográfica, en la cual se utilizaron como instrumentos cuadernos de trabajo y archivos de Word para la recolección de datos secundarios, donde se anotaron las principales fuentes de información y además las referencias, que posteriormente fueron incluidas en este trabajo.

Se implementó también la técnica de observación o entrevista no estructurada informal, en la cual se utilizaron como instrumentos para la recolección de información primaria cuadernos de notas, y dispositivos electrónicos (cámara fotográfica y grabadora), registrando en ellos los apuntes más importantes para luego integrarlos en este trabajo de investigación; mientras que para la entrevista estructurada o formal se utilizó como instrumento el cuestionario estructurado, en la cual se redactó el tipo de preguntas cerradas o dicotómicas, pues, como bien menciona Sabino (1992), formalizan el cuestionario y se le otorga al entrevistado escoger entre un número limitado de posibles respuestas.

En el Anexo 1 se incluyen los cuestionarios que se pasaron en las diferentes entrevistas a lo largo de esta investigación.

### **3.8 Validez y confiabilidad**

#### **3.8.1 Validez**

Hernández, Fernández y Baptista (2014), menciona que la validez se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir. (p. 200).

Según Chávez (2007), la validez es la eficacia con que un instrumento de recolección de datos mide lo que se pretende, afirmando que toda investigación que aplique cuestionario debe calcular la validez y confiabilidad.

La validez puede ser evaluada usando tres métodos: contenido, criterio y constructo. En esta investigación se seleccionó el método de contenido, porque permite obtener la validez antes de la aplicación del instrumento. Es realizado por profesionales o expertos en la temática que se investiga, mediante el análisis de las preguntas con el planteamiento de los objetivos y las variables. No existe un número asociado a la validez, sino una comparación de las respuestas de los expertos, en cuanto a la concordancia de las preguntas con el planteamiento de los objetivos y las variables. (IUTAV, 2010).

El número de expertos es impar y como mínimo se seleccionan tres (IUTAV, 2010), en esta oportunidad se seleccionó un profesional en el área de ingeniería sanitaria, un profesional experto en metodología y un profesional experto en el área de administración de obras, a los cuales se les entregó:

1. Una copia del título de la investigación.
2. Una copia del objetivo general y los objetivos específicos.
3. Copia del instrumento completo (Ver Anexo 1. 1)

4. Copia de la matriz de validación (Ver Tabla 78).

Una vez recibida las evaluaciones de los expertos se procedió a comparar las opiniones con respecto a cada ítem, aceptando como válido el criterio con mayor concordancia a juicio de los expertos.

### 3.8.2 Confiabilidad

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), la confiabilidad se refiere al grado de congruencia o consistencia en los resultados cuando se aplican en diferentes ocasiones. (p. 200).

Según Chávez (2007), la confiabilidad es el grado de congruencia con que se realiza la medición de una variable. Existen diferentes métodos para medir la confiabilidad del instrumento, la selección de uno de ellos dependerá del tipo de respuesta que tenga el cuestionario y el tiempo que disponga el investigador para aplicar el instrumento varias veces.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el método de consistencia interna permite calcular un coeficiente de confiabilidad, el cual se aplica una solo vez, y entre los coeficientes se encuentra el coeficiente de confiabilidad de Kuder y Richardson (KR-20). Se seleccionó este método porque es el más apropiado por el tiempo que disponen los investigadores y por el tipo de preguntas formuladas en el cuestionario utilizado para la recolección de información.

Los valores de los coeficientes de confiabilidad varían entre 0 y 1, donde un valor de 0 indica que el instrumento no es confiable, el valor de 1 representa la máxima confiabilidad, y aunque no existe reglas para establecer donde se comienza a perder la confiabilidad, el investigador calcula su valor y lo somete a juicio de otros investigadores,

Hernández et al (2014), establece que 0.75 es un valor de confiabilidad aceptable, y un valor mayor a 0.9 es elevada.

**Fórmula para determinar el coeficiente de confiabilidad del instrumento**

**Método de Kuder y Richardson (KR-20).**

$$\rho_{KR-20} = \frac{K}{K-1} \left( 1 - \frac{TOTALp.q}{\sigma^2} \right)$$

Donde:

$\rho_{KR-20}$ : coeficiente de confiabilidad

K: Numero de ítems o preguntas

p: probabilidad a respuestas positivas (1)

q: probabilidad a respuestas negativas (1-p)

$\sigma^2$ : representa la varianza poblacional.

En esta investigación, se seleccionó las personas que conforman la muestra, con las respuestas del cuestionario para calcular el coeficiente; se obtuvo como resultado  $\rho_{KR-20} = 62.72\%$ , el cual permite establecer que el instrumento es aceptable.

### **Pasos para desarrollar la investigación**

#### **Investigación de campo**

Para el desarrollo de esta investigación se requirió obtener información In Situ de cada uno de los problemas a investigar.

#### **Investigación Documental**

La investigación documental es la actividad que facilita realizar consultas documentales (libros, investigaciones, normas técnicas, reglamentos, ordenanzas, etc.), lo que permitió establecer la revisión de la literatura y metodologías aplicables para el desarrollo de la investigación de los problemas sanitarios.

### **3.8.3 Pasos para recopilar datos de Campo**

#### **Selección del lugar**

Para el desarrollo de esta investigación primeramente se determinó un lugar donde se realizaría la investigación.

#### **Visita al lugar**

Se realizó una visita previa al lugar para conocer las características geográficas de éste.

#### **Identificación de los problemas**

Seguidamente, se identificaron los problemas principales del lugar y se seleccionaron tres, estos fueron: la escasez de agua potable, el manejo de aguas residuales domésticas y excretas y el manejo de residuos sólidos.

#### **Visita a la Unidad Catastral**

Se realizó una visita a la Unidad Catastral de la alcaldía municipal de la ciudad de Sesori para consultar si poseían los planos de la topografía del lugar.

### **3.8.3.1 Levantamiento topográfico**

- ✓ Realización del levantamiento topográfico

Dado a que la Unidad Catastral no poseía planos topográficos, se procedió a realizar:

- ✓ El levantamiento topográfico en la ciudad de Sesori. (Ver Imagen 62 en Anexo 2)

Finalizado el levantamiento topográfico, se extrajo la información recopilada de la estación total y se procedió a la elaboración de los planos utilizando como herramienta el AutoCAD Civil 3D 2018.

#### **3.8.3.1.1 Calidad del agua de las fuentes principales**

##### **3.8.3.1.1.1 Pozos artesanales**

1. Visita a las instalaciones de la oficina de ANDA en la región oriental con sede en la ciudad de San Miguel.

La visita realizada, fue con el propósito de solicitar apoyo a ANDA para realizar el estudio de calidad de agua en pozos artesanales en la ciudad de Sesori.

2. Redacción y envío de solicitud a ANDA, solicitando apoyo para la realización de estudio y análisis completo al agua de pozos artesanales en Sesori.

En la solicitud enviada a ANDA, se especificaba la realización del estudio y análisis completo al agua de cinco pozos artesanales, distribuidos en los diferentes barrios y la colonia Libertad.

3. Selección de las viviendas que poseen pozo artesanal.

Para realizar la selección de las viviendas que poseen pozo artesanal, se hizo un recorrido en cada uno de los barrios y en la colonia Libertad. En el recorrido, se seleccionó al azar una vivienda por barrio, y una en la colonia Libertad en donde se conocía anticipadamente que poseían pozo artesanal.

4. Visita previa a las viviendas seleccionadas.

La visita previa, se hizo con el fin de conversar con los propietarios de las viviendas previamente seleccionadas, haciéndoles saber sobre la investigación que se estaba llevando a cabo en la ciudad de Sesori, en la que se requería contar con su ayuda para poder realizar un estudio a la calidad del agua en los pozos artesanales que poseen; comunicándoles que para realizar dicha actividad era necesario contar con su colaboración, brindando el permiso para acceder a realizar la extracción de la muestra de agua en el pozo artesanal.

5. Inspección de los pozos a muestrear por parte del personal técnico de ANDA.

Esta inspección realizada por el personal técnico de ANDA, fue con el objetivo de obtener la ubicación de las viviendas donde se realizaría la extracción de la muestra de agua de los pozos artesanales seleccionados.

6. Visita a las viviendas seleccionadas, para la extracción de las muestras de agua en los pozos artesanales.

En esta visita, se llevó a cabo el proceso de extracción de las muestras de agua en los pozos artesanales, por parte del personal técnico designado por ANDA. (Ver Imagen 63 en Anexo 2)

7. Envío de muestras de agua al laboratorio de ANDA con sede en la Ciudad de San Miguel.

Las muestras de agua, fueron trasladadas al laboratorio de ANDA por parte del personal técnico encargado de esa función, y luego enviarla al laboratorio de calidad de agua (con sede en el Departamento de San Salvador), para realizar la prueba de análisis completo respectiva.

8. Recepción de los resultados de las pruebas de agua de los pozos artesanales, realizada por el laboratorio de calidad de agua de ANDA.

La entrega de los resultados de las pruebas de agua de los pozos artesanales realizada por el laboratorio de calidad de agua de ANDA (Con sede en el Departamento de Miguel), fue proporcionada por el personal administrativo de dicha institución.

9. Análisis de los resultados de las pruebas de agua de los pozos artesanales.

En el análisis de los resultados obtenidos en las pruebas de calidad de agua de los pozos artesanales, se compararon los parámetros encontrados por el laboratorio de calidad de agua de ANDA (Con sede en San Salvador), con los de la Norma Técnica de Calidad de Agua Potable Salvadoreña (NSO 13.07.01.08), para conocer si los parámetros encontrados se encuentran dentro del rango permisible por esta normativa.

#### **3.8.3.1.2 Planta de bombeo Queseritas y fuente superficial en Guanaste, administrados por ANDA**

1. Envío de solicitud a ANDA, pidiendo información sobre pruebas de calidad de agua de la red de abastecimiento en la ciudad de Sesori.
2. Entrega de resultado de las pruebas de calidad de agua de los últimos cinco años, realizadas por el laboratorio de ANDA al sistema de agua potable administrada por la autónoma.
3. Análisis de los resultados de las pruebas de agua.

En el análisis de los resultados obtenidos en las pruebas de agua del sistema de abastecimiento de Sesori, se compararon los parámetros encontrados por el laboratorio de calidad de agua de ANDA (con sede en la ciudad de San Miguel), con los parámetros indicados en la Norma Técnica de Calidad de Agua Potable Salvadoreña (NSO



13.07.01.08), para conocer si estos se encuentran dentro del rango permisible por esta normativa.

### **3.8.3.2 Escasez del agua potable**

1. Entrevista informal con trabajadores locales de ANDA en la ciudad de Sesori.
2. Se realizó una entrevista a uno de los trabajadores locales de ANDA con el objetivo de adquirir información relacionada con la escasez de agua potable en Sesori.
3. Diagnóstico descrito de la situación actual relacionado a la escasez de agua potable, calidad de agua y las condiciones del sistema de abastecimiento.

### **3.8.3.3 Manejo de aguas residuales domésticas y Excretas**

1. Visita a la Unidad de Salud a la Oficina de Saneamiento Ambiental.

La visita realizada, se hizo con el objetivo de conocer la situación actual de la disposición de las aguas residuales y excretas.

2. Entrevista al jefe de la unidad de Saneamiento Ambiental de la Unidad de Salud.

La entrevista se llevó a cabo para obtener información acerca de los sitios donde se realizan las descargas de aguas residuales domésticas. Además, conocer los sistemas que utilizan los pobladores de Sesori para el manejo de las excretas. (Ver Anexo 1)

3. Recorrido por toda la ciudad de Sesori para identificar los lugares en donde se realiza la descarga de aguas residuales domésticas.

Al recorrer el casco urbano de la ciudad de Sesori, identificamos siete puntos de descarga de aguas residuales domésticas.

4. Realización del diagnóstico mediante la evaluación de la situación actual del manejo de aguas residuales domésticas y excretas.

En la realización del diagnóstico, se procedió a hacer la descripción de los sistemas que se utilizan en el municipio de Sesori tanto para el manejo de aguas residuales domésticas como de excretas.

#### **3.8.3.4 Manejo de residuos sólidos.**

- ✓ Visita a la Unidad Medio Ambiental de la Alcaldía de Sesori para solicitar información relacionada al manejo de residuos sólidos.
- ✓ Realización de recorrido por las calles y avenidas de la ciudad de Sesori.
- ✓ Entrevista al responsable de la Unidad Medio Ambiental de la Alcaldía Municipal de Sesori.

La entrevista tenía como objetivo obtener datos específicos del volumen de residuos sólidos generados en el período mayo 2015- julio 2018. Además, se preguntó sobre el procedimiento en el barrido de las calles y la ruta de recolección de residuos sólidos que realiza el camión de la municipalidad.

- ✓ Recorrido de la ruta de recolección de residuos sólidos en la ciudad de Sesori.

Se efectuó un acompañamiento durante el recorrido que realiza el tren de aseo por la ciudad de Sesori.

- ✓ Caracterización de los residuos sólidos.

Se realizó la caracterización de residuos sólidos con el método de muestreo, utilizando la forma de caracterización física cuantitativa y cualitativa, para determinar la composición de los residuos sólidos, las características físicas y conocer la cantidad de los

residuos generados semanalmente. Esta caracterización se llevó a cabo dos veces en el transcurso de una semana.

- ✓ Elaboración del diagnóstico del manejo de residuos sólidos.

Con la información recolectada del censo, ruta de recolección de residuos sólidos y de la caracterización de los residuos sólidos, se procedió a elaborar el diagnóstico de la situación actual del manejo de residuos sólidos.

**Capítulo IV. Análisis de resultados.**

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de la recopilación de información solicitada en la guía de entrevista, permitiendo conocer la situación actual en relación al saneamiento básico en las áreas del agua para consumo, manejo de las aguas residuales domésticas y excretas, así mismo, el manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Sesorí del departamento de San Miguel; el levantamiento de estos datos se realizó con fecha de inicio el 30 de julio de 2018 y fecha de finalización el 17 de agosto de 2018.

De acuerdo con lo planteado en el capítulo anterior, el método elegido fue cuantitativo, utilizando como herramienta la entrevista de las cuales se realizaron 402 con 86 ítems cada una, ejecutándose con la colaboración de la población en 113 viviendas en la colonia Libertad y 289 viviendas en los barrios de la ciudad de Sesorí.

La guía de entrevista suministrada fue elaborada con respuestas dicotómicas, siendo estas de NO y SI (86 ítems), pero para su mejor entendimiento las preguntas se articularon obteniendo así 31 ítems que de forma resumida nos muestran los mismos resultados que los primeros.

Una vez que la información estuvo recopilada se procedió a formar una base de datos; el análisis de la información se formuló simplificando, clasificando, y seleccionando los datos para después ser presentados de diversas formas, como lo son: tablas, gráficos de sectores o circulares, porcentajes y en forma descrita, utilizando programas de procesamiento de datos (Microsoft Office Excel).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la entrevista conforme a la guía resumida, mostrando resultados para la ciudad de Sesorí.

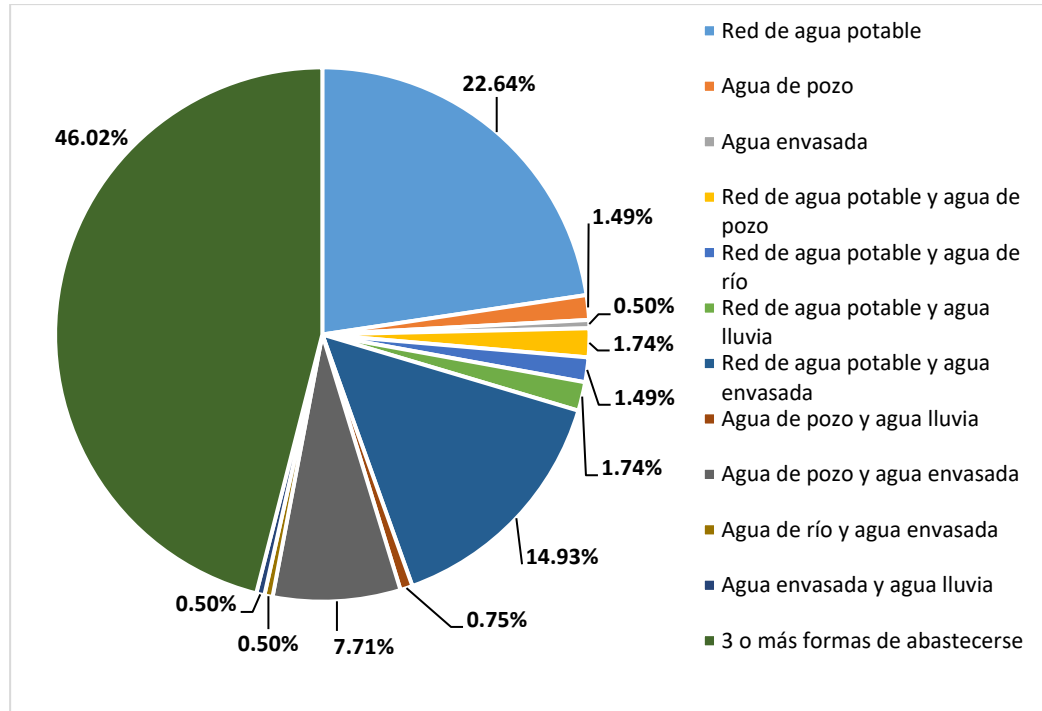
1- ¿De qué forma se abastece?

**Tabla 9. Resultados: Forma de abastecimiento de agua en la ciudad de Sesori.**

|              |                                     | <b>Fr</b>  | <b>%</b>    |
|--------------|-------------------------------------|------------|-------------|
| 1            | Red de agua potable                 | 91         | 22.64%      |
| 2            | Agua de pozo                        | 6          | 1.49%       |
| 3            | Agua de río                         | 0          | 0.00%       |
| 4            | Agua lluvia                         | 0          | 0.00%       |
| 5            | Agua envasada                       | 2          | 0.50%       |
| 6            | Red de agua potable y agua de pozo  | 7          | 1.74%       |
| 7            | Red de agua potable y agua de río   | 6          | 1.49%       |
| 8            | Red de agua potable y agua lluvia   | 7          | 1.74%       |
| 9            | Red de agua potable y agua envasada | 60         | 14.93%      |
| 10           | Agua de pozo y agua de río          | 0          | 0.00%       |
| 11           | Agua de pozo y agua lluvia          | 3          | 0.75%       |
| 12           | Agua de pozo y agua envasada        | 31         | 7.71%       |
| 13           | Agua de río y agua envasada         | 2          | 0.50%       |
| 14           | Agua envasada y agua lluvia         | 2          | 0.50%       |
| 15           | 3 o más formas de abastecerse       | 185        | 46.02%      |
| <b>TOTAL</b> |                                     | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Gráfico 1. Forma de abastecimiento de las viviendas de la ciudad de Sesori.



Fuente: Grupo de Tesis (2018)

### Análisis.

De acuerdo al gráfico 1, el 22.64% (91 viviendas) se abastecen de red de agua potable, el 1.49% (6 viviendas) de agua de pozo, el 0.5% (2 viviendas) de agua envasada, el 1.74% (7 viviendas) de red de agua potable y agua de pozo, el 1.49% (6 viviendas) de red de agua potable y agua de río, el 1.74% (7 viviendas) de red de agua potable y agua lluvia, el 14.93% (60 viviendas) de red de agua potable y agua envasada, y agua de río, el 0.75% (3 viviendas) de agua de pozo y agua lluvia, el 7.71% (31 viviendas) de agua de pozo y agua envasada, el 0.5% (2 viviendas) de agua de río y agua envasada, el 0.5% (2 viviendas) de agua envasada y agua lluvia y el 46.02% (185 viviendas) de 3 o más formas de abastecerse.

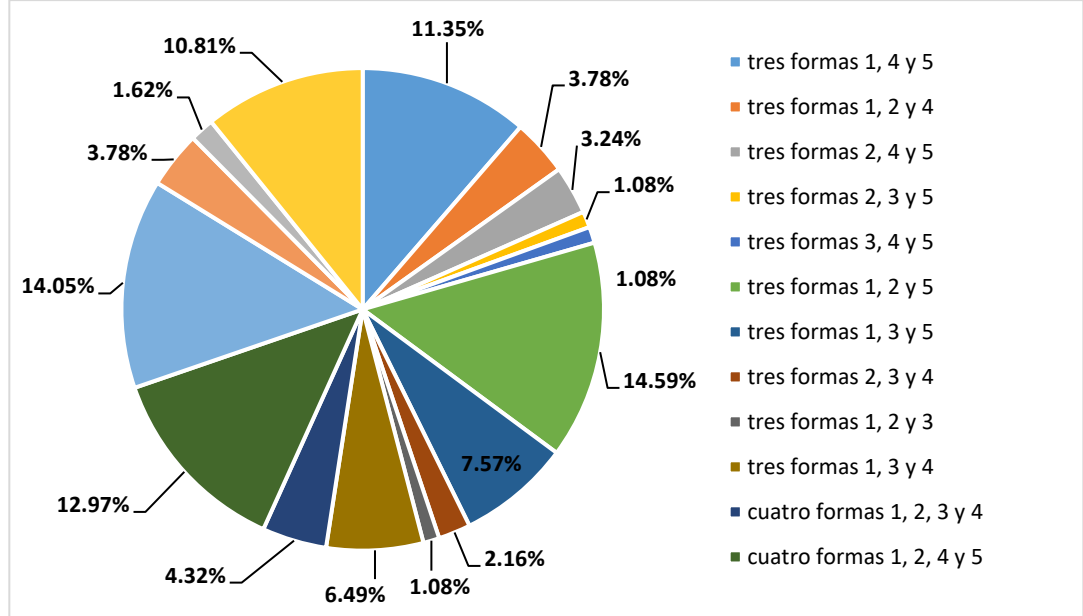
1B - De acuerdo con la pregunta anterior, la opción de 3 o más formas de abastecerse se desglosa de la siguiente manera.

**Tabla 10. Resultados: Tres o más formas de abastecimiento de las viviendas en la ciudad de Sesori**

|              |                                 | Fr         | %           |
|--------------|---------------------------------|------------|-------------|
| 15.1         | tres formas 1, 4 y 5            | 21         | 11.35%      |
| 15.2         | tres formas 1, 2 y 4            | 7          | 3.78%       |
| 15.3         | tres formas 2, 4 y 5            | 6          | 3.24%       |
| 15.4         | tres formas 2, 3 y 5            | 2          | 1.08%       |
| 15.5         | tres formas 3, 4 y 5            | 2          | 1.08%       |
| 15.6         | tres formas 1, 2 y 5            | 27         | 14.59%      |
| 15.7         | tres formas 1, 3 y 5            | 14         | 7.57%       |
| 15.8         | tres formas 2, 3 y 4            | 4          | 2.16%       |
| 15.9         | tres formas 1, 2 y 3            | 2          | 1.08%       |
| 15.10        | tres formas 1, 3 y 4            | 12         | 6.49%       |
| 15.11        | cuatro formas 1, 2, 3 y 4       | 8          | 4.32%       |
| 15.12        | cuatro formas 1, 2, 4 y 5       | 24         | 12.97%      |
| 15.13        | cuatro formas 1, 3, 4 y 5       | 26         | 14.05%      |
| 15.14        | cuatro formas 1, 2, 3 y 5       | 7          | 3.78%       |
| 15.15        | cuatro formas 2, 3, 4 y 5       | 3          | 1.62%       |
| 15.16        | las cinco formas de abastecerse | 20         | 10.81%      |
| <b>TOTAL</b> |                                 | <b>185</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*

**Gráfico 1B. Tres o más formas abastecimiento de las viviendas en ciudad de Sesori.**



Fuente: Grupo de Tesis (2018)

**Análisis.**

De acuerdo al gráfico 1B, el 11.35% (21 viviendas) se abastecen de tres formas 1, 4 y 5, el 3.78% (7 viviendas) de tres formas 1, 2 y 4, el 3.24% (6 viviendas) de tres formas 2, 4 y 5, el 1.08% (2 viviendas) de tres formas 2, 3 y 5, el 1.08% (2 viviendas) de tres formas 3, 4 y 5, el 14.59% (27 viviendas) de tres formas 1, 2 y 5, el 7.57% (14 viviendas) de tres formas 1, 3 y 5, el 2.16% (4 viviendas) de tres formas 2, 3 y 4, el 1.08% (2 viviendas) de tres formas 1, 2 y 3, el 6.49% (12 viviendas) de tres formas 1, 3 y 4, el 4.32% (8 viviendas) de cuatro formas 1, 2, 3 y 4, el 12.97% (24 viviendas) de cuatro formas 1, 2, 4 y 5, el 14.05% (26 viviendas) de cuatro formas 1, 3, 4 y 5, el 3.78% (7 viviendas) de cuatro formas 1, 2, 3 y 5, el 1.62% (3 viviendas) de cuatro formas 2, 3, 4 y 5 y el 10.81% (20 viviendas) de las cinco formas de abastecerse.



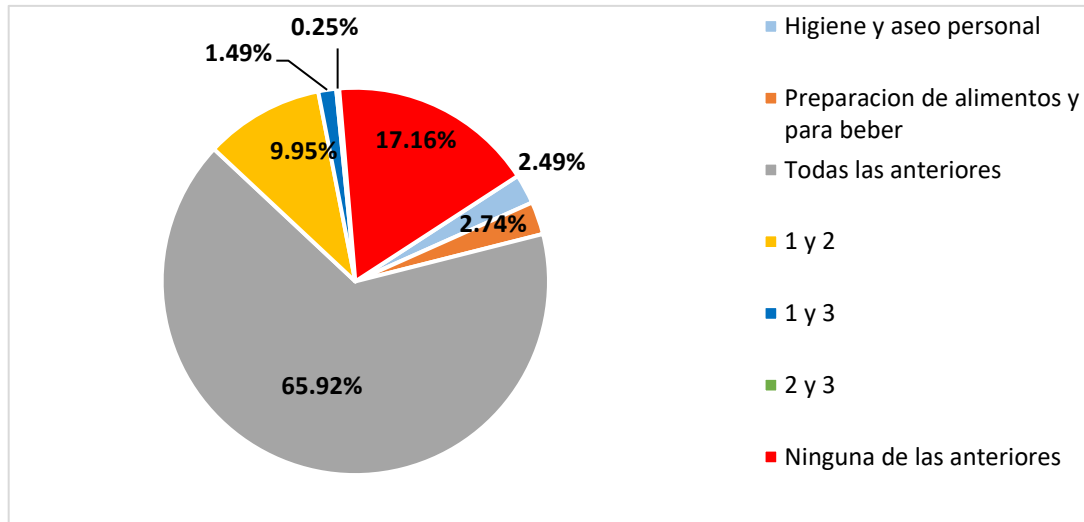
2- ¿Para que utiliza el agua potable?

**Tabla 11. Resultados: Utilización del agua potable.**

|              |                                       | Fr         | %           |
|--------------|---------------------------------------|------------|-------------|
| 1            | Higiene y aseo personal               | 10         | 2.49%       |
| 2            | Lavado de ropa y utensilios de cocina | 0          | 0.00%       |
| 3            | Preparación de alimentos y para beber | 11         | 2.74%       |
| 4            | Todas las anteriores                  | 265        | 65.92%      |
| 5            | 1 y 2                                 | 40         | 9.95%       |
| 6            | 1 y 3                                 | 6          | 1.49%       |
| 7            | 2 y 3                                 | 1          | 0.25%       |
| 8            | Ninguna de las anteriores             | 69         | 17.16%      |
| <b>TOTAL</b> |                                       | <b>402</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Grupo de Tesis (2018)

**Gráfico 2. Utilización del agua potable**



Fuente: Grupo de Tesis (2018)

**Análisis.**

De acuerdo al gráfico 2, el 2.49% (10 viviendas) utilizan el agua potable para higiene y aseo personal, el 2.74% (11 viviendas) para preparación de alimentos y para beber, el 65.92% (265 viviendas) para todas las anteriores, el 9.95% (40 viviendas) para 1 y 2, el 1.49% (6 viviendas) para 1 y 3, el 0.25% (1 vivienda) para 2 y 3, el 17.16% (69 viviendas) para ninguna de las anteriores.

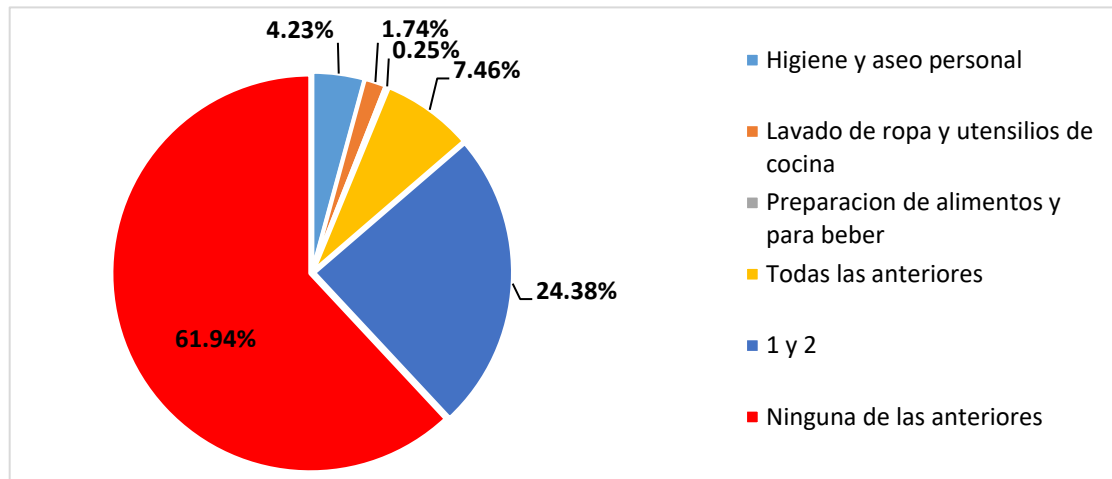
3- ¿Utilizan el agua de pozo para?

**Tabla 12. Resultados: Utilización del agua de pozo.**

|              |                                       | Fr         | %           |
|--------------|---------------------------------------|------------|-------------|
| 1            | Higiene y aseo personal               | 17         | 4.23%       |
| 2            | Lavado de ropa y utensilios de cocina | 7          | 1.74%       |
| 3            | Preparación de alimentos y para beber | 1          | 0.25%       |
| 4            | Todas las anteriores                  | 30         | 7.46%       |
| 5            | 1 y 2                                 | 98         | 24.38%      |
| 6            | 1 y 3                                 | 0          | 0.00%       |
| 7            | 2 y 3                                 | 0          | 0.00%       |
| 8            | Ninguna de las anteriores             | 249        | 61.94%      |
| <b>TOTAL</b> |                                       | <b>402</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Grupo de Tesis (2018)

**Gráfico 3. Utilización del agua de pozo**



Fuente: Grupo de Tesis (2018)

**Análisis.**

De acuerdo con el gráfico 3, el 4.23% (17 viviendas) utilizan el agua de pozo para higiene y aseo personal, el 1.74% (7 viviendas) para lavado de ropa y utensilios de cocina, el 0.25% (1 vivienda) para preparación de alimentos y para beber, el 7.46% (30 viviendas) para todas las anteriores, el 24.38% (98 viviendas) para 1 y 2, el 61.94% (249 viviendas) para ninguna de las anteriores.

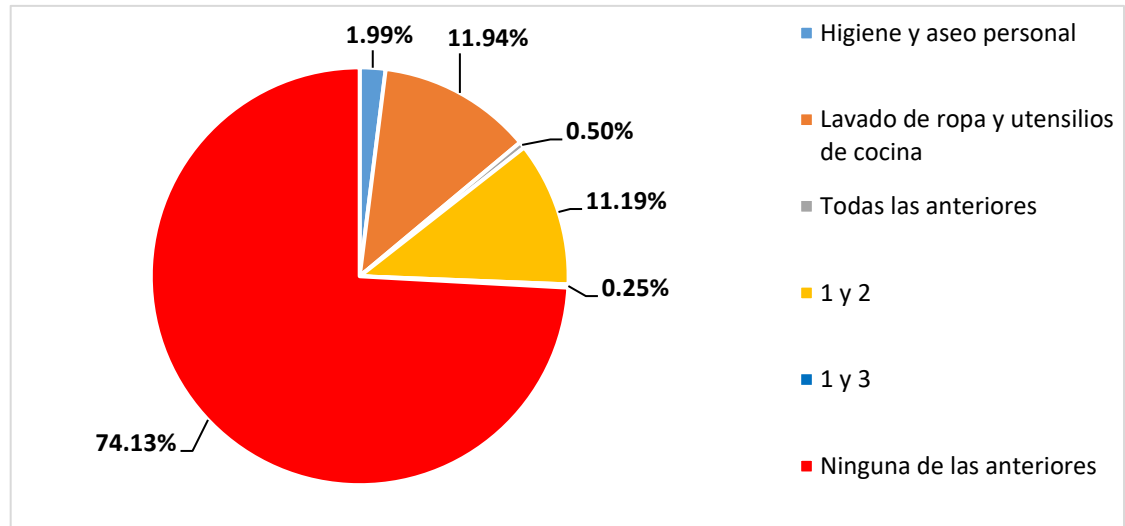
4- ¿Utilizan el agua de río para?

**Tabla 13. Resultados: Utilización del agua de río.**

|              |                                       | Fr         | %           |
|--------------|---------------------------------------|------------|-------------|
| 1            | Higiene y aseo personal               | 8          | 1.99%       |
| 2            | Lavado de ropa y utensilios de cocina | 48         | 11.94%      |
| 3            | Preparación de alimentos y para beber | 0          | 0.00%       |
| 4            | Todas las anteriores                  | 2          | 0.50%       |
| 5            | 1 y 2                                 | 45         | 11.19%      |
| 6            | 1 y 3                                 | 1          | 0.25%       |
| 7            | 2 y 3                                 | 0          | 0.00%       |
| 8            | Ninguna de las anteriores             | 298        | 74.13%      |
| <b>TOTAL</b> |                                       | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*

**Gráfico 4. Utilización del agua de río.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Análisis.**

De acuerdo con el gráfico 4, el 1.99% (8 viviendas) utilizan el agua de río para higiene y aseo personal, el 11.94% (48 viviendas) para lavado de ropa y utensilios de cocina, el 0.5% (2 viviendas) para todas las anteriores, el 11.19% (45 viviendas) para 1 y 2, el 0.25% (1 vivienda) para 1 y 3, el 74.13% (298 viviendas) para ninguna de las anteriores.

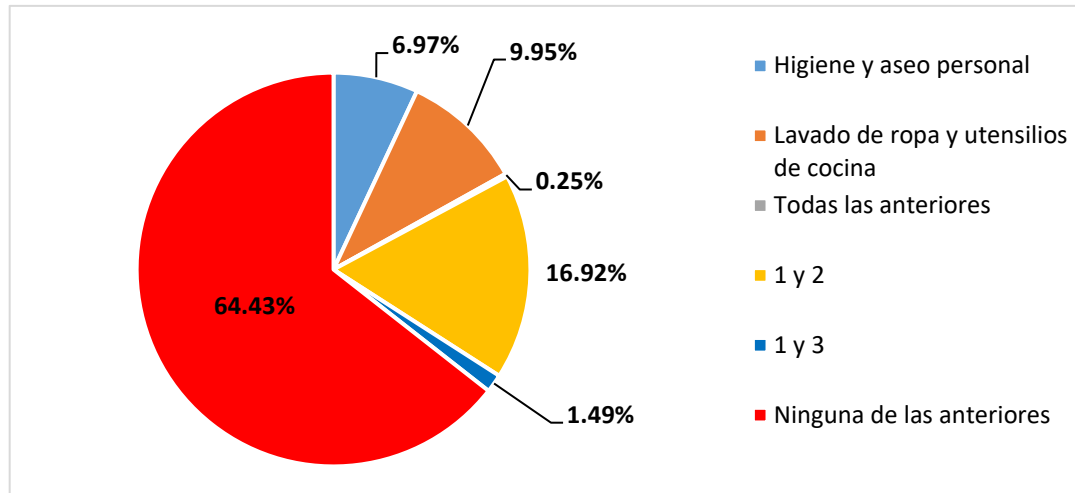
5- ¿Utilizan el agua lluvia para?

**Tabla 14. Resultados: Utilización del agua lluvia.**

|              |                                       | Fr         | %           |
|--------------|---------------------------------------|------------|-------------|
| 1            | Higiene y aseo personal               | 28         | 6.97%       |
| 2            | Lavado de ropa y utensilios de cocina | 40         | 9.95%       |
| 3            | Preparación de alimentos y para beber | 0          | 0.00%       |
| 4            | Todas las anteriores                  | 1          | 0.25%       |
| 5            | 1 y 2                                 | 68         | 16.92%      |
| 6            | 1 y 3                                 | 6          | 1.49%       |
| 7            | 2 y 3                                 | 0          | 0.00%       |
| 8            | Ninguna de las anteriores             | 259        | 64.43%      |
| <b>TOTAL</b> |                                       | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 5. Utilización del agua lluvia.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Análisis.**

De acuerdo al gráfico 5, el 6.97% (28 viviendas) utilizan el agua lluvia para higiene y aseo personal, el 9.95% (40 viviendas) para lavado de ropa y utensilios de cocina, el 0.25% (1 vivienda) para todas las anteriores, el 16.92% (68 viviendas) para 1 y 2, el 1.49% (6 viviendas) para 1 y 3, el 64.43% (259 viviendas) para ninguna de las anteriores.

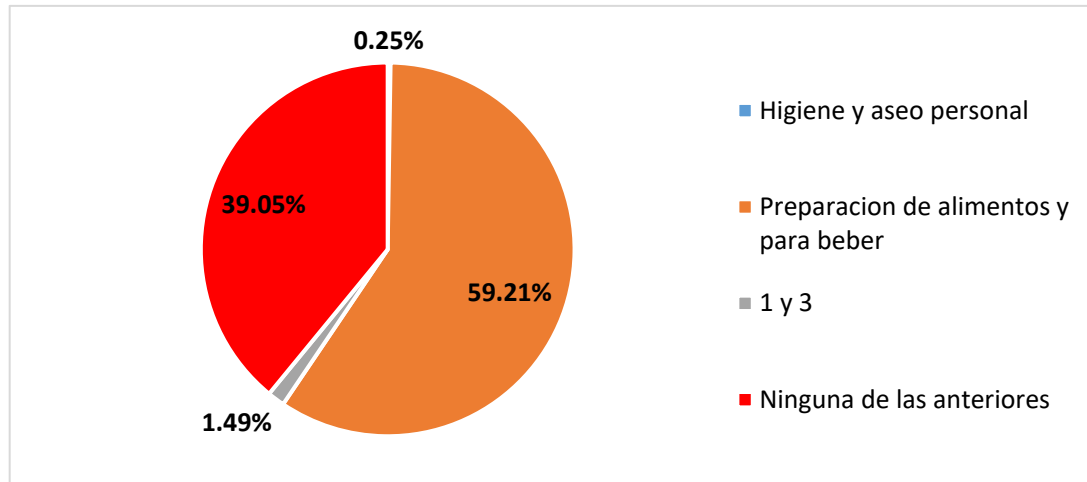
6- ¿Utilizan el agua envasada para?

**Tabla 15. Resultados: Utilización del agua envasada.**

|              |                                       | Fr         | %           |
|--------------|---------------------------------------|------------|-------------|
| 1            | Higiene y aseo personal               | 1          | 0.25%       |
| 2            | Lavado de ropa y utensilios de cocina | 0          | 0.00%       |
| 3            | Preparación de alimentos y para beber | 238        | 59.20%      |
| 4            | Todas las anteriores                  | 0          | 0.00%       |
| 5            | 1 y 2                                 | 0          | 0.00%       |
| 6            | 1 y 3                                 | 6          | 1.49%       |
| 7            | 2 y 3                                 | 0          | 0.00%       |
| 8            | Ninguna de las anteriores             | 157        | 39.05%      |
| <b>TOTAL</b> |                                       | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 6. Utilización del agua envasada.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Análisis.**

De acuerdo con el gráfico 6, el 0.25% (1 vivienda) de las viviendas utilizan el agua envasada para higiene y aseo personal, el 33.58% (135 viviendas) para preparación de alimentos y para beber, el 25.62% (103 viviendas) para todas las anteriores, el 1.49% (6 viviendas) para 1 y 3, el 39.05% (157 viviendas) para ninguna de las anteriores.

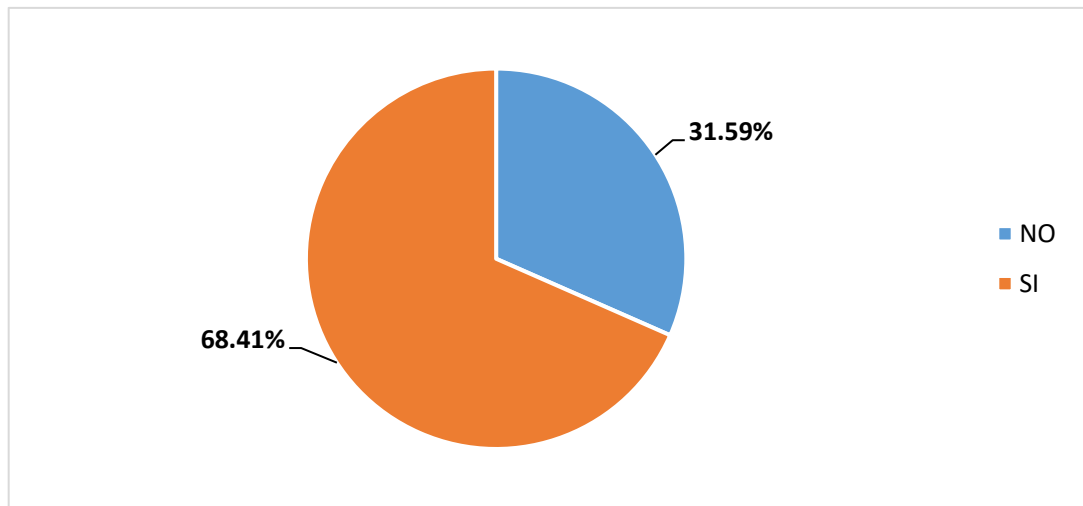
7- ¿Almacena temporalmente el agua de consumo?

**Tabla 16. Resultados: Almacenamiento temporal del agua.**

|              |    | Fr  | %      |
|--------------|----|-----|--------|
| 1            | NO | 127 | 31.59% |
| 2            | SI | 275 | 68.41% |
| <b>TOTAL</b> |    | 402 | 100%   |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 7. Almacenamiento temporal del agua.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*

**Análisis.**

De acuerdo con el gráfico 7, el 31.59% (127 viviendas) NO almacenan temporalmente el agua de consumo, el 68.41% (275 viviendas) SI.

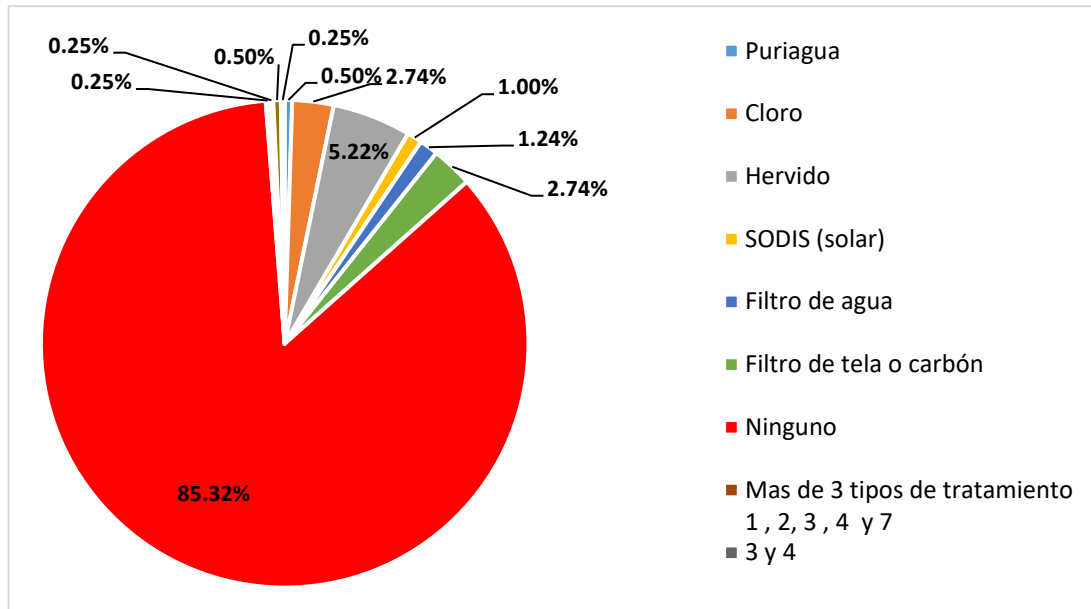
8- ¿Utilizan algún tipo de tratamiento para la purificación del agua potable?

**Tabla 17. Resultados: Tipo de tratamiento del agua potable**

|              |  | <b>Fr</b>  | <b>%</b>    |
|--------------|--|------------|-------------|
| 1            | Puriagua                                       | 2          | 0.50%       |
| 2            | Cloro  | 11         | 2.74%       |
| 3            | Hervido  | 21         | 5.22%       |
| 4            | SODIS (solar)                                  | 4          | 1.00%       |
| 5            | Agrega jugo de limón o lima                    | 0          | 0.00%       |
| 6            | Utiliza semillas de moringa                    | 0          | 0.00%       |
| 7            | Filtro de agua                                 | 5          | 1.24%       |
| 8            | Filtro de tela o carbón                        | 11         | 2.74%       |
| 9            | Ninguno  | 343        | 85.32%      |
| 10           | Más de 3 tipos de tratamiento 1 , 2, 3 , 4 y 7 | 1          | 0.25%       |
| 11           | 3 y 4  | 1          | 0.25%       |
| 12           | 2 y 3  | 2          | 0.50%       |
| 13           | 2 y 8  | 1          | 0.25%       |
| 14           | 4 y 8  | 0          | 0.00%       |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Gráfico 8. Tipo de tratamiento del agua potable.



Fuente: Grupo de Tesis (2018).

### Análisis.

De acuerdo al gráfico 8, el 0.5% (2 viviendas) utilizan puriagua, el 2.74% (11 viviendas) cloro, el 5.22% (21 viviendas) hervido, el 1% (4 viviendas) sodis (solar), el 1.24% (5 viviendas) filtro de agua, el 2.74% (11 viviendas) filtro de tela o carbón, el 85.32% (343 viviendas) ninguno, el 0.25% (1 vivienda) más de 3 tipos de tratamiento 1, 2, 3, 4 y 7, el 0.25% (1 vivienda) 3 y 4, el 0.5% (2 viviendas) 2 y 3, el 0.25% (1 vivienda) 2 y 8, el 0% 4 y 8.

Según lo mencionado por el operador de la planta de bombeo de Queserita, la desinfección es realizada en la caseta de bombeo mediante la aplicación de Hipoclorito de Calcio (HTH), con concentraciones variadas en el rango de (0.6 - 1.2) PPM (mg/L). Dichas concentraciones hacen el agua apta para el consumo humano siendo innecesaria la purificación de esta agua por el consumidor.



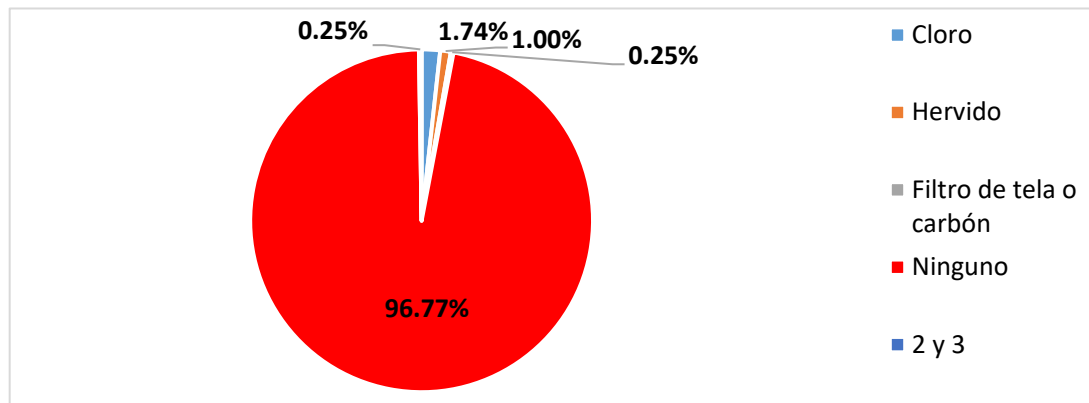
9- ¿Utilizan algún tipo de tratamiento para la purificación del agua de pozo?

**Tabla 18. Resultados: Tipo de tratamiento para agua de pozo.**

|              |  | Fr         | %           |
|--------------|--|------------|-------------|
| 1            | Puriagua                                       | 0          | 0.00%       |
| 2            | Cloro  | 7          | 1.74%       |
| 3            | Hervido  | 4          | 1.00%       |
| 4            | SODIS (solar)                                  | 0          | 0.00%       |
| 5            | Agrega jugo de limón o lima                    | 0          | 0.00%       |
| 6            | Utiliza semillas de moringa                    | 0          | 0.00%       |
| 7            | Filtro de agua                                 | 0          | 0.00%       |
| 8            | Filtro de tela o carbón                        | 1          | 0.25%       |
| 9            | Ninguno  | 389        | 96.77%      |
| 10           | Más de 3 tipos de tratamiento 1 , 2, 3 , 4 y 7 | 0          | 0.00%       |
| 11           | 3 y 4  | 0          | 0.00%       |
| 12           | 2 y 3  | 1          | 0.25%       |
| 13           | 2 y 8  | 0          | 0.00%       |
| 14           | 4 y 8  | 0          | 0.00%       |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>402</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Grupo de Tesis (2018)

**Gráfico 9. Tipo de tratamiento del agua de pozo.**



Fuente: Grupo de Tesis (2018).

**Análisis.**

De acuerdo al gráfico 9, el 1.74% (7 viviendas) cloro, el 1% (4 viviendas) hervido, el 0.25% (1 vivienda) filtro de tela o carbón, el 96.77% (389 viviendas) ninguno, el 0.25% (1 vivienda) 2 y 3.

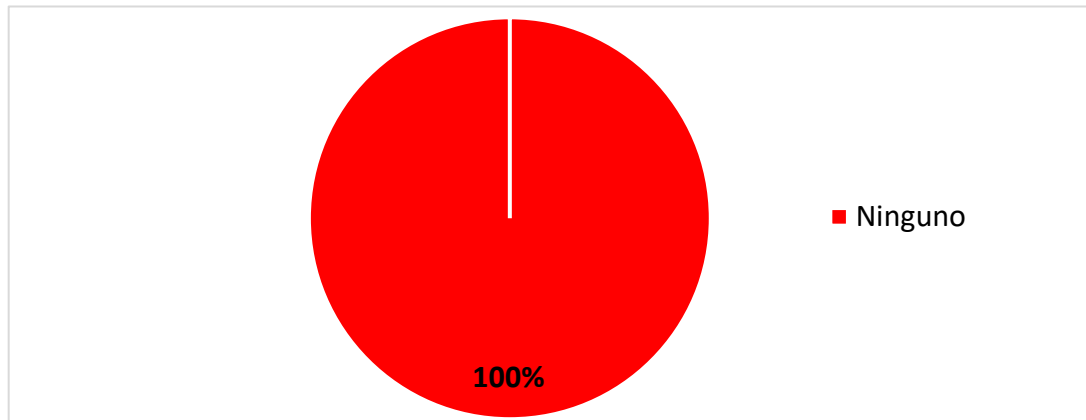
10- ¿Utilizan algún tipo de tratamiento para la purificación del agua de río?

**Tabla 19. Resultados: Tipo de tratamiento para el agua de río.**

|              |  | Fr         | %           |
|--------------|--|------------|-------------|
| 1            | Puriagua                                       | 0          | 0.00%       |
| 2            | Cloro  | 0          | 0.00%       |
| 3            | Hervido  | 0          | 0.00%       |
| 4            | SODIS (solar)                                  | 0          | 0.00%       |
| 5            | Agrega jugo de limón o lima                    | 0          | 0.00%       |
| 6            | Utiliza semillas de moringa                    | 0          | 0.00%       |
| 7            | Filtro de agua                                 | 0          | 0.00%       |
| 8            | Filtro de tela o carbón                        | 0          | 0.00%       |
| 9            | Ninguno  | 402        | 100.00%     |
| 10           | Más de 3 tipos de tratamiento 1 , 2, 3 , 4 y 7 | 0          | 0.00%       |
| 11           | 3 y 4  | 0          | 0.00%       |
| 12           | 2 y 3  | 0          | 0.00%       |
| 13           | 2 y 8  | 0          | 0.00%       |
| 14           | 4 y 8  | 0          | 0.00%       |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 10. Tipo de tratamiento del agua de río.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Análisis.**

De acuerdo con el gráfico 10, ninguna vivienda utiliza algún tipo de tratamiento para la purificación del agua de río.

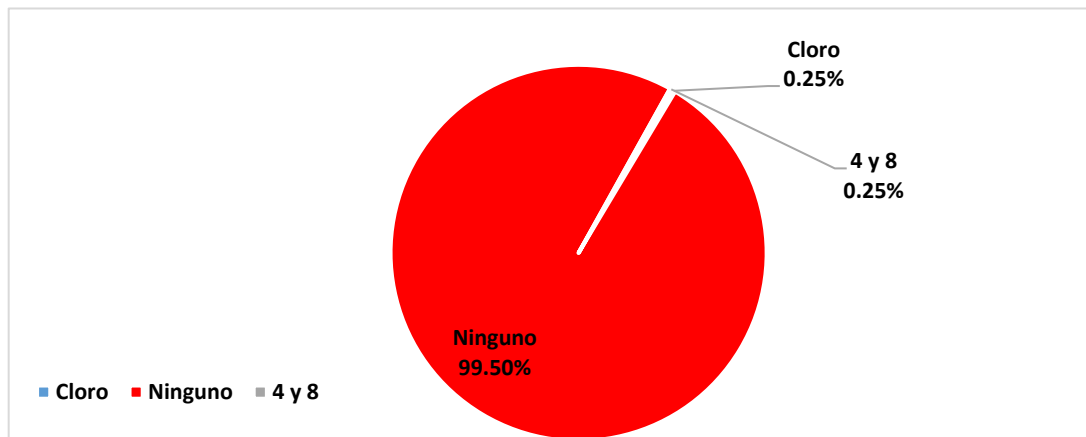
11- ¿Utilizan algún tipo de tratamiento para la purificación del agua lluvia?

**Tabla 20. Resultados: Tipo de tratamiento para el agua lluvia.**

|              |  | Fr         | %           |
|--------------|--|------------|-------------|
| 1            | Puriagua                                       | 0          | 0.00%       |
| 2            | Cloro  | 1          | 0.25%       |
| 3            | Hervido  | 0          | 0.00%       |
| 4            | SODIS (solar)                                  | 0          | 0.00%       |
| 5            | Agrega jugo de limón o lima                    | 0          | 0.00%       |
| 6            | Utiliza semillas de moringa                    | 0          | 0.00%       |
| 7            | Filtro de agua                                 | 0          | 0.00%       |
| 8            | Filtro de tela o carbón                        | 0          | 0.00%       |
| 9            | Ninguno  | 400        | 99.50%      |
| 10           | Más de 3 tipos de tratamiento 1 , 2, 3 , 4 y 7 | 0          | 0.00%       |
| 11           | 3 y 4  | 0          | 0.00%       |
| 12           | 2 y 3  | 0          | 0.00%       |
| 13           | 2 y 8  | 0          | 0.00%       |
| 14           | 4 y 8  | 1          | 0.25%       |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 11. Tipo de tratamiento para el agua lluvia.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Análisis.**

De acuerdo al gráfico 11, el 0.25% (1 vivienda) cloro, el 99.5% (400 viviendas) ninguno, el 0.25% (1 vivienda) 4 y 8.

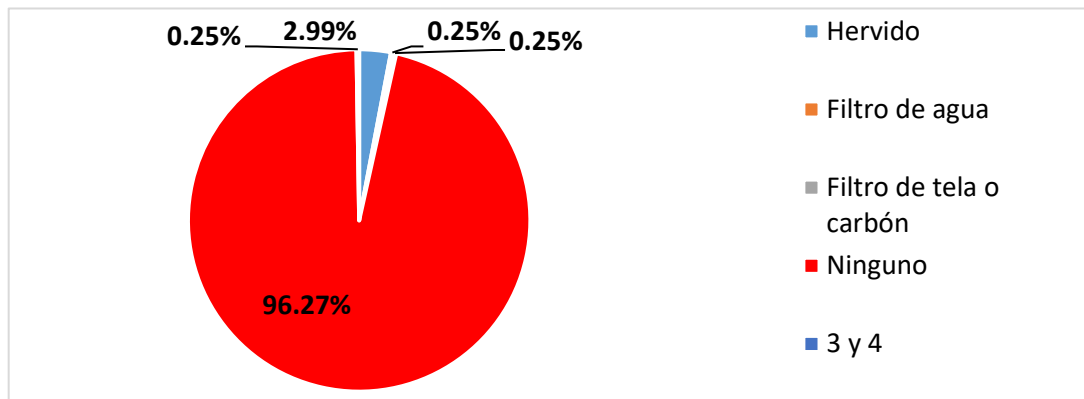
12- ¿Utilizan algún tipo de tratamiento para la purificación del agua envasada?

**Tabla 21. Resultados: Tipo de tratamiento del agua envasada.**

|              |  | Fr         | %           |
|--------------|--|------------|-------------|
| 1            | Puriagua                                       | 0          | 0.00%       |
| 2            | Cloro  | 0          | 0.00%       |
| 3            | Hervido  | 12         | 2.99%       |
| 4            | SODIS (solar)                                  | 0          | 0.00%       |
| 5            | Agrega jugo de limón o lima                    | 0          | 0.00%       |
| 6            | Utiliza semillas de moringa                    | 0          | 0.00%       |
| 7            | Filtro de agua                                 | 1          | 0.25%       |
| 8            | Filtro de tela o carbón                        | 1          | 0.25%       |
| 9            | Ninguno  | 387        | 96.27%      |
| 10           | Más de 3 tipos de tratamiento 1 , 2, 3 , 4 y 7 | 0          | 0.00%       |
| 11           | 3 y 4  | 1          | 0.25%       |
| 12           | 2 y 3  | 0          | 0.00%       |
| 13           | 2 y 8  | 0          | 0.00%       |
| 14           | 4 y 8  | 0          | 0.00%       |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>402</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Grupo de Tesis (2018).

**Gráfico 12. Tipo de tratamiento del agua envasada.**



Fuente: Grupo de Tesis (2018).

**Análisis.**

De acuerdo al gráfico 12, el 2.99% (12 viviendas) hervido, el 0.25% (1 vivienda) filtro de agua, el 0.25% (1 vivienda) filtro de tela o carbón, el 96.27% (387 viviendas) ninguno, el 0.25% (1 vivienda) 3 y 4.

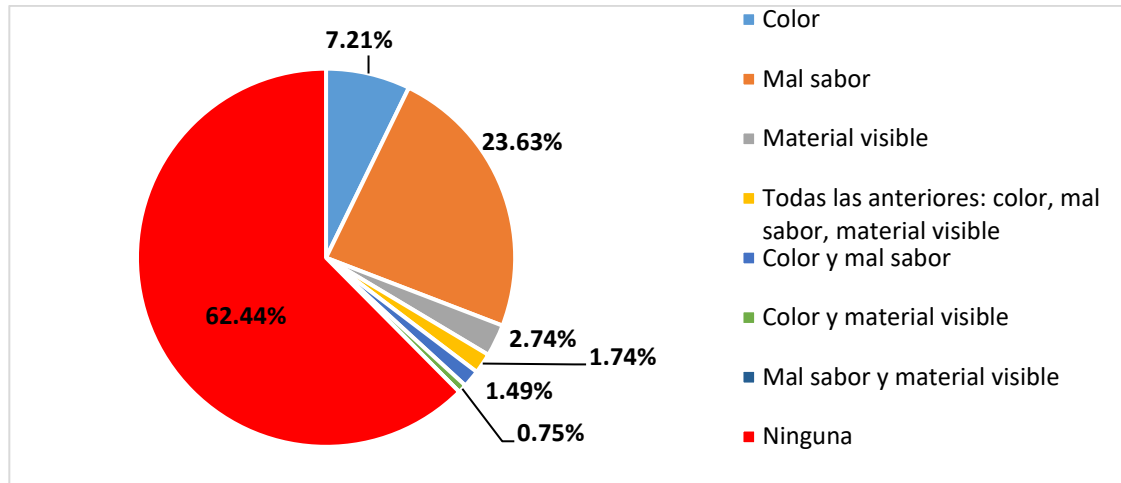
13- ¿Observan en el agua potable que bebe?

**Tabla 22. Resultados: Características que observan en el agua potable.**

|              |  | Fr         | %           |
|--------------|--|------------|-------------|
| 1            | Color  | 29         | 7.21%       |
| 2            | Mal sabor  | 95         | 23.63%      |
| 3            | Material visible   | 11         | 2.74%       |
| 4            | Todas las anteriores: color, mal sabor, material visible | 7          | 1.74%       |
| 5            | Color y mal sabor  | 6          | 1.49%       |
| 6            | Color y material visible                                 | 3          | 0.75%       |
| 7            | Mal sabor y material visible                             | 0          | 0.00%       |
| 8            | Ninguna  | 251        | 62.44%      |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>402</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Grupo de Tesis (2018).

**Gráfico 13. Características que observan en el agua potable.**



Fuente: Grupo de Tesis (2018).

**Análisis.**

De acuerdo con el gráfico 13, el 7.21% (29 viviendas) observan color, el 23.63% (95 viviendas) mal sabor, el 2.74% (11 viviendas) material visible, el 1.74% (7 viviendas) todas las anteriores: color, mal sabor, material visible, el 1.49% (6 viviendas) color y mal sabor, el 0.75% (3 viviendas) color y material visible, el 62.44% (251 viviendas) ninguna.

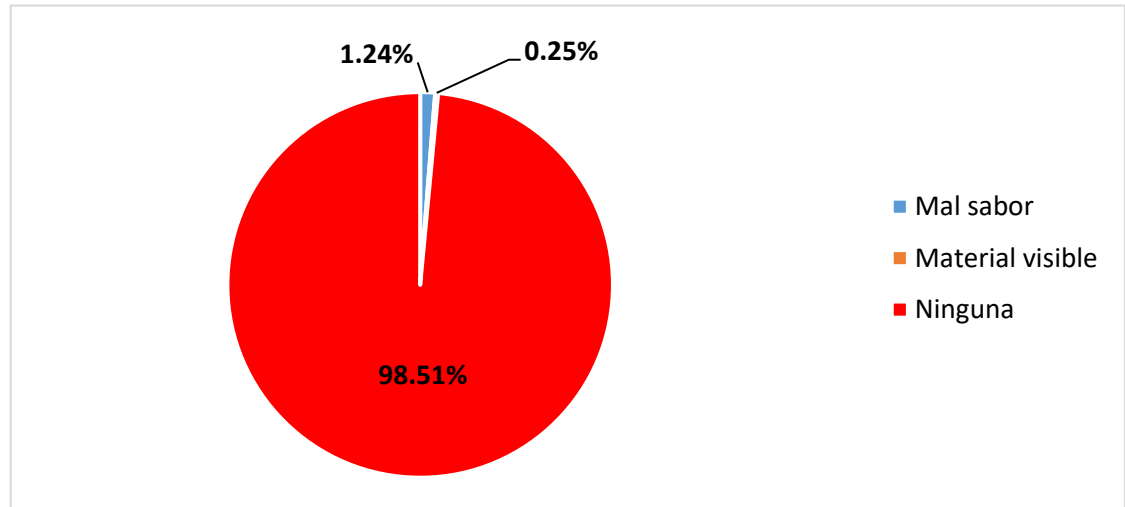
14- ¿Observan en el agua de pozo que bebe?

**Tabla 23. Resultados: Características que observan en el agua de pozo.**

|              |  | Fr         | %           |
|--------------|--|------------|-------------|
| 1            | Color  | 0          | 0.00%       |
| 2            | Mal sabor  | 5          | 1.24%       |
| 3            | Material visible   | 1          | 0.25%       |
| 4            | Todas las anteriores: color, mal sabor, material visible | 0          | 0.00%       |
| 5            | Color y mal sabor  | 0          | 0.00%       |
| 6            | Color y material visible                                 | 0          | 0.00%       |
| 7            | Mal sabor y material visible                             | 0          | 0.00%       |
| 8            | Ninguna  | 396        | 98.51%      |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>402</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Grupo de Tesis (2018).

**Gráfico 14. Características que observan en el agua de pozo.**



Fuente: Grupo de Tesis (2018).

**Análisis.**

De acuerdo con el gráfico 14, el 1.24% (5 viviendas) mal sabor, el 0.25% (1 vivienda) material visible, el 98.51% (396 viviendas) ninguna de las características anteriores en el agua de pozo.

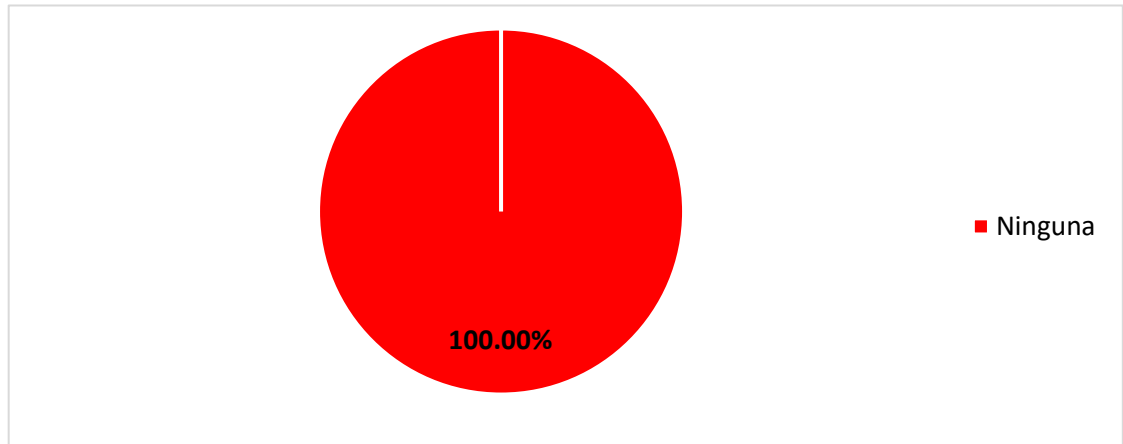
15- ¿Observan en el agua de río que bebe?

**Tabla 24. Resultados: Características que observan en el agua de río.**

|              |  | Fr         | %           |
|--------------|--|------------|-------------|
| 1            | Color  | 0          | 0.00%       |
| 2            | Mal sabor  | 0          | 0.00%       |
| 3            | Material visible   | 0          | 0.00%       |
| 4            | Todas las anteriores: color, mal sabor, material visible | 0          | 0.00%       |
| 5            | Color y mal sabor  | 0          | 0.00%       |
| 6            | Color y material visible                                 | 0          | 0.00%       |
| 7            | Mal sabor y material visible                             | 0          | 0.00%       |
| 8            | Ninguna  | 402        | 100.00%     |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 15. Características que observan en el agua de río.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Análisis.**

De acuerdo con el gráfico 15, en ninguna vivienda observan características físicas en el agua de río.

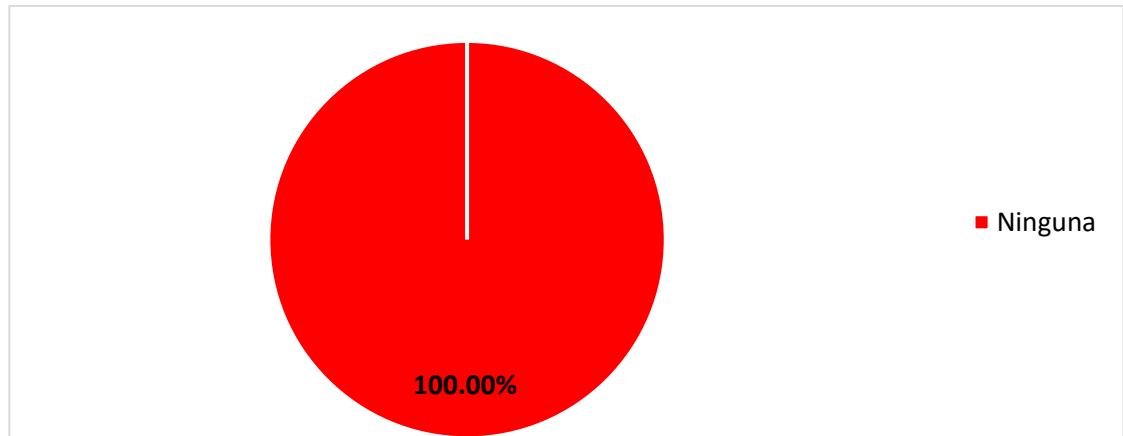
16- ¿Observan en el agua lluvia que bebe?

**Tabla 25. Resultados: Características que observan en el agua lluvia.**

|              |  | Fr         | %           |
|--------------|--|------------|-------------|
| 1            | Color  | 0          | 0.00%       |
| 2            | Mal sabor  | 0          | 0.00%       |
| 3            | Material visible   | 0          | 0.00%       |
| 4            | Todas las anteriores: color, mal sabor, material visible | 0          | 0.00%       |
| 5            | Color y mal sabor  | 0          | 0.00%       |
| 6            | Color y material visible                                 | 0          | 0.00%       |
| 7            | Mal sabor y material visible                             | 0          | 0.00%       |
| 8            | Ninguna  | 402        | 100.00%     |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 16. Características que observan en el agua lluvia.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Análisis.**

De acuerdo con el gráfico 16, en ninguna vivienda observan características físicas en el agua lluvia.



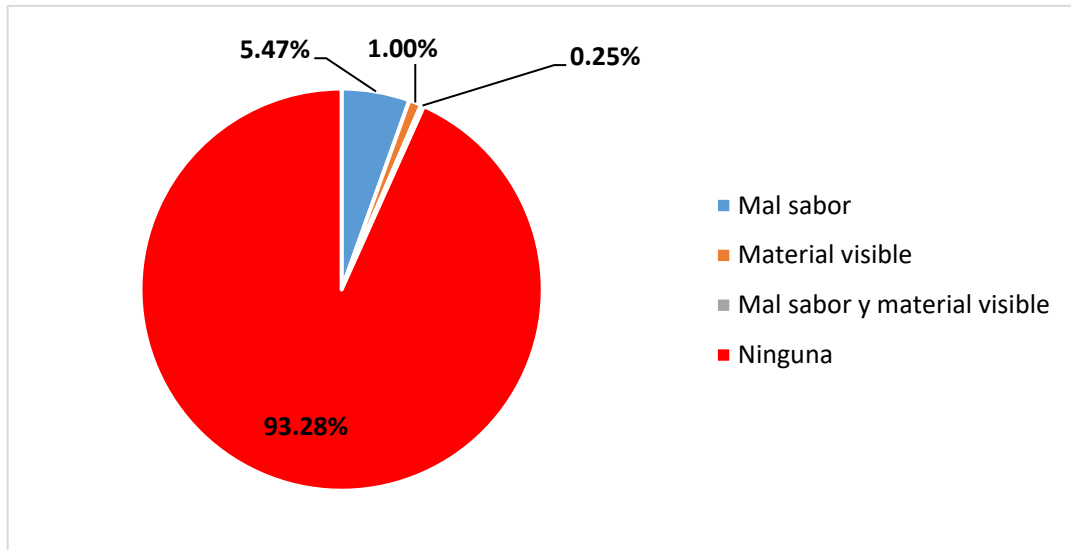
17- ¿Observan en el agua envasada que bebe?

**Tabla 26. Resultados: Características que observan en el agua envasada.**

|              |  | Fr         | %           |
|--------------|--|------------|-------------|
| 1            | Color  | 0          | 0.00%       |
| 2            | Mal sabor  | 22         | 5.47%       |
| 3            | Material visible   | 4          | 1.00%       |
| 4            | Todas las anteriores: color, mal sabor, material visible | 0          | 0.00%       |
| 5            | Color y mal sabor  | 0          | 0.00%       |
| 6            | Color y material visible                                 | 0          | 0.00%       |
| 7            | Mal sabor y material visible                             | 1          | 0.25%       |
| 8            | Ninguna  | 375        | 93.28%      |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 17. . Características que observan en el agua envasada.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Análisis.**

De acuerdo con el gráfico 17, el 5.47% (22 viviendas) mal sabor, el 1.00% (4 viviendas) material visible, el 0.25% (1 vivienda) mal sabor y material visible, el 93.28% (375 viviendas) ninguna.

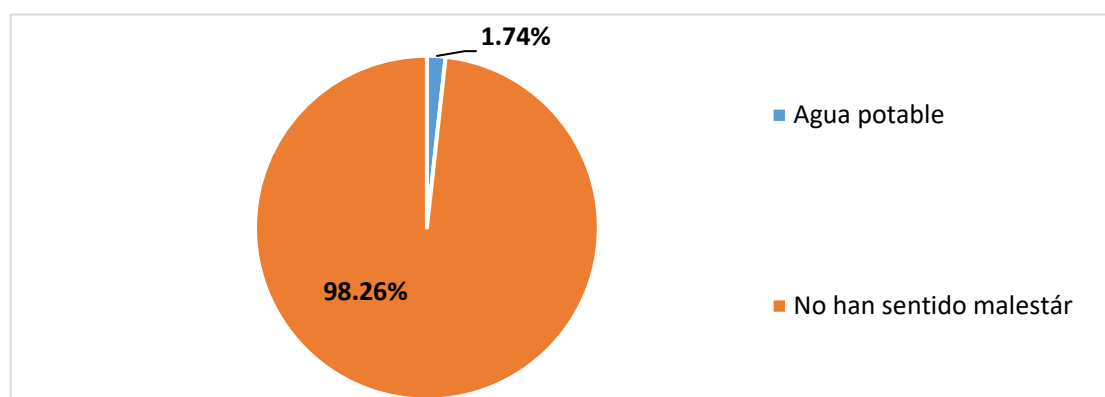
18- ¿Han presentado algún malestar por beber agua?

**Tabla 27. Resultados: Malestar por beber agua.**

|              |                                     | Fr         | %           |
|--------------|-------------------------------------|------------|-------------|
| 1            | Agua potable                        | 7          | 1.74%       |
| 2            | Agua de pozo                        | 0          | 0.00%       |
| 3            | Agua de río                         | 0          | 0.00%       |
| 4            | Agua lluvia                         | 0          | 0.00%       |
| 5            | Agua envasada                       | 0          | 0.00%       |
| 6            | Agua potable y agua de pozo         | 0          | 0.00%       |
| 7            | Agua potable y agua de río          | 0          | 0.00%       |
| 8            | Red de agua potable y agua lluvia   | 0          | 0.00%       |
| 9            | Red de agua potable y agua envasada | 0          | 0.00%       |
| 10           | Pozo y río                          | 0          | 0.00%       |
| 11           | Pozo y agua lluvia                  | 0          | 0.00%       |
| 12           | Pozo y agua envasada                | 0          | 0.00%       |
| 13           | De 3 o más formas de abastecerse    | 0          | 0.00%       |
| 14           | No han sentido malestar             | 395        | 98.26%      |
| <b>TOTAL</b> |                                     | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 18. Malestar por beber agua.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Análisis.**

De acuerdo al gráfico 18, el 1.74% (7 viviendas) han presentado malestar al beber agua potable y el 98.26% (395 viviendas) no han sentido malestar al beber cualquier tipo de agua.

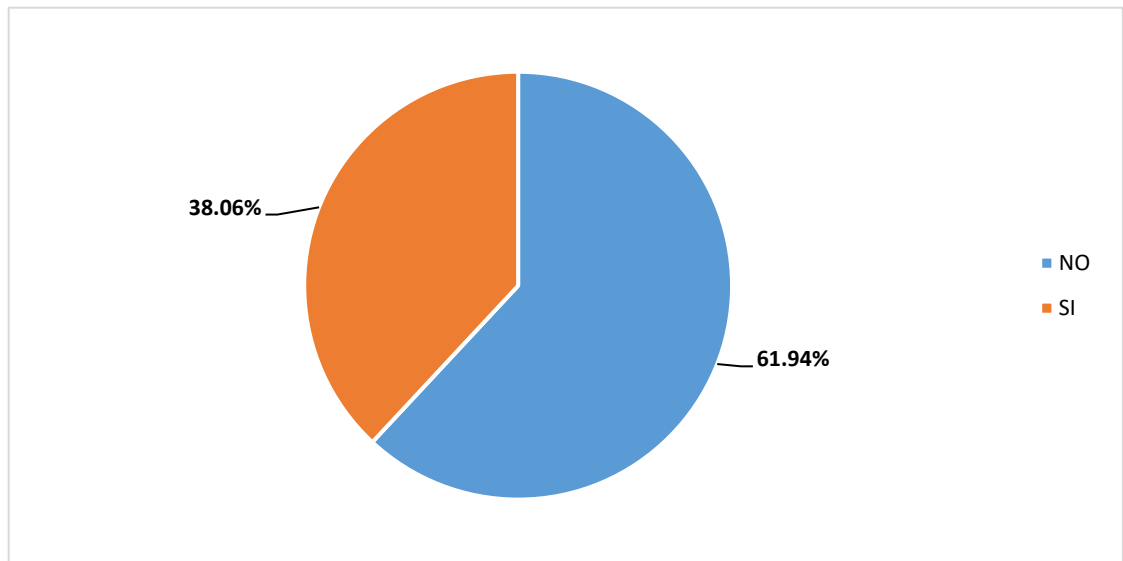
19- ¿Consideran que el agua suministrada por la red de agua potable es suficiente para realizar todas las actividades domésticas?

**Tabla 28. Resultados: Cantidad suficiente.**

|              |    | Fr         | %           |
|--------------|----|------------|-------------|
| 1            | NO | 249        | 61.94%      |
| 2            | SI | 153        | 38.06%      |
| <b>TOTAL</b> |    | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 19. Cantidad suficiente.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Análisis.**

De acuerdo al gráfico 19, el 61.94% (249 viviendas) NO considera suficiente el agua suministrada por la red, mientras que, el 38.06% (153 viviendas) SI.

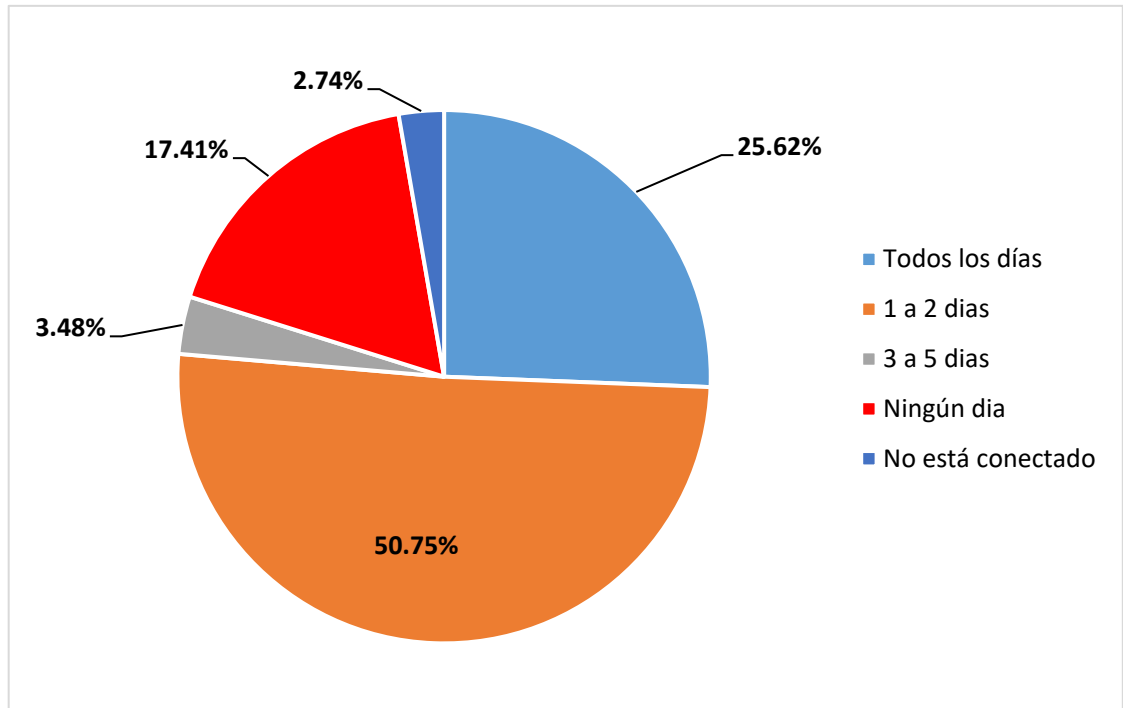
20- ¿Reciben el suministro de la red de agua potable?, ¿Cuántos días por semana?

**Tabla 29. Resultados: Cantidad de días que reciben agua potable.**

|              |                   | <b>Fr</b>  | <b>%</b>    |
|--------------|-------------------|------------|-------------|
| 1            | Todos los días    | 103        | 25.62%      |
| 2            | 1 a 2 días        | 204        | 50.75%      |
| 3            | 3 a 5 días        | 14         | 3.48%       |
| 4            | Ningún día        | 70         | 17.41%      |
| 5            | No está conectado | 11         | 2.74%       |
| <b>TOTAL</b> |                   | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 20. Cantidad de días que reciben agua potable.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Análisis.**

De acuerdo con el gráfico 20, el 25.62% (103 viviendas) reciben el suministro del agua potable todos los días, el 50.75% (204 viviendas) 1 a 2 días, el 3.48% (14 viviendas) 3 a 5 días, el 17.41% (70 viviendas) ningún día, el 2.74% (11 viviendas) no está conectado.

Según el operador de ANDA designado para la distribución de agua en los barrios de Sessori, se presenta una escasez en el vital líquido producida por ambas fuentes, debido a esto se hace la distribución por sectores, el primero, barrio La Carlota, el segundo, barrio San Juan y el tercero, barrio El Centro y barrio El Calvario, abasteciendo a la población 1 vez por semana, ya que para poder distribuir el agua, el tanque debe estar lleno, de lo contrario la presión no es suficiente para que llegue el agua a todas las casas.

El encargado para la distribución de agua en la colonia Libertad, menciona que se distribuye el agua todos los días.

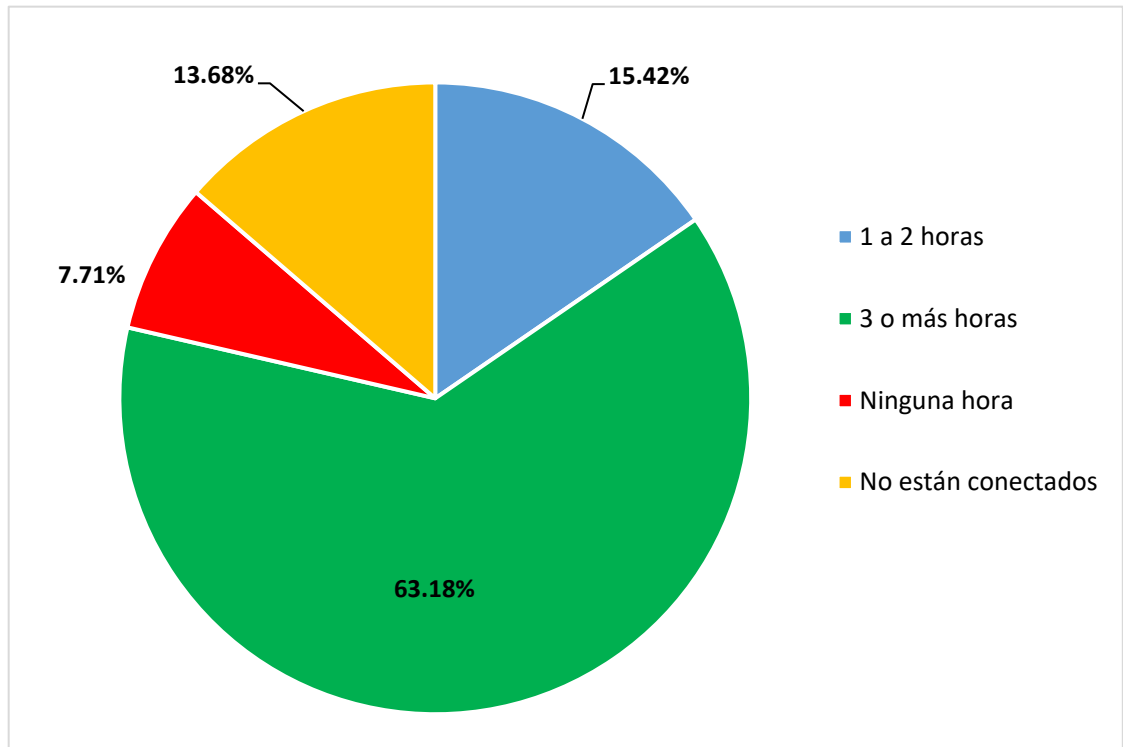
21- ¿Reciben el suministro de la red de agua potable?, ¿Cuántas horas por día?

**Tabla 30. Resultados: Horas de suministro de agua potable.**

|              |                     | Fr         | %           |
|--------------|---------------------|------------|-------------|
| 1            | 1 a 2 horas         | 62         | 15.42%      |
| 2            | 3 o más horas       | 254        | 63.18%      |
| 3            | Ninguna hora        | 31         | 7.71%       |
| 4            | No están conectados | 55         | 13.68%      |
| <b>TOTAL</b> |                     | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 21. Horas de suministro de agua potable.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Análisis.**

De acuerdo con el gráfico 21, el 15.42% (62 viviendas) reciben el agua potable de 1 a 2 horas, el 63.18% (254 viviendas) 3 o más horas, el 7.71% (31 viviendas) ninguna hora, el 13.68% (55 viviendas) no están conectados.

Según el operador de ANDA designado para la distribución de agua en los barrios de la ciudad de Sessori, para realizar una distribución de 6 a 8 horas se necesita que el tanque esté lleno.

El encargado para la distribución de agua en la colonia Libertad, menciona que se distribuye el agua de 5:00 a.m. a 7:00 a.m. y 2:00 p.m. a 4:00 p.m. diariamente.

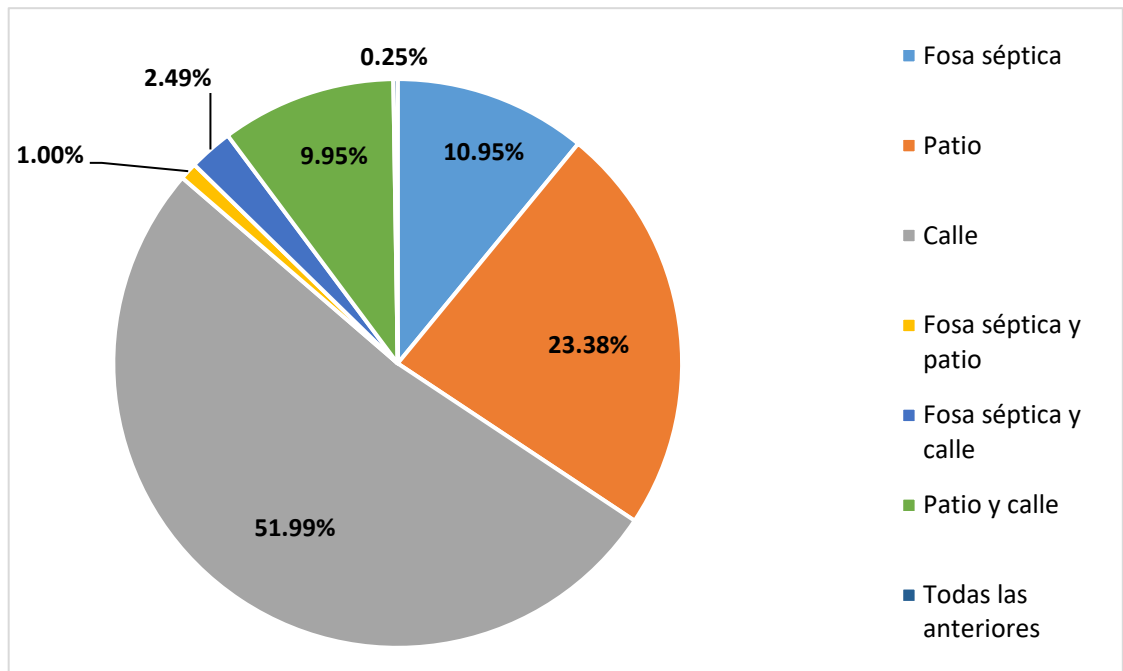
22- ¿Depositan las aguas que provienen de lavar ropa y utensilios de cocina o bañarse a?

**Tabla 31. Resultados: Disposición de aguas grises.**

|              |                      | Fr         | %           |
|--------------|----------------------|------------|-------------|
| 1            | Fosa séptica         | 44         | 10.95%      |
| 2            | Patio                | 94         | 23.38%      |
| 3            | Calle                | 209        | 51.99%      |
| 4            | Fosa séptica y patio | 4          | 1.00%       |
| 5            | Fosa séptica y calle | 10         | 2.49%       |
| 6            | Patio y calle        | 40         | 9.95%       |
| 7            | Todas las anteriores | 1          | 0.25%       |
| <b>TOTAL</b> |                      | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 22. Disposición de aguas grises.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*



**Análisis.**

De acuerdo con el gráfico 22, el 10.95% (44 viviendas) depositan las aguas grises en fosa séptica, el 23.38% (94 viviendas) en patio, el 51.99% (209 viviendas) en calle, el 1% (4 viviendas) en fosa séptica y patio, el 2.49% (10 viviendas) en fosa séptica y calle, el 9.95% (40 viviendas) en patio y calle, y el 0.25% (1 vivienda) todas las anteriores.

*Comentario de jefe de la Unidad Medio Ambiental para los 4 barrios en la ciudad de Sesori.* “En la última mejora que se le hizo al sistema de abastecimiento, se incorporaron nuevas acometidas domiciliarias a las cuales se les exigió instalar un sistema para el tratamiento de las aguas grises, de lo contrario no se podrían agregar a la red de agua potable. Mientras que las viviendas que estaban conectadas antiguamente a la red, no se les exigió construir el sistema de tratamiento.”

*Comentario de jefe de Unidad de Saneamiento para los 4 barrios en la ciudad de Sesori.* “Las viviendas que se conectaron a la red de agua potable de ANDA en la última mejora, algunas de ellas solo construyeron el sistema de tratamiento para aguas grises por cumplir el requisito que se exigía como parte del saneamiento básico, pero en la práctica las están tirando a la calle, porque empezaron usando el sistema de tratamiento pero por la acumulación de lodos que se retenía en la trampa para grasa y el mal olor que esto generaba, se dejó de utilizarlo.”

*Comentario presidente de la ADESCOLP (colonia Libertad).* “Se acordó que durante la época seca las aguas jabonosas deben ser evacuadas a los patios y en época lluviosa podrán evacuarse en las calles.”

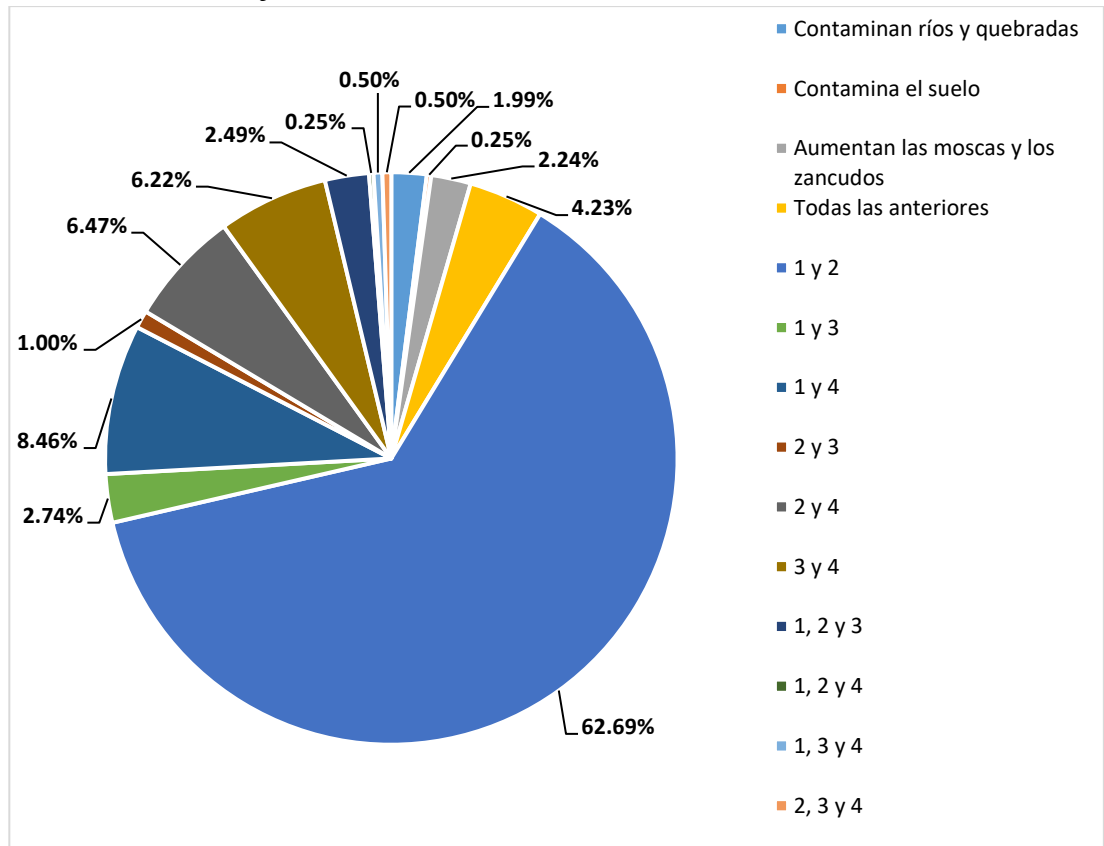
23- ¿Tienen conocimiento que las aguas sin ningún tratamiento que provienen de lavar ropa y utensilios de cocina o bañarse contaminan?

**Tabla 32. Resultados: Conocimiento sobre la contaminación.**

|              |                                    | <b>Fr</b>  | <b>%</b>    |
|--------------|------------------------------------|------------|-------------|
| 1            | Ríos y quebradas                   | 8          | 1.99%       |
| 2            | El aire                            | 0          | 0.00%       |
| 3            | El suelo                           | 1          | 0.25%       |
| 4            | Aumentan las moscas y los zancudos | 9          | 2.24%       |
| 5            | Todas las anteriores               | 17         | 4.23%       |
| 6            | 1 y 2                              | 252        | 62.69%      |
| 7            | 1 y 3                              | 11         | 2.74%       |
| 8            | 1 y 4                              | 34         | 8.46%       |
| 9            | 2 y 3                              | 4          | 1.00%       |
| 10           | 2 y 4                              | 26         | 6.47%       |
| 11           | 3 y 4                              | 25         | 6.22%       |
| 12           | 1, 2 y 3                           | 10         | 2.49%       |
| 13           | 1, 2 y 4                           | 1          | 0.25%       |
| 14           | 1, 3 y 4                           | 2          | 0.50%       |
| 15           | 2, 3 y 4                           | 2          | 0.50%       |
| 16           | No tienen conocimiento             | 0          | 0.00%       |
| <b>TOTAL</b> |                                    | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 23. Conocimiento de la contaminación.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Análisis.**

De acuerdo al gráfico 23, el 1.99% (8 viviendas) tienen conocimiento que las aguas grises contaminan ríos y quebradas, el 0.25% (1 vivienda) contamina el suelo, el 2.24% (9 viviendas) aumentan las moscas y los zancudos, el 4.23% (17 viviendas) todas las anteriores, el 62.69% (252 viviendas) 1 y 2, el 2.74% (11 viviendas) 1 y 3, el 8.46% (34 viviendas) 1 y 4, el 1.00% (4 viviendas) 2 y 3, el 6.47% (26 viviendas) 2 y 4, el 6.22% (25 viviendas) 3 y 4, el 2.49% (10 viviendas) 1, 2 y 3, el 0.25% (1 vivienda) 1, 2 y 4, el 0.5% (2 viviendas) 1, 3 y 4.

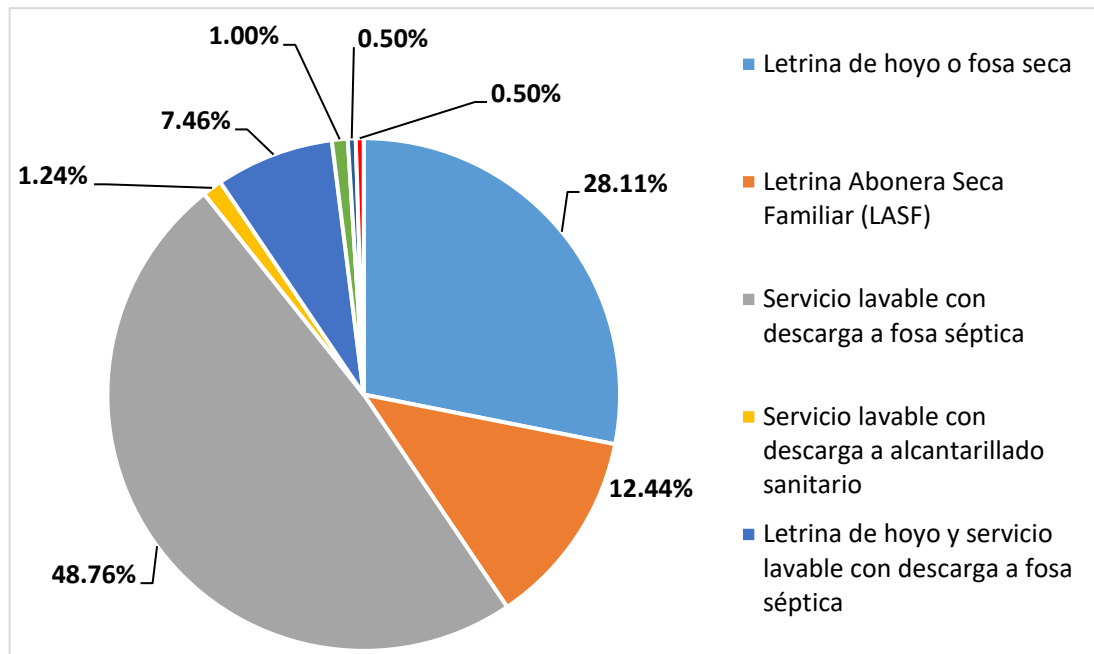
24- ¿Evacuan las excretas en?

**Tabla 33. Resultados: Tipo de letrina.**

|              |  | Fr         | %           |
|--------------|--|------------|-------------|
| 1            | Letrina de hoyo o fosa seca  | 113        | 28.11%      |
| 2            | Letrina Abonera Seca Familiar (LASF)                                       | 50         | 12.44%      |
| 3            | Letrina solar  | 0          | 0.00%       |
| 4            | Servicio lavable con descarga a fosa séptica                               | 196        | 48.76%      |
| 5            | Servicio lavable con descarga a alcantarillado sanitario                   | 5          | 1.24%       |
| 6            | Letrina de hoyo y LASF   | 0          | 0.00%       |
| 7            | Letrina de hoyo y servicio lavable con descarga a fosa séptica             | 30         | 7.46%       |
| 8            | Letrina de hoyo y servicio lavable con descarga a alcantarillado sanitario | 0          | 0.00%       |
| 9            | LASF y servicio lavable con descarga a fosa séptica                        | 4          | 1.00%       |
| 10           | LASF y servicio lavable con descarga a alcantarillado sanitario            | 0          | 0.00%       |
| 11           | A cielo abierto  | 2          | 0.50%       |
| 12           | Ninguno  | 2          | 0.50%       |
| 13           | Letrina y a cielo abierto  | 0          | 0.00%       |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 24. Tipo de letrina.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Análisis.**

De acuerdo al gráfico 24, el 28.11% de (113 viviendas) evacuan las excretas en letrina de hoyo o fosa seca, el 12.44% (50 viviendas) en Letrina Abonera Seca Familiar (LASF), el 0% en letrina solar, el 48.76% (196 viviendas) en servicio lavable con descarga a fosa séptica, el 1.24% (5 viviendas) en servicio lavable con descarga a alcantarillado sanitario, el 0% en letrina de hoyo y LASF, el 7.46% (30 viviendas) en letrina de hoyo y servicio lavable con descarga a fosa séptica, el 0% en letrina de hoyo y servicio lavable con descarga a alcantarillado sanitario, el 1% (4 viviendas) en LASF y servicio lavable con descarga a fosa séptica, el 0% en LASF y servicio lavable con descarga a alcantarillado sanitario, el 0.5% (1 vivienda) en a cielo abierto, el 0.5% (1 vivienda) en ninguno, el 0% en letrina y a cielo abierto.

*Comentario de jefe de Saneamiento.* “Para el manejo de excretas se están utilizando fosas sépticas, servicios de hoyo seco y aboneros, en barrio El Centro hay bastantes fosas sépticas y en los barrios periféricos hay más servicios de hoyo, y en la colonia Libertad en su mayoría son letrinas aboneras porque en el tipo de suelo de la zona no se puede hacer la letrina tradicional de hoyo seco debido a que en el invierno el nivel freático sube, entonces se llenan de agua y como es barro se hunden con todo y tasa, por lo cual lo que más se construye son las letrinas aboneras y unas cuantas son fosa séptica pero existen un promedio de algunas 25 familias de escasos recursos que no posee ningún tipo de letrina por lo que dicen que van al monte a realizar sus necesidades fisiológicas.

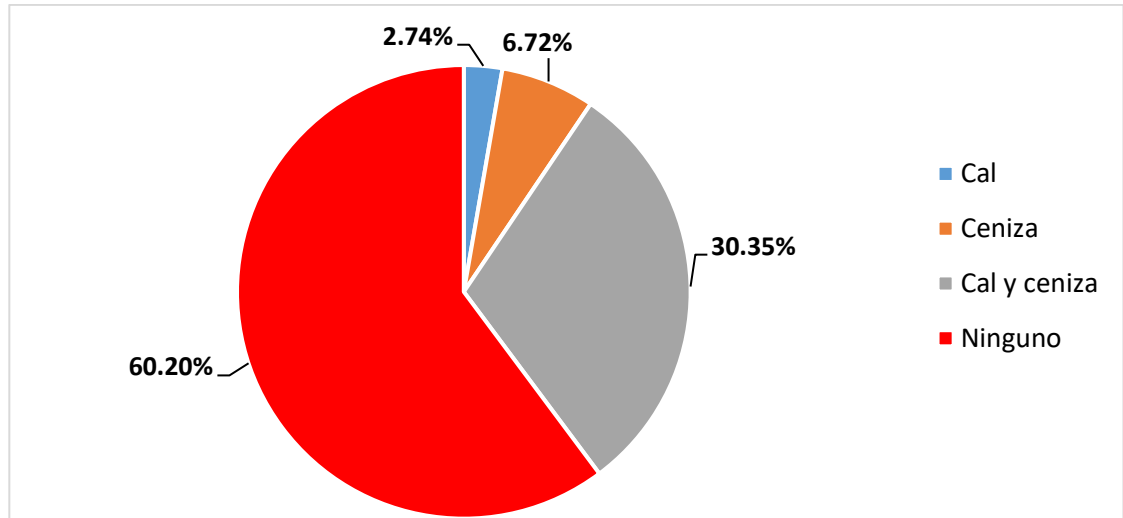
25- ¿Utilizan material absorbente para tratar las heces dentro del foso?

**Tabla 34. Resultados: Utilización de material absorbente.**

|              |                      | Fr         | %           |
|--------------|----------------------|------------|-------------|
| 1            | Cal                  | 11         | 2.74%       |
| 2            | Ceniza               | 27         | 6.72%       |
| 3            | Tierra               | 0          | 0.00%       |
| 4            | Todos los anteriores | 0          | 0.00%       |
| 5            | Cal y ceniza         | 122        | 30.35%      |
| 6            | Cal y tierra         | 0          | 0.00%       |
| 7            | Ceniza y tierra      | 0          | 0.00%       |
| 8            | Ninguno              | 242        | 60.20%      |
| <b>TOTAL</b> |                      | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 25. Material absorbente.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Análisis.**

De acuerdo con el gráfico 25, el 2.74% (11 viviendas) para tratar las heces dentro del foso utilizan cal, el 6.72% (27 viviendas) ceniza, el 0% tierra, el 0% todos los anteriores, el 30.35% (122 viviendas) cal y ceniza, el 0% cal y tierra, el 0% ceniza y tierra, el 60.20% (242 viviendas) ninguno.

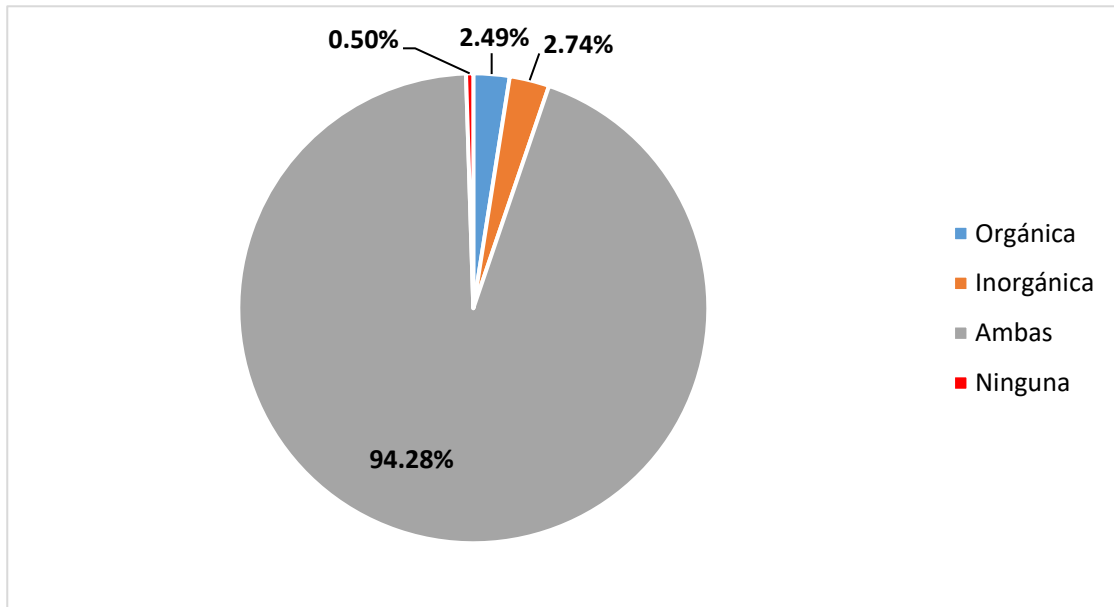
26- ¿Generan basura del tipo?

**Tabla 35. Resultados: Tipo de basura.**

|              |            | Fr         | %           |
|--------------|------------|------------|-------------|
| 1            | Orgánica   | 10         | 2.49%       |
| 2            | Inorgánica | 11         | 2.74%       |
| 3            | Ambas      | 379        | 94.28%      |
| 4            | Ninguna    | 2          | 0.50%       |
| <b>TOTAL</b> |            | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 26. Tipo de basura.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Análisis.**

De acuerdo con el gráfico 26, el 2.49% (10 viviendas) generan basura orgánica, el 2.74% (11 viviendas) inorgánica, el 94.28% (379 viviendas) ambas, el 0.5% (2 viviendas) ninguna.

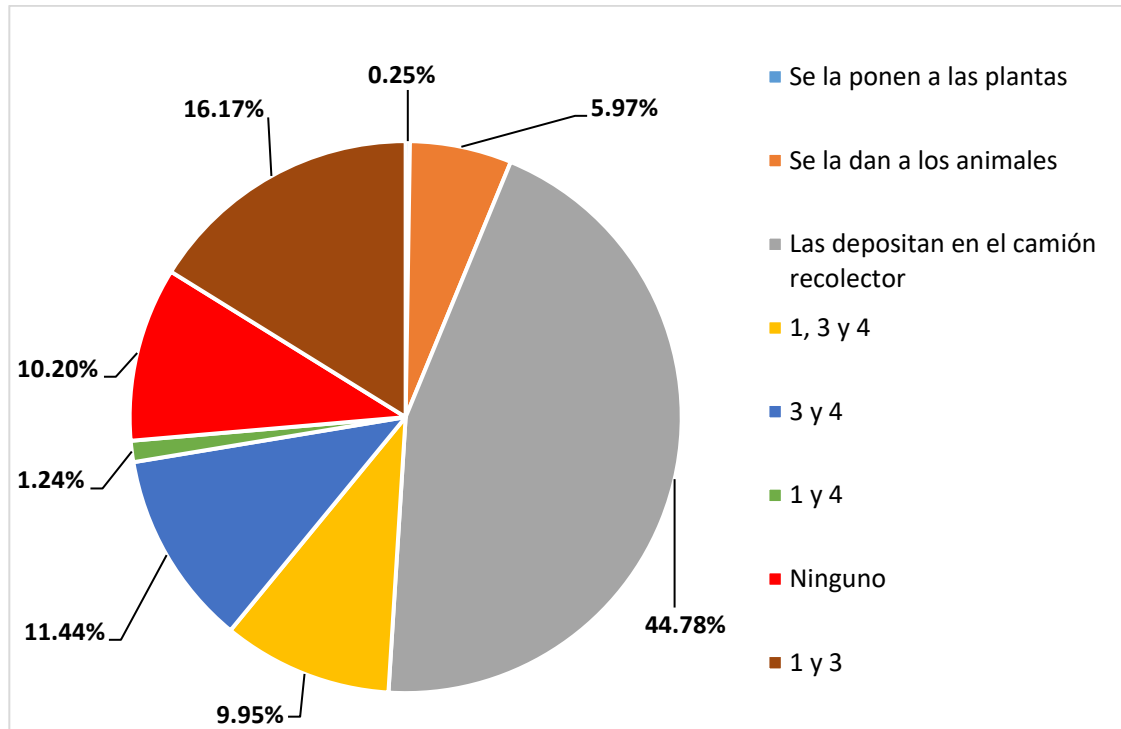
27- ¿Qué hace con la basura orgánica?

**Tabla 36. Resultados: Disposición de la basura orgánica.**

|              |                                       | Fr         | %           |
|--------------|---------------------------------------|------------|-------------|
| 1            | La depositan en las plantas           | 1          | 0.25%       |
| 2            | Compostaje                            | 0          | 0.00%       |
| 3            | Alimentan animales de corral          | 24         | 5.97%       |
| 4            | Las depositan en el camión recolector | 180        | 44.78%      |
| 5            | 1, 3 y 4                              | 40         | 9.95%       |
| 6            | 3 y 4                                 | 46         | 11.44%      |
| 7            | 1 y 4                                 | 5          | 1.24%       |
| 8            | Ninguno                               | 41         | 10.20%      |
| 9            | 1 y 3                                 | 65         | 16.17%      |
| <b>TOTAL</b> |                                       | <b>402</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Grupo de Tesis (2018).

**Gráfico 27. Disposición de la basura orgánica.**



Fuente: Grupo de Tesis (2018).



### **Análisis.**

De acuerdo con el gráfico 27, el 0.25% (1 vivienda) la basura orgánica se la ponen a las plantas, el 0% compostaje, el 5.97% (24 viviendas) se la dan a los animales, el 44.78% (180 viviendas) las depositan en el camión recolector, el 9.95% (40 viviendas) 1, 3 y 4, 11.44% (46 viviendas) 3 y 4, el 1.24% (5 viviendas) 1 y 4, el 10.20% (41 viviendas) ninguno, el 16.17% (65 viviendas) 1 y 3.

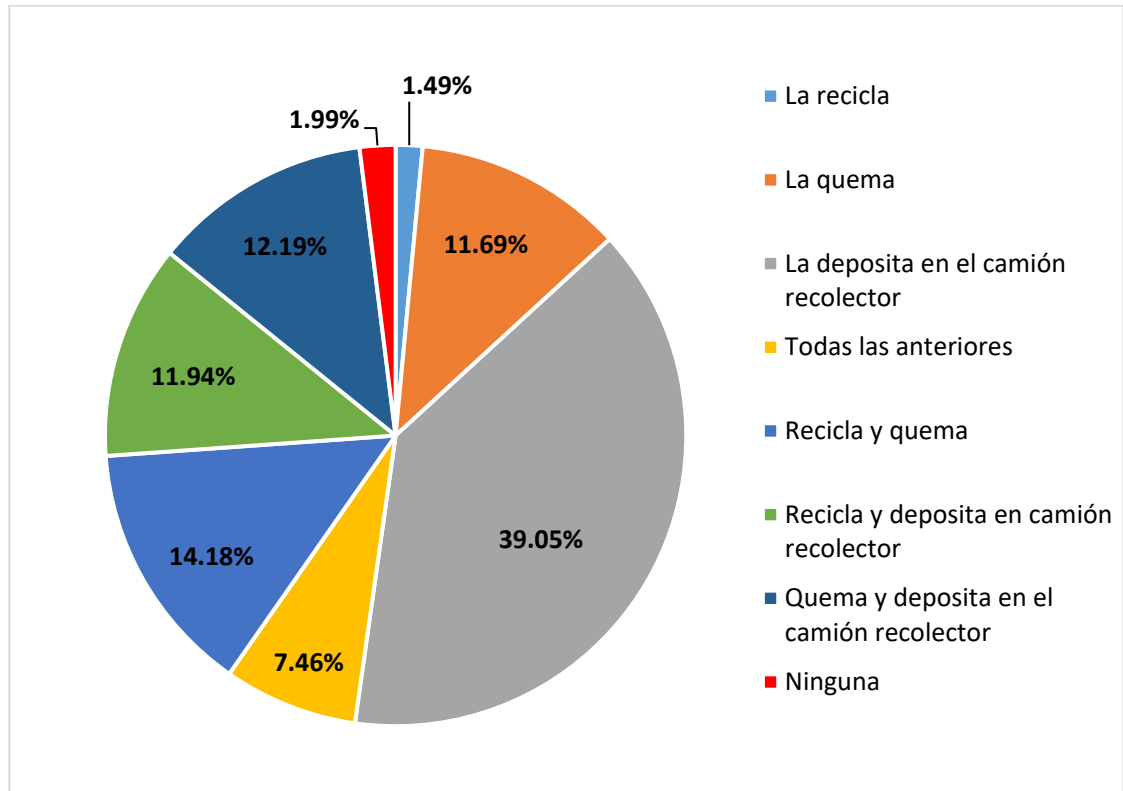
28- ¿Qué hace con la basura inorgánica?

**Tabla 37. Resultados: Disposición de la basura inorgánica.**

|              |  | Fr         | %           |
|--------------|--|------------|-------------|
| 1            | La recicla                               | 6          | 1.49%       |
| 2            | La quema                                 | 47         | 11.69%      |
| 3            | La deposita en el camión recolector      | 157        | 39.05%      |
| 4            | Todas las anteriores                     | 30         | 7.46%       |
| 5            | Recicla y quema                          | 57         | 14.18%      |
| 6            | Recicla y deposita en camión recolector  | 48         | 11.94%      |
| 7            | Quema y deposita en el camión recolector | 49         | 12.19%      |
| 8            | Ninguna                                  | 8          | 1.99%       |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>402</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Grupo de Tesis (2018).

**Gráfico 28. Disposición de la basura inorgánica.**



Fuente: Grupo de Tesis (2018).

**Análisis.**

De acuerdo al gráfico 28, el 1.49% (6 viviendas) la basura inorgánica la recicla, el 11.69% (47 viviendas) la quema, el 39.05% (157 viviendas) la deposita en el camión recolector, el 7.46% (30 viviendas) todas las anteriores, el 14.18% (57 viviendas) recicla y quema, el 11.94% (48 viviendas) recicla y deposita en camión recolector, el 12.19% (49 viviendas) quema y deposita en el camión recolector, el 1.99% (8 viviendas) ninguna.

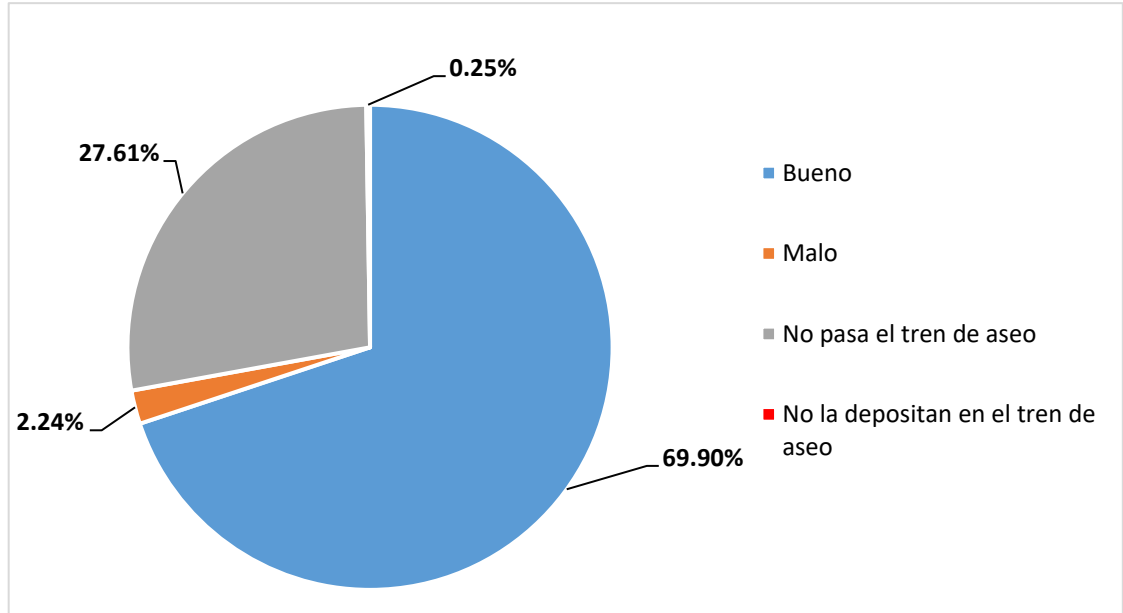
29- ¿Consideran que el servicio que presta el camión recolector de basura es?

**Tabla 38. Resultados: Servicio del camión recolector.**

|              |                                    | Fr         | %           |
|--------------|------------------------------------|------------|-------------|
| 1            | Bueno                              | 281        | 69.90%      |
| 2            | Malo                               | 9          | 2.24%       |
| 3            | No pasa el tren de aseo            | 111        | 27.61%      |
| 4            | No la depositan en el tren de aseo | 1          | 0.25%       |
| <b>TOTAL</b> |                                    | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Gráfico 29. Servicio del camión recolector.**



*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*

**Análisis.**

De acuerdo con el gráfico 29, el 69.9% (281 viviendas) consideran que el servicio es bueno, el 2.24% (9 viviendas) malo, el 27.61% (11 viviendas) no pasa el tren de aseo, el 0.25% (1 vivienda) no la depositan en el tren de aseo.

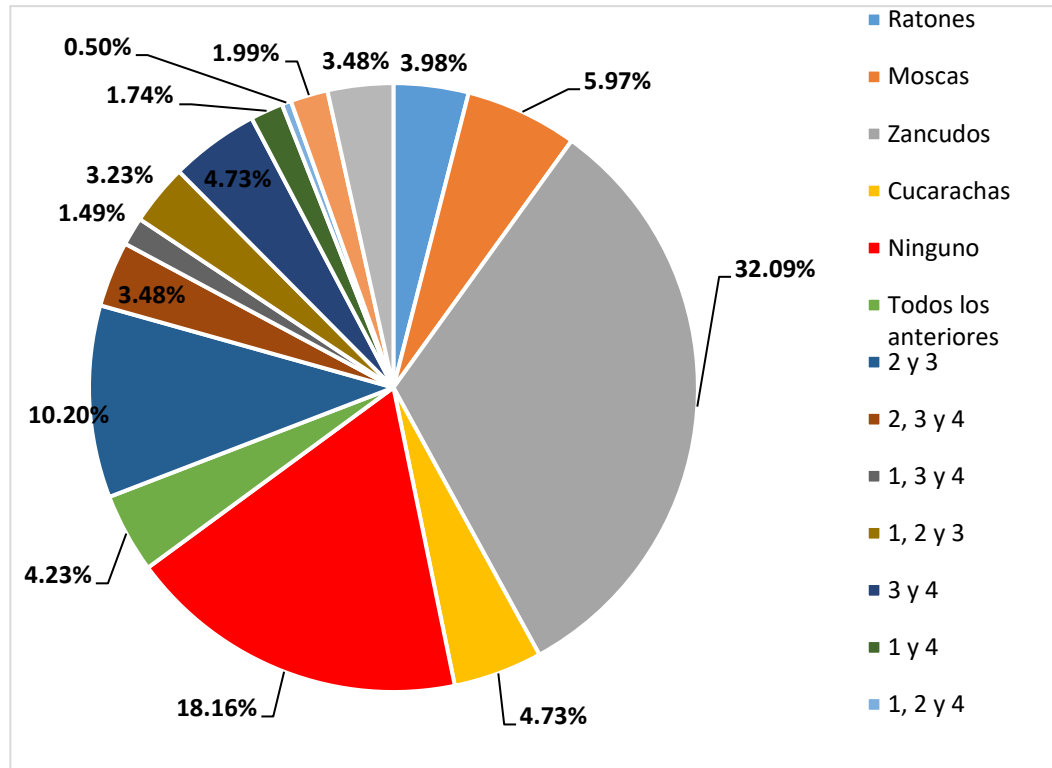
30- ¿Han observado en la vivienda animales cómo?

**Tabla 39. Resultados: Observación de animales en la vivienda.**

|              |                      | <b>Fr</b>  | <b>%</b>    |
|--------------|----------------------|------------|-------------|
| 1            | Ratones              | 16         | 3.98%       |
| 2            | Moscas               | 24         | 5.97%       |
| 3            | Zancudos             | 129        | 32.09%      |
| 4            | Cucarachas           | 19         | 4.73%       |
| 5            | Ninguno              | 73         | 18.16%      |
| 6            | Todos los anteriores | 17         | 4.23%       |
| 7            | 2 y 3                | 41         | 10.20%      |
| 8            | 2, 3 y 4             | 14         | 3.48%       |
| 9            | 1, 3 y 4             | 6          | 1.49%       |
| 10           | 1, 2 y 3             | 13         | 3.23%       |
| 11           | 3 y 4                | 19         | 4.73%       |
| 12           | 1 y 4                | 7          | 1.74%       |
| 13           | 1, 2 y 4             | 2          | 0.50%       |
| 14           | 1 y 2                | 8          | 1.99%       |
| 15           | 1 y 3                | 14         | 3.48%       |
| 16           | 2 y 4                | 0          | 0.00%       |
| <b>TOTAL</b> |                      | <b>402</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Gráfico 30. Observación de animales en la vivienda.



Fuente: Grupo de Tesis (2018).

### Análisis.

De acuerdo al gráfico 30, el 3.98% (16 viviendas) observan ratones, el 5.97% (24 viviendas) moscas, el 32.09% (129 viviendas) zancudos, el 4.73% (19 viviendas) cucarachas, el 18.16% (73 viviendas) ninguno, el 4.23% (17 viviendas) todos los anteriores, el 10.20% (41 viviendas) 2 y 3, el 3.48% (14 viviendas) 2, 3 y 4, el 1.49% (6 viviendas) 1, 3 y 4, el 3.23% (13 viviendas) 1, 2 y 3, el 4.73% (19 viviendas) 3 y 4, el 1.74% (7 viviendas) 1 y 4, el 0.5% (2 viviendas) 1, 2 y 4, el 1.99% (8 viviendas) 1 y 2, el 3.48% (14 viviendas) 1 y 3.

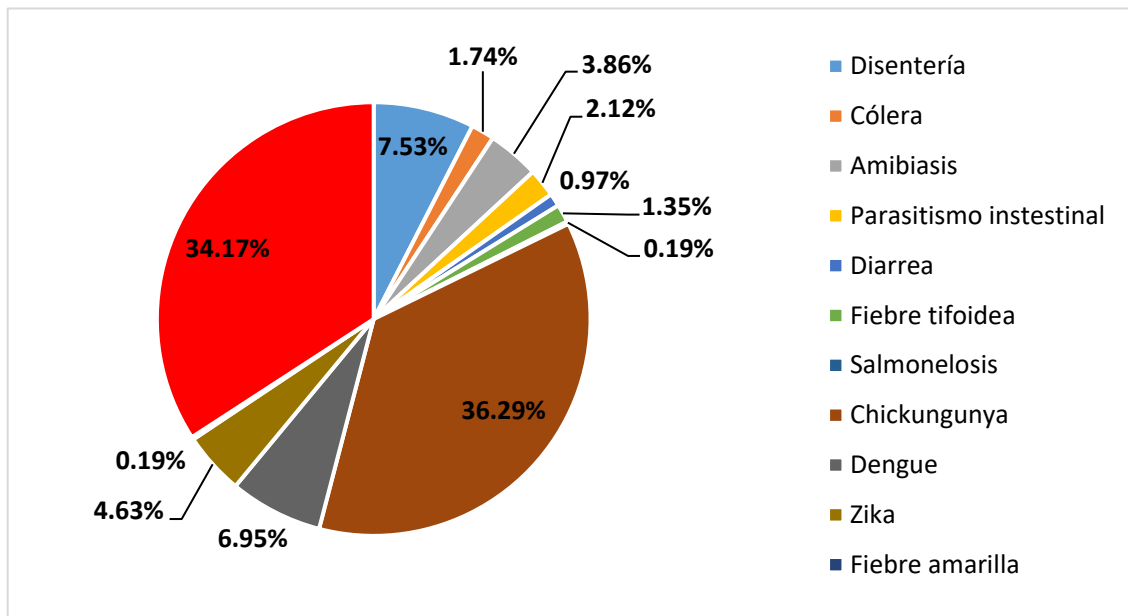
31- ¿Han sufrido enfermedades?

**Tabla 40. Resultados: Padecimiento de enfermedades.**

|              |                        | Fr         | %           |
|--------------|------------------------|------------|-------------|
| 1            | Disentería             | 39         | 7.53%       |
| 2            | Cólera                 | 9          | 1.74%       |
| 3            | Amibiasis              | 20         | 3.86%       |
| 4            | Parasitismo intestinal | 11         | 2.12%       |
| 5            | Diarrea                | 5          | 0.97%       |
| 6            | Fiebre tifoidea        | 7          | 1.35%       |
| 7            | Salmonelosis           | 1          | 0.19%       |
| 8            | Chickungunya           | 188        | 36.29%      |
| 9            | Dengue                 | 36         | 6.95%       |
| 10           | Zika                   | 24         | 4.63%       |
| 11           | Fiebre amarilla        | 1          | 0.19%       |
| 12           | Tifus murino           | 0          | 0.00%       |
| 13           | Leptospirosis          | 0          | 0.00%       |
| 14           | Ninguno                | 177        | 34.17%      |
| <b>TOTAL</b> |                        | <b>518</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Grupo de Tesis (2018).

**Gráfico 31. Padecimiento de enfermedades.**



Fuente: Grupo de Tesis (2018).

**Análisis.**

De acuerdo al gráfico 31, el 7.53% (39 viviendas) han sufrido disentería, el 1.74% (9 viviendas) cólera, el 3.86% (20 viviendas) amibiasis, el 2.12% (11 viviendas) parasitismo intestinal, el 0.97% (5 viviendas) diarrea, el 1.35% (7 viviendas) fiebre tifoidea, el 0.19% (1 vivienda) salmonelosis, el 36.29% (188 viviendas) chickungunya, el 6.95% (36 viviendas) dengue, el 4.63% (24 viviendas) zika, el 0.19% (1 vivienda) fiebre amarilla, el 0% tifus murino, el 0% leptospirosis, el 34.17% (177 viviendas) ninguno.

*Comentario del director de la Unidad de Salud.* “Tenemos clasificadas las diez (10) morbilidades más frecuentes en el municipio, las cuales se numeran en base a los casos que tenemos, y en primer lugar están las infecciones de vía respiratoria, siendo uno de los primeros lugares siempre; en segundo lugar tenemos problemas gastrointestinales o diarreas, estas enfermedades diarreicas están siempre después de las enfermedades respiratorias; en tercera posición se encuentra el parasitismo intestinal, de ahí tenemos las otras enfermedades crónicas que no son infecto- contagiosas como: hipertensión arterial, diabetes, etc.

Tenemos también vaginosis bacterianas, varicela que es menor cantidad, en tuberculosis hemos tenido bastantes casos también. Con las tres primeras enfermedades es las que vamos a tener más contacto con respecto a la cuestión del agua, porque, de hecho, las diarreas y parasitismo tienen mucho que ver con el agua, de igual manera las infecciones dermatológicas o de la piel”.

En el desarrollo de esta investigación, las enfermedades que rigen nuestro enfoque son las relacionadas al parasitismo intestinal, gastrointestinal y diarreico.



## Capítulo V. Diagnóstico de la situación actual

### 5.1 Agua para consumo

#### 5.1.1 Acceso al agua en barrios de la ciudad de Sesorí

La ciudad de Sesorí del departamento de San Miguel, se abastece de agua potable desde 1965 a partir de una fuente superficial ubicada en el cantón Guanaste, municipio de Ciudad Barrios, aproximadamente a 13 km al Nororiente de la ciudad de Sesorí, según coordenadas geográficas 13°44'31.40" N, 88°17'17.43" O.

También para el abastecimiento de la ciudad de Sesorí se utilizaba el pozo No 1 de la planta de bombeo El Chagüite, ubicada en calle salida a Chapeltique, municipio de Sesorí, pero dejó de operar en 2008 por reducción en el caudal de producción; quedando así el sistema deficiente.

En 2012 se ejecutó el proyecto denominado “Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la ciudad de Sesorí, Departamento de San Miguel” se requirió de la utilización de un pozo ya existente, perforado en 2008, el cual estaba en desuso, denominado “Queserita”, ubicado en el Caserío Queserita, Cantón Minitas, salida a El Triunfo, a 2.9 km del municipio de Sesorí, en las coordenadas geográficas 13°42'35.81" N, 88°22'28.60" O, lugar donde se construyó la planta de bombeo “Queserita”.

A inicios del año 2017 el pozo existente dejó de funcionar, debido a un accidente durante un proceso de mantenimiento correctivo, el equipo y el cable se fueron al fondo, imposibilitando la extracción del mecanismo (Ver Imagen 5). Dicho pozo mientras su funcionamiento contó con un caudal promedio de 9.5 l/s (150 GPM). El cual abastecía junto con la fuente de Guanaste, a una población de 3660 habitantes.

Posteriormente se perforó el pozo No 2 en la planta de bombeo “Queserita”, alrededor de unos 5 metros de distancia del pozo inhabilitado. Con una profundidad aun mayor, tratando de captar el mismo caudal anterior, pero éste mostró un caudal inicial de 3.78 l/s (60 GPM) y variante. Debido a esto el personal de ANDA, cambió el sistema de funcionamiento de la bomba, dejando una operación automática.

De acuerdo a las estadísticas recopiladas en el Censo del presente año (2018), la población de la ciudad de Sesori tiene distintas formas de acceder a agua para consumo, higiene personal y actividades domésticas. Se contabilizó el total de viviendas que disponen de agua por tubería (ANDA), agua de pozo, río, envasada y lluvia, además las que usan dos o más formas de abastecerse, representándose según su origen antes mencionado en cada barrio, como se aprecia en las siguientes tablas.

***Imagen 5. Pozo inhabilitado No 1.***



***Fuente: Grupo de Tesis (2018).***

*Barrio La Carlota*

**Tabla 41. Diagnóstico: Abastecimiento de agua en barrio La Carlota.**

1 - ¿De qué forma se abastece?

|                                       | <b>Fr</b> | <b>%</b>    |
|---------------------------------------|-----------|-------------|
| 1 Red de agua potable                 | 12        | 14.81%      |
| 2 Agua de pozo                        | 1         | 1.23%       |
| 3 Agua de río                         | 0         | 0.00%       |
| 4 Agua lluvia                         | 0         | 0.00%       |
| 5 Agua envasada                       | 0         | 0.00%       |
| 6 Red de agua potable y agua de pozo  | 2         | 2.47%       |
| 7 Red de agua potable y agua de río   | 1         | 1.23%       |
| 8 Red de agua potable y agua lluvia   | 0         | 0.00%       |
| 9 Red de agua potable y agua envasada | 8         | 9.88%       |
| 10 Agua de pozo y agua de río         | 0         | 0.00%       |
| 11 Agua de pozo y agua lluvia         | 0         | 0.00%       |
| 12 Agua de pozo y agua envasada       | 0         | 0.00%       |
| 13 Agua de río y agua envasada        | 0         | 0.00%       |
| 14 Agua envasada y agua lluvia        | 0         | 0.00%       |
| 15 3 o más formas de abastecerse      | 57        | 70.37%      |
| <b>TOTAL</b>                          | <b>81</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

De la tabla anterior, se observa que un porcentaje mayor 57 viviendas (70.37%), tienen tres o más formas de abastecerse de agua, las cuales se detallan a continuación.

**Tabla 42. Diagnóstico: Desglose de 3 o más formas de abastecerse en barrio La Carlota.**

1B - De acuerdo a la pregunta anterior, la opción de "3 o más formas de abastecerse" se desglosa de la siguiente manera.

|              |                                 | <b>Fr</b> | <b>%</b>    |
|--------------|---------------------------------|-----------|-------------|
| 15.1         | tres formas 1, 4 y 5            | 4         | 7.02%       |
| 15.2         | tres formas 1, 2 y 4            | 0         | 0.00%       |
| 15.3         | tres formas 2, 4 y 5            | 0         | 0.00%       |
| 15.4         | tres formas 2, 3 y 5            | 1         | 1.75%       |
| 15.5         | tres formas 3, 4 y 5            | 1         | 1.75%       |
| 15.6         | tres formas 1, 2 y 5            | 5         | 8.77%       |
| 15.7         | tres formas 1, 3 y 5            | 7         | 12.28%      |
| 15.8         | tres formas 2, 3 y 4            | 1         | 1.75%       |
| 15.9         | tres formas 1, 2 y 3            | 1         | 1.75%       |
| 15.10        | tres formas 1, 3 y 4            | 9         | 15.79%      |
| 15.11        | cuatro formas 1, 2, 3 y 4       | 4         | 7.02%       |
| 15.12        | cuatro formas 1, 2, 4 y 5       | 2         | 3.51%       |
| 15.13        | cuatro formas 1, 3, 4 y 5       | 17        | 29.82%      |
| 15.14        | cuatro formas 1, 2, 3 y 5       | 0         | 0.00%       |
| 15.15        | cuatro formas 2, 3, 4 y 5       | 1         | 1.75%       |
| 15.16        | las cinco formas de abastecerse | 4         | 7.02%       |
| <b>TOTAL</b> |                                 | <b>57</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Según datos proporcionados del censo, de las 57 viviendas que se abastecen de esta manera, 17 viviendas (29.82%) lo hace a través de las siguientes formas: agua de red, agua lluvia, agua de río y agua envasada, siendo esta la combinación más frecuente.

*Barrio San Juan*

*Tabla 43. Diagnóstico: Abastecimiento de agua en barrio San Juan.*

1 - ¿De qué forma se abastece?

|              |                                     | <b>Fr</b> | <b>%</b>    |
|--------------|-------------------------------------|-----------|-------------|
| 1            | Red de agua potable                 | 3         | 3.66%       |
| 2            | Agua de pozo                        | 1         | 1.22%       |
| 3            | Agua de río                         | 0         | 0.00%       |
| 4            | Agua lluvia                         | 0         | 0.00%       |
| 5            | Agua envasada                       | 1         | 1.22%       |
| 6            | Red de agua potable y agua de pozo  | 0         | 0.00%       |
| 7            | Red de agua potable y agua de río   | 1         | 1.22%       |
| 8            | Red de agua potable y agua lluvia   | 3         | 3.66%       |
| 9            | Red de agua potable y agua envasada | 14        | 17.07%      |
| 10           | Agua de pozo y agua de río          | 0         | 0.00%       |
| 11           | Agua de pozo y agua lluvia          | 0         | 0.00%       |
| 12           | Agua de pozo y agua envasada        | 12        | 14.63%      |
| 13           | Agua de río y agua envasada         | 1         | 1.22%       |
| 14           | Agua envasada y agua lluvia         | 0         | 0.00%       |
| 15           | 3 o más formas de abastecerse       | 46        | 56.10%      |
| <b>TOTAL</b> |                                     | <b>82</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

De la tabla anterior, se observa que un porcentaje mayor 46 viviendas (56.10%), tienen tres o más formas de abastecerse de agua, las cuales se detallan a continuación.

**Tabla 44. Diagnóstico: Desglose de 3 o más formas de abastecerse en barrio San Juan.**

1B - De acuerdo a la pregunta anterior, la opción de "3 o más formas de abastecerse" se desglosa de la siguiente manera.

|              |                                 | <b>Fr</b> | <b>%</b>    |
|--------------|---------------------------------|-----------|-------------|
| 15.1         | tres formas 1, 4 y 5            | 8         | 17.39%      |
| 15.2         | tres formas 1, 2 y 4            | 1         | 2.17%       |
| 15.3         | tres formas 2, 4 y 5            | 3         | 6.52%       |
| 15.4         | tres formas 2, 3 y 5            | 0         | 0.00%       |
| 15.5         | tres formas 3, 4 y 5            | 0         | 0.00%       |
| 15.6         | tres formas 1, 2 y 5            | 5         | 10.87%      |
| 15.7         | tres formas 1, 3 y 5            | 1         | 2.17%       |
| 15.8         | tres formas 2, 3 y 4            | 2         | 4.35%       |
| 15.9         | tres formas 1, 2 y 3            | 1         | 2.17%       |
| 15.10        | tres formas 1, 3 y 4            | 1         | 2.17%       |
| 15.11        | cuatro formas 1, 2, 3 y 4       | 3         | 6.52%       |
| 15.12        | cuatro formas 1, 2, 4 y 5       | 5         | 10.87%      |
| 15.13        | cuatro formas 1, 3, 4 y 5       | 4         | 8.70%       |
| 15.14        | cuatro formas 1, 2, 3 y 5       | 3         | 6.52%       |
| 15.15        | cuatro formas 2, 3, 4 y 5       | 1         | 2.17%       |
| 15.16        | las cinco formas de abastecerse | 8         | 17.39%      |
| <b>TOTAL</b> |                                 | <b>46</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Según datos proporcionados del censo, de las 46 viviendas que se abastecen de esta manera, 8 viviendas (17.39%) lo hace a través de las siguientes formas: agua de red, agua lluvia y agua envasada, y 8 viviendas (17.39%) se abastecen de las cinco formas, siendo estas las combinaciones más frecuentes.

*Barrio El Centro.*

*Tabla 45. Diagnóstico: Abastecimiento de agua en barrio El Centro.*

1 - ¿De qué forma se abastece?

|              |                                     | <b>Fr</b> | <b>%</b>    |
|--------------|-------------------------------------|-----------|-------------|
| 1            | Red de agua potable                 | 5         | 9.62%       |
| 2            | Agua de pozo                        | 0         | 0.00%       |
| 3            | Agua de río                         | 0         | 0.00%       |
| 4            | Agua lluvia                         | 0         | 0.00%       |
| 5            | Agua envasada                       | 0         | 0.00%       |
| 6            | Red de agua potable y agua de pozo  | 2         | 3.85%       |
| 7            | Red de agua potable y agua de río   | 1         | 1.92%       |
| 8            | Red de agua potable y agua lluvia   | 0         | 0.00%       |
| 9            | Red de agua potable y agua envasada | 6         | 11.54%      |
| 10           | Agua de pozo y agua de río          | 0         | 0.00%       |
| 11           | Agua de pozo y agua lluvia          | 0         | 0.00%       |
| 12           | Agua de pozo y agua envasada        | 6         | 11.54%      |
| 13           | Agua de río y agua envasada         | 0         | 0.00%       |
| 14           | Agua envasada y agua lluvia         | 1         | 1.92%       |
| 15           | 3 o más formas de abastecerse       | 31        | 59.62%      |
| <b>TOTAL</b> |                                     | <b>52</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

De la tabla anterior, se observa que un porcentaje mayor 31 viviendas (59.62%), tienen tres o más formas de abastecerse de agua, las cuales se detallan a continuación.

**Tabla 46. Diagnóstico: Desglose de 3 o más formas de abastecerse en barrio El Centro.**

1B - De acuerdo a la pregunta anterior, la opción de "3 o más formas de abastecerse" se desglosa de la siguiente manera.

|              |                                 | <b>Fr</b> | <b>%</b>    |
|--------------|---------------------------------|-----------|-------------|
| 15.1         | tres formas 1, 4 y 5            | 3         | 9.68%       |
| 15.2         | tres formas 1, 2 y 4            | 0         | 0.00%       |
| 15.3         | tres formas 2, 4 y 5            | 1         | 3.23%       |
| 15.4         | tres formas 2, 3 y 5            | 0         | 0.00%       |
| 15.5         | tres formas 3, 4 y 5            | 0         | 0.00%       |
| 15.6         | tres formas 1, 2 y 5            | 8         | 25.81%      |
| 15.7         | tres formas 1, 3 y 5            | 2         | 6.45%       |
| 15.8         | tres formas 2, 3 y 4            | 0         | 0.00%       |
| 15.9         | tres formas 1, 2 y 3            | 0         | 0.00%       |
| 15.10        | tres formas 1, 3 y 4            | 1         | 3.23%       |
| 15.11        | cuatro formas 1, 2, 3 y 4       | 0         | 0.00%       |
| 15.12        | cuatro formas 1, 2, 4 y 5       | 8         | 25.81%      |
| 15.13        | cuatro formas 1, 3, 4 y 5       | 2         | 6.45%       |
| 15.14        | cuatro formas 1, 2, 3 y 5       | 1         | 3.23%       |
| 15.15        | cuatro formas 2, 3, 4 y 5       | 1         | 3.23%       |
| 15.16        | las cinco formas de abastecerse | 4         | 12.90%      |
| <b>TOTAL</b> |                                 | <b>31</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Según datos proporcionados del censo, de las 31 viviendas que se abastecen de esta manera, 8 viviendas (25.81%) lo hace a través de las siguientes formas: agua de red, agua de pozo y agua envasada, también hay 8 viviendas (25.81%) que se abastecen de las siguientes formas: agua de red, agua de pozo, agua lluvia y agua envasada, siendo estas las combinaciones más frecuentes.



*Barrio El Calvario.*

**Tabla 47. Diagnóstico: Abastecimiento de agua en barrio El Calvario.**

1 - ¿De qué forma se abastece?

|              |                                     | <b>Fr</b> | <b>%</b>    |
|--------------|-------------------------------------|-----------|-------------|
| 1            | Red de agua potable                 | 2         | 2.70%       |
| 2            | Agua de pozo                        | 1         | 1.35%       |
| 3            | Agua de río                         | 0         | 0.00%       |
| 4            | Agua lluvia                         | 0         | 0.00%       |
| 5            | Agua envasada                       | 1         | 1.35%       |
| 6            | Red de agua potable y agua de pozo  | 1         | 1.35%       |
| 7            | Red de agua potable y agua de río   | 1         | 1.35%       |
| 8            | Red de agua potable y agua lluvia   | 2         | 2.70%       |
| 9            | Red de agua potable y agua envasada | 8         | 10.81%      |
| 10           | Agua de pozo y agua de río          | 0         | 0.00%       |
| 11           | Agua de pozo y agua lluvia          | 1         | 1.35%       |
| 12           | Agua de pozo y agua envasada        | 8         | 10.81%      |
| 13           | Agua de río y agua envasada         | 1         | 1.35%       |
| 14           | Agua envasada y agua lluvia         | 1         | 1.35%       |
| 15           | 3 o más formas de abastecerse       | 47        | 63.51%      |
| <b>TOTAL</b> |                                     | <b>74</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

De la tabla anterior, se observa que un porcentaje mayor 47 viviendas (63.51%), tienen tres o más formas de abastecerse de agua, las cuales se detallan a continuación.

**Tabla 48. Diagnóstico: Desglose de 3 o más formas de abastecerse en barrio El Calvario.**

1B - De acuerdo a la pregunta anterior, la opción de "3 o más formas de abastecerse se desglosa de la siguiente manera.

|              |                                 | <b>Fr</b> | <b>%</b>    |
|--------------|---------------------------------|-----------|-------------|
| 15.1         | tres formas 1, 4 y 5            | 6         | 12.77%      |
| 15.2         | tres formas 1, 2 y 4            | 6         | 12.77%      |
| 15.3         | tres formas 2, 4 y 5            | 2         | 4.26%       |
| 15.4         | tres formas 2, 3 y 5            | 1         | 2.13%       |
| 15.5         | tres formas 3, 4 y 5            | 1         | 2.13%       |
| 15.6         | tres formas 1, 2 y 5            | 8         | 17.02%      |
| 15.7         | tres formas 1, 3 y 5            | 2         | 4.26%       |
| 15.8         | tres formas 2, 3 y 4            | 1         | 2.13%       |
| 15.9         | tres formas 1, 2 y 3            | 0         | 0.00%       |
| 15.10        | tres formas 1, 3 y 4            | 0         | 0.00%       |
| 15.11        | cuatro formas 1, 2, 3 y 4       | 1         | 2.13%       |
| 15.12        | cuatro formas 1, 2, 4 y 5       | 9         | 19.15%      |
| 15.13        | cuatro formas 1, 3, 4 y 5       | 3         | 6.38%       |
| 15.14        | cuatro formas 1, 2, 3 y 5       | 3         | 6.38%       |
| 15.15        | cuatro formas 2, 3, 4 y 5       | 0         | 0.00%       |
| 15.16        | las cinco formas de abastecerse | 4         | 8.51%       |
| <b>TOTAL</b> |                                 | <b>47</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Según datos proporcionados del censo, de las 47 viviendas que se abastecen de esta manera, 9 viviendas (19.15%) lo hace a través de las siguientes formas: gua de red, agua pozo, agua lluvia y agua envasada, siendo esta la combinación más frecuente.

En cuanto al tratamiento domiciliar para la purificación del agua en los cuatro barrios de la ciudad de Sesori, se registraron los datos obtenidos del censo en la siguiente tabla.

**Tabla 49. Diagnóstico: Tratamiento del agua potable en barrios de la ciudad de Sesori.**

8 - ¿Utilizan algún tipo de tratamiento para la purificación del agua potable?

|              |  | <b>Fr</b>  | <b>%</b>    |
|--------------|--|------------|-------------|
| 1            | Puriagua                                       | 2          | 0.69%       |
| 2            | Cloro  | 11         | 3.81%       |
| 3            | Hervido  | 18         | 6.23%       |
| 4            | SODIS (solar)                                  | 2          | 0.69%       |
| 5            | Agrega jugo de limón o lima                    | 0          | 0.00%       |
| 6            | Utiliza semillas de moringa                    | 0          | 0.00%       |
| 7            | Filtro de agua                                 | 3          | 1.04%       |
| 8            | Filtro de tela o carbón                        | 4          | 1.38%       |
| 9            | Ninguno  | 244        | 84.43%      |
| 10           | Mas de 3 tipos de tratamiento 1 , 2, 3 , 4 y 7 | 1          | 0.35%       |
| 11           | 3 y 4  | 1          | 0.35%       |
| 12           | 2 y 3  | 2          | 0.69%       |
| 13           | 2 y 8  | 1          | 0.35%       |
| 14           | 4 y 8  | 0          | 0.00%       |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>289</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

De la tabla anterior se observa un porcentaje del 84.43% (244 viviendas) que no aplican un sistema de tratamiento domiciliar al agua de red de ANDA.

**Tabla 50. Diagnóstico: Tratamiento del agua de pozo en barrios de la ciudad de Sesori.**

9 - ¿Utilizan algún tipo de tratamiento para la purificación del agua de pozo?

|              |  | <b>Fr</b>  | <b>%</b>    |
|--------------|--|------------|-------------|
| 1            | Puriagua                                       | 0          | 0.00%       |
| 2            | Cloro  | 6          | 2.08%       |
| 3            | Hervido  | 2          | 0.69%       |
| 4            | SODIS (solar)                                  | 0          | 0.00%       |
| 5            | Agrega jugo de limón o lima                    | 0          | 0.00%       |
| 6            | Utiliza semillas de moringa                    | 0          | 0.00%       |
| 7            | Filtro de agua                                 | 0          | 0.00%       |
| 8            | Filtro de tela o carbón                        | 1          | 0.35%       |
| 9            | Ninguno  | 279        | 96.54%      |
| 10           | Mas de 3 tipos de tratamiento 1 , 2, 3 , 4 y 7 | 0          | 0.00%       |
| 11           | 3 y 4  | 0          | 0.00%       |
| 12           | 2 y 3  | 1          | 0.35%       |
| 13           | 2 y 8  | 0          | 0.00%       |
| 14           | 4 y 8  | 0          | 0.00%       |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>289</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

De los resultados anteriores se registra que un 96.54% (279 viviendas) no aplican un sistema de tratamiento domiciliar al agua de pozo.

**Tabla 51. Diagnóstico: Tratamiento del agua de río en barrios de la ciudad de Sesori.**

10 - ¿Utilizan algún tipo de tratamiento para la purificación del agua de río?

|   | <b>Fr</b>  | <b>%</b>    |
|---|------------|-------------|
| 1 Puriagua  | 0          | 0.00%       |
| 2 Cloro   | 0          | 0.00%       |
| 3 Hervido   | 0          | 0.00%       |
| 4 SODIS (solar)                                   | 0          | 0.00%       |
| 5 Agrega jugo de limón o lima                     | 0          | 0.00%       |
| 6 Utiliza semillas de moringa                     | 0          | 0.00%       |
| 7 Filtro de agua                                  | 0          | 0.00%       |
| 8 Filtro de tela o carbón                         | 0          | 0.00%       |
| 9 Ninguno   | 289        | 100.00%     |
| 10 Mas de 3 tipos de tratamiento 1 , 2, 3 , 4 y 7 | 0          | 0.00%       |
| 11 3 y 4  | 0          | 0.00%       |
| 12 2 y 3  | 0          | 0.00%       |
| 13 2 y 8  | 0          | 0.00%       |
| 14 4 y 8  | 0          | 0.00%       |
| <b>TOTAL</b>                                      | <b>289</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Se refleja que un porcentaje del 100% (289 viviendas) no utiliza ningún tipo de tratamiento domiciliar para el tratamiento del agua de río.

**Tabla 52. Diagnóstico: Tratamiento del agua lluvia en barrios de la ciudad de Sesori.**

11 - ¿Utilizan algún tipo de tratamiento para la purificación del agua lluvia?

|   | <b>Fr</b>  | <b>%</b>    |
|---|------------|-------------|
| 1 Puriagua  | 0          | 0.00%       |
| 2 Cloro   | 1          | 0.35%       |
| 3 Hervido   | 0          | 0.00%       |
| 4 SODIS (solar)                                   | 0          | 0.00%       |
| 5 Agrega jugo de limón o lima                     | 0          | 0.00%       |
| 6 Utiliza semillas de moringa                     | 0          | 0.00%       |
| 7 Filtro de agua                                  | 0          | 0.00%       |
| 8 Filtro de tela o carbón                         | 0          | 0.00%       |
| 9 Ninguno   | 287        | 99.31%      |
| 10 Mas de 3 tipos de tratamiento 1 , 2, 3 , 4 y 7 | 0          | 0.00%       |
| 11 3 y 4  | 0          | 0.00%       |
| 12 2 y 3  | 0          | 0.00%       |
| 13 2 y 8  | 0          | 0.00%       |
| 14 4 y 8  | 1          | 0.35%       |
| <b>TOTAL</b>                                      | <b>289</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Se refleja que un porcentaje del 99.31% (287 viviendas) no utiliza ningún tipo de tratamiento domiciliar para el tratamiento del agua lluvia, 0.35% (1 vivienda) utiliza cloro como tratamiento de agua lluvia y 0.35% (1 vivienda) utiliza tratamiento solar y filtro de tela o carbón como tratamiento de agua lluvia.

**Tabla 53. Diagnóstico: Tratamiento del agua envasada en barrios de la ciudad de Sesori.**

12 - ¿Utilizan algún tipo de tratamiento para la purificación del agua envasada?

|              |  | <b>Fr</b>  | <b>%</b>    |
|--------------|--|------------|-------------|
| 1            | Puriagua                                       | 0          | 0.00%       |
| 2            | Cloro  | 0          | 0.00%       |
| 3            | Hervido  | 10         | 3.46%       |
| 4            | SODIS (solar)                                  | 0          | 0.00%       |
| 5            | Agrega jugo de limón o lima                    | 0          | 0.00%       |
| 6            | Utiliza semillas de moringa                    | 0          | 0.00%       |
| 7            | Filtro de agua                                 | 1          | 0.35%       |
| 8            | Filtro de tela o carbón                        | 1          | 0.35%       |
| 9            | Ninguno  | 276        | 95.50%      |
| 10           | Mas de 3 tipos de tratamiento 1 , 2, 3 , 4 y 7 | 0          | 0.00%       |
| 11           | 3 y 4  | 1          | 0.35%       |
| 12           | 2 y 3  | 0          | 0.00%       |
| 13           | 2 y 8  | 0          | 0.00%       |
| 14           | 4 y 8  | 0          | 0.00%       |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>289</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Se refleja que un porcentaje del 95.50% (276 viviendas) no utiliza ningún tipo de tratamiento domiciliar para el tratamiento del agua de envasada.

### 5.1.1.1 Descripción del sistema de agua potable

#### 5.1.1.1.1 Captación de la fuente de Guanaste:

La fuente superficial de Guanaste, es una captación que produce aproximadamente 1.58 l/s (25 GPM). Dicha agua no viene clorada y de esa manera se incorpora al tanque de distribución. (Por motivos de mala accesibilidad y seguridad personal, no se realizó visita a la fuente).

#### 5.1.1.1.2 Captación de la fuente de Queserita:

En la estación de bombeo “Queserita” (Ver Imagen 6), el pozo No 2 con profundidad de 240 m, perforado en un diámetro de 14 <sup>3/4</sup> ", con un diámetro de revestimiento de 10 " Acero al carbón, tiene una producción de 5 l/s (79 GPM), está equipado con una bomba tipo turbina, de marca FPS, modelo 85SS125F66 – 2563, KW 18.3, Caudal mínimo 53 GPM, Caudal máximo 114 GPM, H<sub>máx</sub> 358 m, H<sub>mín</sub> 179 m, de 25 etapas; con un motor eléctrico sumergible, Marca FRANKLYN ELECTRIC, Trifásico, 30 HP, 460 V, 45.2 Amáx, Modelo 2666168120; la caseta de bombeo necesita drenajes para evacuar las aguas lluvias que en ella se estancan (Ver Imagen 7).

El equipo cuenta con un árbol de descarga (Ver Imagen 8), el cual incluye el cabezal de descarga, 2 válvulas de control, válvula de descarga, check horizontal, macromedidor de caudal, manómetro de presión y válvula de alivio. El personal que opera en la caseta de bombeo menciona que el pozo siempre ha mantenido el caudal en un rango de (4 – 5) l/s, bajando en época de verano hasta 3 l/s, según registros de bitácora. El equipo de bombeo opera automáticamente, trabajando 23 minutos y descansando 1.5 horas, contabilizando así un horario de operación de 4.5 horas diarias, cabe mencionar que no se puede operar más tiempo debido al agotamiento del acuífero.



*Imagen 6. Estación de bombeo Queserita.*



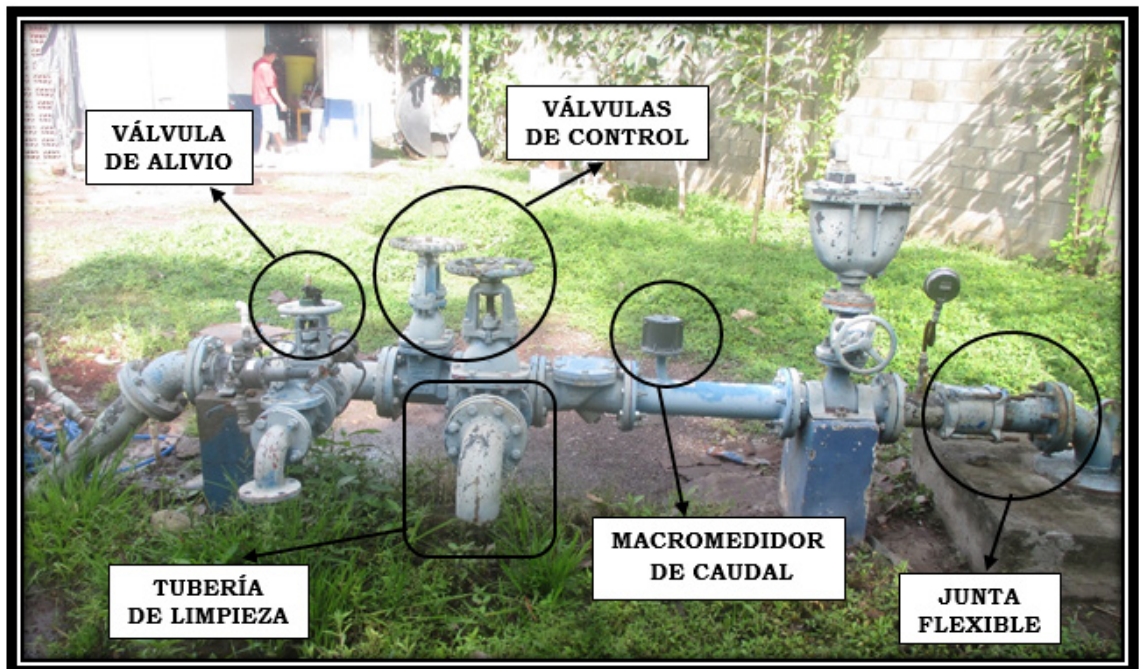
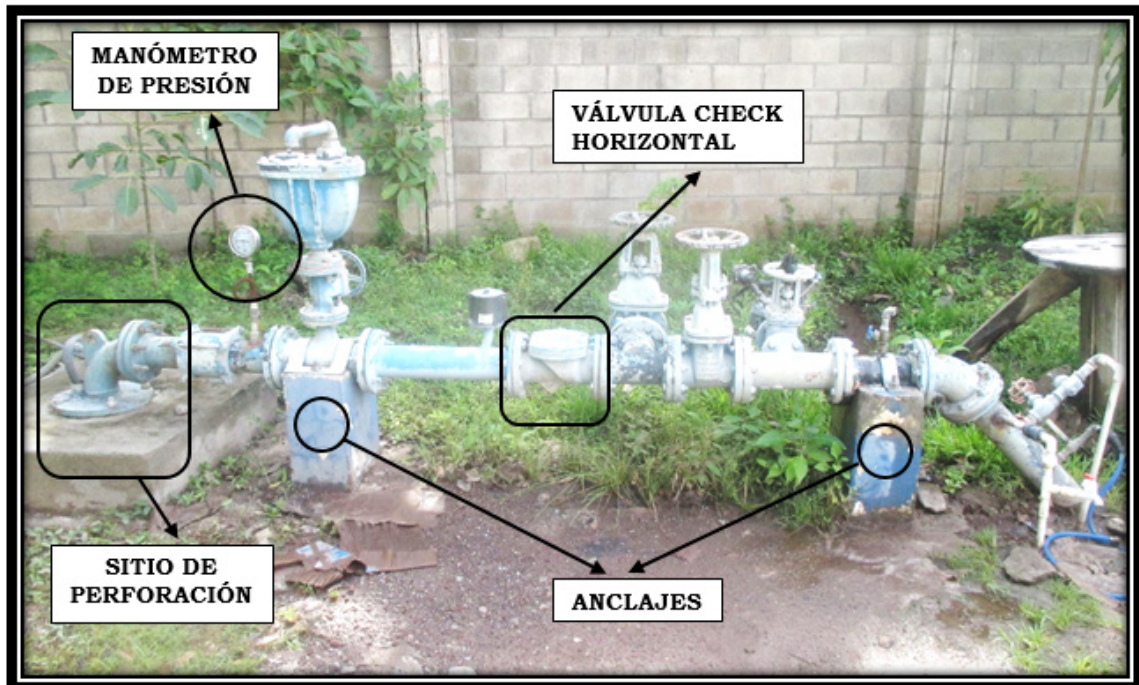
*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

*Imagen 7. Estancamiento de aguas lluvias.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Imagen 8. Equipo de bombeo.



Fuente: Grupo de Tesis (2018).

### **5.1.1.1.3 Línea de Conducción de Guanaste:**

(Hierro Galvanizado) con una longitud de aproximadamente 13 km, hacia el tanque de distribución.

### **5.1.1.1.4 Línea de Conducción de Queserita:**

El agua extraída de la planta “Queserita” es bombeada, mediante una línea de impelencia (Ver Imagen 9) de 6" de diámetro, del tipo: HFD (Hierro Fundido Dúctil) JR 350 PSI; HFD (Hierro Fundido Dúctil) JM 350 PSI (Accesorios incluidos) y PVC (Poli – Cloruro de Vinilo) JR 160 PSI (Accesorios incluidos), con una longitud total de 2,898 metros, hasta el tanque existente en el barrio La Carlota del municipio de Sesorí, para luego conducir el agua por gravedad a la red de distribución.

*Imagen 9. Línea de Conducción (Impelencia) hacia tanque de almacenamiento.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

### 5.1.1.1.5 Tanque de almacenamiento:

La ciudad de Sesorí cuenta con un tanque de distribución de agua potable, ubicado en la parte alta del barrio la Carlota del municipio de Sesorí, su capacidad es de 225 m<sup>3</sup> (Ver Imagen 10), el cual recibe y almacena agua proveniente de las dos fuentes antes mencionadas, las cuales ingresan al tanque de manera independiente (Ver Imagen 11), según coordenadas geográficas 13°43'27.08"N, 88°21'25.37"O. Para que el agua llegue a la mayoría de las viviendas, el tanque debe estar lleno al momento de abrir las válvulas, para así poder generar suficiente presión y abastecer a la mayoría. El tanque tarda aproximadamente 2 días para llenarse.

*Imagen 10. Tanque de almacenamiento para los barrios en la ciudad de Sesorí.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

*Imagen 11. Tuberías de ingreso de agua.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

En la parte superior se encuentra una entrada hacia el interior del tanque, la cual está debidamente cubierta por una compuerta de metal, equipado con su escalera de acceso hacia el interior (Ver Imagen 12). El tanque posee dos respiraderos en la parte superior, por los cuales sale el aire retenido en su interior (Ver Imagen 13).

*Imagen 12. Entrada hacia el interior del tanque.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

*Imagen 13. Respiraderos.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Cabe mencionar que el depósito no se llena en su totalidad debido a la escasez de agua presentada en ambas fuentes, la tubería proveniente de Guanaste inyecta agua constantemente en cantidades mínimas, mientras que la planta de bombeo lo hace con pausas prolongadas (Ver Imagen 14). La limpieza al tanque se realiza cada 6 meses o antes (si se observa material visible), el interior refleja una limpieza adecuada (Ver Imagen 15).

*Imagen 14. Ingreso de agua al tanque de almacenamiento.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*



*Imagen 15. Vista interna del tanque de almacenamiento.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

En su alrededor el tanque cuenta con válvulas de cierre y de limpieza, debidamente protegidas por una estructura metálica (Ver Imagen 16). El sistema de distribución (tanque, red de distribución, líneas de conducción) están siendo monitoreadas y controladas por un encargado de ANDA.

*Imagen 16. Válvulas de limpieza y de cierre.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

#### **5.1.1.1.6 Red de distribución (Ver plano en Anexo 6)**

La red de distribución se encuentra solamente en la ciudad de Sesorí, que comprende los barrios: La Carlota, San Juan, El Centro y El Calvario, con diámetros que oscilan entre 2" y 4".

Para abastecer a la población, se hace necesario realizar maniobras en válvulas de control instaladas en la red, esto con el objetivo de sectorizar el servicio en tres áreas, las cuales son: barrio La Carlota, barrio San Juan, barrios El Centro y El Calvario. Esta última por incluir dos barrios, la demanda es aún mayor, siendo la zona más afectada por la escasez del vital líquido.

#### 5.1.1.1.7 Nivel de tratamiento y calidad del agua

La desinfección es realizada en la caseta de bombeo (Queserita) mediante Hipoclorito de Calcio (HTH), con concentraciones variadas en el rango de (0.6 - 1.2) PPM (mg/l), dicha inyección se realiza en el árbol de descarga del pozo, para lo cual se usa un hipocloroso (Equipo electromecánico) (Ver Imagen 17) con capacidad de 180 lts y se le aplica una cantidad única de 3 lb de Hipoclorito de Calcio granulado.

El mecanismo es regulable con el propósito de calibrar la concentración de cloro (Ver Imagen 18), cabe mencionar que para obtener dichas lecturas se usa reactivo DPD, las lecturas se realizan dos veces al día (mañana y tarde). (Ver Imagen 19)

Al pozo no se le ha realizado una limpieza debido a que no ha presentado señales de suciedad.

*Imagen 17. Equipo de cloración (electromecánico).*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Imagen 18. Equipo de prueba de cloro libre.



Fuente: Grupo de Tesis (2018).

Imagen 19. Apuntes de lectura del reactivo DPD.

Departamento de Operaciones  
Región Oriental  
Control de Potabilización

ANEA  
Autoridad Nacional de  
Administración Nacional de  
Acueductos y Alcantarillados

REPORTE MENSUAL SOBRE LECTURAS DE CLORO RESIDUAL

PLANTA DE BOMBEO: **Ovesenia** TIPO DE SISTEMA: **producción** MUNICIPIO: **Sesotí**

| Nº       | FECHA    | DOSIS/DIABLS | LECTURAS DE CLORO RESIDUAL EN PPM |       |              |       |                              | OPERADOR DE TURNO Y HORARIO |
|----------|----------|--------------|-----------------------------------|-------|--------------|-------|------------------------------|-----------------------------|
|          |          |              | PRODUCCION                        |       | DISTRIBUCION |       | OTRAS                        |                             |
|          |          |              | MANANA                            | TARDE | MANANA       | TARDE |                              |                             |
| 01-07-18 |          |              | 1.0                               | 1.0   |              |       | Manuelito Madroa cr          |                             |
| 02-07-18 | 3 Libras |              | 0.6                               | 0.6   |              |       | Manuelito Madroa cr          |                             |
| 03-07-18 |          |              | 0.8                               | 0.8   |              |       | José Amílcar Serrano Antonio |                             |
| 04-07-18 |          |              | 0.8                               | 0.8   |              |       | José Amílcar Serrano Antonio |                             |
| 05-07-18 |          |              | 0.8                               | 1.1   |              |       | Manuelito Madroa cr          |                             |
| 06-07-18 |          |              | 1.1                               | 1.6   |              |       | Manuelito Madroa cr          |                             |
| 07-07-18 |          |              | 1.2                               | 1.0   |              |       | José Amílcar Serrano Antonio |                             |
| 08-07-18 |          |              | 0.8                               | 1.0   |              |       | José Amílcar Serrano Antonio |                             |
| 09-07-18 |          |              | 1.0                               | 1.2   |              |       | Manuelito Madroa cr          |                             |
| 10-07-18 | 3 Libras |              | 1.2                               | 0.6   |              |       | Manuelito Madroa cr          |                             |
| 11-07-18 |          |              | 0.8                               | 0.8   |              |       | José Amílcar Serrano Antonio |                             |
| 12-07-18 |          |              | 0.6                               | 1.2   |              |       | José Amílcar Serrano Antonio |                             |
| 13-07-18 |          |              | 1.0                               | 0.6   |              |       | Manuelito Madroa cr          |                             |
| 14-07-18 |          |              | 0.6                               | 0.6   |              |       | Manuelito Madroa cr          |                             |
| 15-07-18 |          |              | 0.6                               | 1.2   |              |       | José Amílcar Serrano Antonio |                             |
| 16-07-18 | 3 Libras |              | 1.2                               | 1.0   |              |       | José Amílcar Serrano Antonio |                             |
| 17-07-18 |          |              | 1.2                               | 0.8   |              |       | Manuelito Madroa cr          |                             |
| 18-07-18 |          |              | 0.6                               | 0.6   |              |       | Manuelito Madroa cr          |                             |
| 19-07-18 |          |              | 0.4                               | 0.6   |              |       | José Amílcar Serrano Antonio |                             |
| 20-07-18 |          |              | 1.0                               | 1.0   |              |       | José Amílcar Serrano Antonio |                             |
| 21-07-18 | 2 Libras |              | 1.0                               | 0.6   |              |       | Manuelito Madroa cr          |                             |
| 22-07-18 |          |              | 0.4                               | 0.4   |              |       | Manuelito Madroa cr          |                             |
| 23-07-18 |          |              | 0.4                               | 1.0   |              |       | José Amílcar Serrano Antonio |                             |
| 24-07-18 |          |              | 1.0                               | 1.2   |              |       | José Amílcar Serrano Antonio |                             |
| 25-07-18 |          |              | 1.0                               | 1.2   |              |       | Manuelito Madroa cr          |                             |
| 26-07-18 |          |              | 0.6                               | 0.8   |              |       | Manuelito Madroa cr          |                             |
| 27-07-18 | 3 Libras |              | 1.2                               | 1.2   |              |       | José Amílcar Serrano Antonio |                             |
| 28-07-18 |          |              | 1.2                               | 1.0   |              |       | José Amílcar Serrano Antonio |                             |
| 29-07-18 |          |              | 1.0                               | 0.6   |              |       | Manuelito Madroa cr          |                             |
| 30-07-18 |          |              | 0.8                               | 0.8   |              |       | Manuelito Madroa cr          |                             |
| 31-07-18 |          |              | 0.8                               | 0.8   |              |       | José Amílcar Serrano Antonio |                             |

EXISTENCIA DE HIPOCLORITO DE CALCIO O CLORO GAS: **37 Libras** EN LIBRAS O KGS.

EXISTENCIA DE TABLETAS DPD-1: **50 pastillas** PERIODO A CUBRIR: **Julio del 2018**

RESPONSABLE: **J. Amílcar Serrano Antonio**

Fuente: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados.

### 5.1.1.2 Sustancias en exceso en las fuentes de agua que utiliza ANDA

Según datos proporcionados por las oficinas de ANDA Región Oriental, los resultados de los exámenes de laboratorio efectuados en la red de abastecimiento de la ciudad de Seseori, en los años (2015 – 2016 – 2017), muestran que los parámetros de laboratorio están dentro de los límites permisibles según la Norma Salvadoreña de Agua Potable NSO 13.07.01:08. Excepto los parámetros de campo (Cloro Residual) en los meses de junio y julio de 2016, encontrando concentraciones de 0.1 mg/L, siendo permitido según la norma un rango de (0.3 – 1.1) mg/L.

### 5.1.2 Calidad de agua de pozos artesanales en barrios de la ciudad de Seseori

**(Ver Imagen 20)**

Se efectuaron cuatro pruebas de laboratorio para determinar la calidad de las aguas provenientes de los pozos artesanales (ver ubicación de pozos en Anexo 6), debido a que el 49.83% de la población la utiliza para consumo sin darle su debido tratamiento.

Las pruebas se realizaron una por cada barrio, fueron muestreadas y analizadas por el Laboratorio de Control de Calidad Región Oriental según, la Norma Salvadoreña de Agua Potable NSO 13.07.01:08, detallándose a continuación (Ver Anexo 3):

➤ Ensayo a la calidad de agua No 1:

Dirección: Barrio La Carlota, salida al cantón Charlaca, Seseori, San Miguel.

Análisis: De los parámetros de laboratorio que fueron sometidos a estudio, se determinó que los bacteriológicos como: Coliformes Totales, Escherichia Coli y Bacterias Heterótrofas, están fuera de los límites permisibles según la Norma Salvadoreña de Agua Potable NSO 13.07.01:08. Los parámetros fisicoquímicos están en un nivel permitido y

aceptable. Por lo que se recomienda efectuar una cloración al agua, para que sea apta para el consumo humano.

➤ Ensayo a la calidad de agua No 2:

Dirección: Barrio San Juan, salida a San Luis de La Reina, Sessori, San Miguel.

Análisis: Los parámetros de laboratorio que fueron sometidos a el análisis, se concluyó que los bacteriológicos como: Coliformes Totales, Escherichia Coli y Bacterias Heterótrofas, están fuera de los límites permisibles según la Norma Salvadoreña de Agua Potable NSO 13.07.01:08. Los parámetros fisicoquímicos están en un nivel permitido y aceptable. Por lo que se recomienda efectuar una cloración al agua, para que sea apta para el consumo humano.

➤ Ensayo a la calidad de agua No 3:

Dirección: Barrio San Juan, frente a cancha Monseñor Romero, Sessori, San Miguel.

Análisis: De los parámetros de laboratorio que fueron sometidos a examen, se estableció que los bacteriológicos como: Coliformes Totales, Escherichia Coli y Bacterias Heterótrofas, están fuera de los límites permisibles según la Norma Salvadoreña de Agua Potable NSO 13.07.01:08. Los parámetros fisicoquímicos están en un nivel permitido y aceptable. Por lo que se recomienda efectuar una cloración al agua, para que sea apta para el consumo humano.

➤ Ensayo a la calidad de agua No 4:

Dirección: Barrio El Calvario, sobre calle la Ronda, Sessori, San Miguel.

Análisis: De los parámetros de laboratorio que fueron sometidos a prueba, se fijó que los bacteriológicos como: Coliformes Totales, Escherichia Coli y Bacterias Heterótrofas, están fuera de los límites permisibles según la Norma Salvadoreña de Agua Potable NSO

13.07.01:08. Los parámetros fisicoquímicos están en un nivel permitido y aceptable, excepto la Dureza total, que presenta un valor ligeramente fuera de norma.

Por lo que se recomienda efectuar una cloración al agua, para que sea apta para el consumo humano y realizar un análisis más exhaustivo en las instalaciones y cercanías del pozo, para encontrar la causa que altera la Dureza del agua y tomar las medidas y correcciones pertinentes.

La Dureza del agua se refiere a, la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua tales como (sales de magnesio y calcio).

*Imagen 20. Toma de muestras al agua de pozos artesanales*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

### 5.1.3 Acceso al agua potable (colonia Libertad)

De acuerdo a las estadísticas recopiladas en el Censo del presente año (2018), la población de la colonia Libertad se abastece en su mayoría de una red de tuberías que conducen agua proveniente de una fuente superficial y un pozo perforado; proyecto que fue ejecutado y está siendo administrado por la misma comunidad.

El vital líquido es utilizado para consumo, higiene personal y actividades domésticas. Se contabilizó el total de viviendas que disponen de agua por tubería, agua de pozo, río, envasada y lluvia, además las que usan dos o más formas de abastecerse, como se aprecia en la siguiente tabla.

#### *Colonia Libertad*

**Tabla 54. Diagnóstico: Abastecimiento de agua en colonia Libertad.**

1 - ¿De qué forma se abastece?

|                                       | <b>Fr</b>  | <b>%</b>    |
|---------------------------------------|------------|-------------|
| 1 Red de agua potable                 | 69         | 61.06%      |
| 2 Agua de pozo                        | 3          | 2.65%       |
| 3 Agua de río                         | 0          | 0.00%       |
| 4 Agua lluvia                         | 0          | 0.00%       |
| 5 Agua envasada                       | 0          | 0.00%       |
| 6 Red de agua potable y agua de pozo  | 2          | 1.77%       |
| 7 Red de agua potable y agua de río   | 2          | 1.77%       |
| 8 Red de agua potable y agua lluvia   | 2          | 1.77%       |
| 9 Red de agua potable y agua envasada | 24         | 21.24%      |
| 10 Agua de pozo y agua de río         | 0          | 0.00%       |
| 11 Agua de pozo y agua lluvia         | 2          | 1.77%       |
| 12 Agua de pozo y agua envasada       | 5          | 4.42%       |
| 13 Agua de río y agua envasada        | 0          | 0.00%       |
| 14 Agua envasada y agua lluvia        | 0          | 0.00%       |
| 15 3 o más formas de abastecerse      | 4          | 3.54%       |
| <b>TOTAL</b>                          | <b>113</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*



Se obtiene que un porcentaje mayor (61.06%) de las viviendas, se abastece únicamente de la red de agua potable la cual es administrada por la Asociación de Desarrollo Comunal Libertad y Progreso (ADESCOLP). Y un (21.24%) hace uso de la combinación, agua de red y agua envasada. El resto hace uso de los otros servicios representados.

Es notable que, en las viviendas de la colonia Libertad, existe un buen servicio de agua potable, debido a esto los habitantes no se ven obligados a adquirirla de otra fuente.

Se abastece de agua potable desde 1996 a partir de una fuente superficial ubicada en el cantón Santa Rosa, municipio de Sessori, aproximadamente a 7 km al Sureste de la ciudad de Sessori, Con una altitud de 218 msnm. Proyecto que fue ejecutado con apoyo del Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL), actualmente está siendo administrado por la ADESCOLP que es integrada por miembros de la colonia Libertad.

En el año 2004, a través de gestiones realizadas por la asociación y con apoyo de la comunidad, se compró un predio de 2 manzanas de terreno aledañas a la fuente, con el objetivo de generar un área de protección a través de zanjas de infiltración, fosas y un plan de reforestación; logrando así una mayor recarga acuífera de la fuente, aumentando el nivel del caudal. La reforestación se realizó en su mayoría con árboles de Manzano y Nin (*Azadirachta indica*).

Debido a una serie de factores como aumento poblacional, deforestación descontrolada, variaciones climatológicas, etc. se ejecutó la perforación de un pozo a inicios del año 2018, en zona perteneciente a la colonia Libertad, aledaña al río Porcas, para que junto con la fuente superficial se incrementara el caudal generado y poder así abastecer a más población.

### 5.1.3.1 Descripción del sistema de agua potable

#### 5.1.3.1.1 Captación de la fuente Santa Rosa:

La fuente superficial ubicada en el cantón Santa Rosa (Ver Imagen 21), es una captación que produce aproximadamente 2.5 l/s (40 GPM). Dicha agua no viene clorada y de esa manera se incorpora al tanque de distribución. La captación está compuesta por una serie de pilas de diámetros diversos, paredes de ladrillo repelladas, con tapaderas metálicas (desmontables fácilmente, no poseen candado) que permiten la inspección y vigilancia periódica. La primera con una capacidad de 11.4 m<sup>3</sup> con dimensiones de (1.90 altura x 3 largo x 2 ancho) metros, recibe el agua proveniente del nacimiento, a través de una tubería; seguidamente las pilas No 2, No 3 y No 4 (con capacidad de 1m<sup>3</sup> cada una) están conectadas entre sí por otra tubería.

*Imagen 21. Conjunto de pilas que conforman la captación superficial en cantón Santa Rosa.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

A partir de ésta inicia la tubería de conducción hacia el tanque de almacenamiento. El propósito de esta serie de pilas conectadas entre sí por tuberías es lograr la decantación en cada una de ellas, por tratarse de una fuente superficial, presenta material visible como (hojas, partículas de madera, lodillo,).

En los alrededores de la captación se observan las obras de protección realizadas tales como: reforestación, zanjas de infiltración, desagües en la parte superior; debido a que la fuente está ubicada en una ladera y en épocas de lluvia la escorrentía superficial la daña, cubriéndola de materia orgánica, raíces, hojarasca, etc. (Ver Imagen 22).

***Imagen 22. Obras de protección y reforestación, en zona de captación de agua.***



***Fuente: Grupo de Tesis (2018).***

Personal de la colonia Libertad, realiza limpieza mensual en las instalaciones de la captación, para remover el material asentado en cada una de las pilas. La captación (Ver Imagen 23 e Imagen 24) se encuentra limitada perimetralmente por malla ciclón, la cual se encuentra en malas condiciones, portón abierto sin seguridad (candado), y la fuente

queda afuera de este cerco perimetral, cubierta por láminas, lo cual la expone a sufrir contaminación y afectar la calidad del agua. (Ver Imagen 25 e Imagen 26)

*Imagen 23. Captación de fuente superficial, cantón Santa Rosa.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

*Imagen 24. Interior de las pilas.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

*Imagen 25. Nacimiento de agua principal.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*

*Imagen 26. Portón de acceso a la captación.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

### 5.1.3.1.2 Captación de la fuente subterránea, pozo perforado:

En el mes de mayo 2018, se dio inicio a la utilización de agua proveniente de esta fuente, con un caudal de 4.4 l/s (70 GPM). Las dimensiones de las instalaciones son (5 x 10) metros (Ver Imagen 27). Al ser perforado se hicieron los exámenes de calidad correspondientes, arrojando resultados aceptables, siempre tomando en cuenta un sistema de cloración. El agua es enviada sin clorar, dicho proceso se efectúa en las instalaciones del tanque de almacenamiento. El equipo de bombeo opera manualmente, trabajando 4 horas diarias.

*Imagen 27. Instalaciones del pozo perforado.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

### **5.1.3.1.3 Línea de conducción de Santa Rosa:**

El agua producida en el cantón Santa Rosa, es transportada por una línea de aducción con longitud de 6 km, con diámetro inicial de 2 ½ " (saliendo de la fuente) y reduciendo a 2" en la parte final (ingresando al tanque). Compuesta en su mayoría de HoGo (Hierro Galvanizado), y ciertas partes de PVC (Poli – Cloruro de Vinilo).

### **5.1.3.1.4 Línea de Conducción de Pozo perforado:**

El agua extraída del pozo perforado en La colonia Libertad es bombeada, mediante una línea de impelencia de 2 " de diámetro, compuesta en su totalidad de HoGo (Hierro Galvanizado) y con una longitud de 500 metros.

### **5.1.3.1.5 Tanque de almacenamiento:**

La colonia Libertad, cuenta con un tanque de distribución de agua potable, ubicado en la parte alta, su capacidad es de 60 m<sup>3</sup>, el cual recibe y almacena agua proveniente de las dos fuentes antes mencionadas (Ver Imagen 28). Existe un operador, que se encarga de efectuar la cloración y abrir las válvulas para distribuir el agua en los horarios establecidos (de 5:00AM - 7:00AM y de 2:00PM - 4:00PM). Se realiza una limpieza al tanque cada 2 meses, para remover las partículas asentadas provenientes en su mayoría de la fuente superficial captada en el cantón Santa Rosa.

*Imagen 28. Tanque de almacenamiento de la colonia Libertad.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

#### **5.1.3.1.6 Red de distribución:**

Está compuesta por diámetros diversos, inicia con diámetro de 3" y los ramales son de 1 ¼", es en su mayoría de PVC (Poli – Cloruro de Vinilo).

#### **5.1.3.1.7 Nivel de tratamiento y calidad del agua**

La desinfección es realizada en las instalaciones del tanque de almacenamiento, mediante una hipo-cloradora de tipo pastilla, HTH Hipoclorito de Calcio de 250 gr. que se utiliza para realizar la desinfección al agua, un dispositivo “T” con tabletas de Hipoclorito de Calcio al 70%.



### 5.1.4 Calidad de agua de pozo artesanal en la colonia Libertad

Se efectuó una prueba de laboratorio para determinar la calidad de aguas provenientes de los pozos artesanales (ver ubicación de pozo en Anexo 6), debido a que el 14.16% de la población la utiliza para consumo sin darle su debido tratamiento (Ver Anexo 3).

La prueba se realizó en el sector noreste de la comunidad, fue muestreada y analizada por el Laboratorio de Control de Calidad Región Oriental según, la Norma Salvadoreña de Agua Potable NSO 13.07.01:08, detallándose a continuación:

➤ Ensayo a la calidad de agua No 1:

Dirección: Barrio El Calvario, calle principal, salida a Chapeltique, Sessori, San Miguel. (En efecto la dirección real es, colonia Libertad, salida a Chapeltique, Sessori, San Miguel).

Análisis: De los parámetros de laboratorio que fueron sometidos a estudio, se determinó que los bacteriológicos como: Coliformes Totales y Escherichia Coli, están fuera de los límites permisibles según la Norma Salvadoreña de Agua Potable NSO 13.07.01:08. Los parámetros fisicoquímicos están en un nivel permitido y aceptable. Por lo que se recomienda efectuar una cloración al agua, para que sea apta para el consumo humano.

## 5.2 Aguas residuales domésticas.

La ciudad de Sesori no cuenta con un sistema para la recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales y excretas debido a la falta de gestión de la Alcaldía Municipal de Sesori y por la topografía del terreno. Como opción tienen fosas sépticas u otro tipo de letrina.

### 5.2.1 Disposición de aguas grises.

En cuanto a la disposición de aguas grises provenientes de lavado de ropa y utensilios de cocina, así como del agua proveniente del baño, los pobladores de los barrios de la ciudad de Sesori depositan las aguas grises en la calle en un porcentaje mayor. (Ver Tabla 55).

**Tabla 55. Diagnóstico: Disposición de las aguas grises en los barrios de la ciudad de Sesori.**

22 - ¿Depositán las aguas que provienen de lavar ropa o utensilios de cocina o bañarse a?

|              |                      | Fr         | %           |
|--------------|----------------------|------------|-------------|
| 1            | Fosa séptica         | 42         | 14.53%      |
| 2            | Patio                | 42         | 14.53%      |
| 3            | Calle                | 162        | 56.06%      |
| 4            | Fosa séptica y patio | 4          | 1.38%       |
| 5            | Fosa séptica y calle | 10         | 3.46%       |
| 6            | Patio y calle        | 28         | 9.69%       |
| 7            | Todas las anteriores | 1          | 0.35%       |
| <b>TOTAL</b> |                      | <b>289</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

De acuerdo con los resultados generados por el censo, el 56.06% de las viviendas opinó que depositan las aguas grises en la calle, el 14.53% depositan las aguas grises en fosa séptica y otro 14.53% la depositan en el patio.

Pero en la colonia Libertad cambia la situación, porque la disposición de aguas grises a la calle es inferior a la evacuación que se realiza al patio. (Ver Tabla 56).

**Tabla 56. Diagnóstico: Disposición de las aguas grises en colonia Libertad.**

22 - ¿Depositán las aguas que provienen de lavar ropa o utensilios de cocina o bañarse a?

|              |                      | Fr         | %           |
|--------------|----------------------|------------|-------------|
| 1            | Fosa séptica         | 2          | 1.77%       |
| 2            | Patio                | 52         | 46.02%      |
| 3            | Calle                | 47         | 41.59%      |
| 4            | Fosa séptica y patio | 0          | 0.00%       |
| 5            | Fosa séptica y calle | 0          | 0.00%       |
| 6            | Patio y calle        | 12         | 10.62%      |
| 7            | Todas las anteriores | 0          | 0.00%       |
| <b>TOTAL</b> |                      | <b>113</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Según lo que se puede apreciar en la tabla anterior el 46.02% de las viviendas censadas depositan las aguas grises en el patio, un 41.59% la deposita en la calle y un 10.62% utiliza el patio y la calle.

La Alcaldía de Sesori posee una Ordenanza Municipal de Conservación del Medio Ambiente, en la cual en el Art. 12 expresa que: Se prohíbe botar sobre las calles, aceras, acequias, cauces de río o canales, plazas, parques y demás lugares públicos..., así como el vaciamiento o escurrimiento de aguas servidas hacia las calles. Pero el Art. 16 expresa que: Se prohíbe lavar ropa y derramar aguas sucias de cualquier naturaleza en las aceras y calles de la ciudad (se pondrá en vigencia hasta que haya un servicio adecuado de alcantarillado).

### 5.2.2 Infraestructura de tragantes y puntos de vertimientos.

Los barrios de la ciudad de Sesori poseen una serie de tragantes para depositar las aguas grises y lluvias hacia quebradas de invierno y terrenos baldíos.

Quebrada de invierno que recorre desde la zona de la final 4ª av. Norte en el barrio La Carlota, pasando por el barrio San Juan sobre la calle que conduce al Paso de La Ceiba y que aguas abajo convergen con el río Sesori.

#### 5.2.2.1 Punto de vertimiento 1

- Ubicación: *final 4ª av. Norte, barrio La Carlota*
- Descripción: *en este se descargan las aguas provenientes del “Tragante 1” que se encuentra ubicado en el barrio La Carlota sobre la diagonal María Vilma Chavarria cerca de la avenida Independencia.*

*Imagen 29. Tragante 1*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

*Imagen 30. Punto de vertimiento 1*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

#### **5.2.2.2 Punto de vertimiento 2**

- Ubicación: *Av. César Pastora Norte (calle que conduce al Paso de La Ceiba)*
- Descripción: *en este se descargan las aguas provenientes de las cunetas cercanas.*

*Imagen 31. Punto de vertimiento 2*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**5.2.2.3 Punto de vertimiento 3**

- Ubicación: *en el barrio San Juan, entre la 3ra calle poniente y la 1ra Av. Norte.*
- Descripción: *en este se descargan las aguas provenientes del “Tragante 2, tragante 3 y 4” ambos están en malas condiciones de infraestructura (Ver Imagen 32 e Imagen 33). Posteriormente estas aguas grises llegan a un punto de descarga que se encuentra ubicado en un terreno cercano (Ver Imagen 34 e Imagen 35).*

***Imagen 32. Tragante 3 en malas condiciones***



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

***Imagen 33. Tragante 4 sin rejilla***



*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*

*Imagen 34. Salida de las aguas grises de tragante*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

*Imagen 35. Punto de vertimiento 3 de aguas grises*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

#### 5.2.2.4 Punto de vertimiento 4

- Ubicación: *barrio El Centro, sobre la 5 Av. Sur, al sur oeste del Complejo Deportivo Monseñor Romero.*
- Descripción: *en este se descargan las aguas provenientes del “Tragante 5, tragante 6 y tragante 7” todos están en malas condiciones de infraestructura (Ver Imagen 36 e Imagen 37). Estos tragantes se ubican en el barrio El Centro sobre la 1 Av. Sur, entre la calle Prof. Antonio Segovia y la 2 calle poniente. Dos tragantes no poseen rejillas para la retención de basura, lo que ocasiona que estos acumulen basura que obstruye el paso de las aguas Estos tragantes están conectados a una tubería de PVC de 24 pulgadas que llega a una quebrada cercana (Ver Imagen 38 e Imagen 39).*

***Imagen 36. Tragante 5 sin rejillas con basura acumulada.***



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*



*Imagen 37. Tragante 6 sin rejilla.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

*Imagen 38. Tubería de PVC con salida hacia quebrada*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

*Imagen 39. Punto de vertimiento 4. Desagüe de aguas grises de tubería de PVC*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

#### **5.2.2.5 Punto de vertimiento 5**

- Ubicación: *final 4 calle oriente hacia terrenos valdíos.*
- Descripción: *en este se descargan las aguas provenientes del “Tragante 8 y tragante 9, están ubicados en barrio El Calvario, entre la 4ta calle oriente y la 2da Av. Sur. (Ver Imagen 40)*

*Imagen 40. Tragantes en el barrio El Calvario*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

#### 5.2.2.6 Punto de vertimiento 6

- Ubicación: *costado poniente de la cancha de la colonia Libertad*
- Descripción: *en este se descargan las aguas provenientes del “Tragante 10” (Ver Imagen 41), que le recibe la escorrentía de las cunetas*

***Imagen 41. Tragante 10 de aguas grises y lluvias en colonia Libertad.***



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

#### 5.2.2.7 Punto de vertimiento 7

- Ubicación: *costado suroccidente de la colonia Libertad*
- Descripción: *en este se descargan las aguas provenientes una tubería de concreto con 24 pulgadas de diámetro que evacua las aguas grises de las calles hacia un terreno escarpado (Ver Imagen 42).*

***Imagen 42. Tubería de concreto con salida a terreno.***



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

### 5.2.3 Contaminación.

En cuanto a la contaminación que provocan las aguas grises a los cuerpos de agua, el suelo y el aire, se pudo constatar que las personas tienen conocimiento acerca de esta temática, donde la mayoría de las personas entrevistadas opinó que las aguas grises contaminan los ríos y quebradas, perjudicando la calidad del aire. Pero, a pesar de saber sobre este tema, las personas siguen evacuando las aguas grises hacia las calles, generando malos olores y dañando la estética del lugar. Pero lo más perjudicial es que estas, llegan a los ríos Sesori y Porcas, de los que se extraen agua para consumo humano.

En los barrios de la ciudad de Sesori se pueden visualizar los resultados generados en la siguiente tabla.

**Tabla 57. Diagnóstico: Conocimiento sobre la contaminación en los barrios de la ciudad de Sesori.**

23 - ¿Tienen conocimiento que las aguas que provienen de lavar ropa o utensilios de cocina o bañarse sin ningún tratamiento?

|    |                                    | Fr         | %           |
|----|------------------------------------|------------|-------------|
| 1  | Contaminan ríos y quebradas        | 4          | 1.38%       |
| 2  | Contamina el aire                  | 0          | 0.00%       |
| 3  | Contamina el suelo                 | 1          | 0.35%       |
| 4  | Aumentan las moscas y los zancudos | 5          | 1.73%       |
| 5  | Todas las anteriores               | 14         | 4.84%       |
| 6  | 1 y 2                              | 176        | 60.90%      |
| 7  | 1 y 3                              | 9          | 3.11%       |
| 8  | 1 y 4                              | 29         | 10.03%      |
| 9  | 2 y 3                              | 2          | 0.69%       |
| 10 | 2 y 4                              | 16         | 5.54%       |
| 11 | 3 y 4                              | 19         | 6.57%       |
| 12 | 1, 2 y 3                           | 9          | 3.11%       |
| 13 | 1, 2 y 4                           | 1          | 0.35%       |
| 14 | 1, 3 y 4                           | 2          | 0.69%       |
| 15 | 2, 3 y 4                           | 2          | 0.69%       |
| 16 | No tienen conocimiento             | 0          | 0.00%       |
|    | <b>TOTAL</b>                       | <b>289</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Grupo de Tesis (2018).

De acuerdo a la tabla anterior el 60.90% (176 viviendas) respondió que tienen conocimiento de que las aguas grises contaminan los cuerpos de aguas (ríos y quebradas) y el aire. Mientras que el 10.03% (29 viviendas) tiene conocimiento de que las aguas grises contaminan los cuerpos de agua y que aumentan las moscas y zancudos.

Pero, en la colonia Libertad se generaron resultados muy similares, para ello ver la siguiente tabla.

**Tabla 58. Diagnóstico: Conocimiento sobre la contaminación en colonia Libertad.**

- 23 - ¿Tienen conocimiento que las aguas que provienen de lavar ropa o utensilios de cocina o bañarse sin ningún tratamiento?

|              |                                    | Fr         | %           |
|--------------|------------------------------------|------------|-------------|
| 1            | Contaminan ríos y quebradas        | 4          | 3.54%       |
| 2            | Contamina el aire                  | 0          | 0.00%       |
| 3            | Contamina el suelo                 | 0          | 0.00%       |
| 4            | Aumentan las moscas y los zancudos | 4          | 3.54%       |
| 5            | Todas las anteriores               | 3          | 2.65%       |
| 6            | 1 y 2                              | 76         | 67.26%      |
| 7            | 1 y 3                              | 2          | 1.77%       |
| 8            | 1 y 4                              | 5          | 4.42%       |
| 9            | 2 y 3                              | 2          | 1.77%       |
| 10           | 2 y 4                              | 10         | 8.85%       |
| 11           | 3 y 4                              | 6          | 5.31%       |
| 12           | 1, 2 y 3                           | 1          | 0.88%       |
| 13           | 1, 2 y 4                           | 0          | 0.00%       |
| 14           | 1, 3 y 4                           | 0          | 0.00%       |
| 15           | 2, 3 y 4                           | 0          | 0.00%       |
| 16           | No tienen conocimiento             | 0          | 0.00%       |
| <b>TOTAL</b> |                                    | <b>113</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Según los resultados generados, el 67.26% (76 viviendas) de la población de la colonia Libertad tiene conocimiento de que las aguas grises contaminan los cuerpos de agua (ríos y quebradas) y el aire. Este resultado es levemente mayor que el resultado en la ciudad de Sesori.

Además, es importante mencionar que en el desarrollo de este trabajo no se pudo realizar las pruebas fisicoquímicas y bacteriológicas al agua residual debido a que al solicitar ayuda a la Región Oriental de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ANDA) no se pudo realizar las pruebas debido a que la institución no posee colectores de aguas grises en el municipio de Sesori, (según lo expresado por el Jefe de la Región Oriental de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados).

### **5.2.4 Esfuerzos de las instituciones.**

La Unidad de Salud de Sesori está involucrada en la disposición de aguas residuales domésticas, por ejemplo, en el año 2014 la Alcaldía de Sesori realizó el proyecto “Mejoramiento de la red de agua potable en la ciudad de Sesori” y la autoridad de salud pública exigió que cada familia que se incorporara a la red de agua potable tenía que realizar una prueba de infiltración, con el objetivo de conocer la permeabilidad del suelo y así determinar qué tipo de sistema de infiltración era el más conveniente para el tratamiento de las aguas grises.

5.3 Excretas.

5.3.1 Tipo de letrina.

En cuanto a la evacuación de excretas, los habitantes poseen básicamente cuatro tipos de letrinas. Entre ellas están: Letrina de Hoyo Seco, Letrina Abonera Seca Familiar, Servicio lavable con descarga a Fosa Séptica, Servicio lavable con descarga a alcantarillado sanitario, pero existe una pequeña parte de las viviendas censadas que defecan a cielo abierto.

En los barrios de la ciudad de Sesorí se generaron los siguientes datos relacionados al tipo de letrina que poseen las viviendas. Ver Tabla siguiente:

**Tabla 59. Diagnóstico: Tipo de letrina en barrios de la ciudad de Sesorí**

24 - ¿Evacuan las excretas en?

|              |  | Fr         | %           |
|--------------|--|------------|-------------|
| 1            | Letrina de hoyo o fosa seca  | 81         | 28.03%      |
| 2            | Letrina Abonera Seca Familiar (LASF)                                       | 0          | 0.00%       |
| 3            | Letrina solar  | 0          | 0.00%       |
| 4            | Servicio lavable con descarga a fosa séptica                               | 174        | 60.21%      |
| 5            | Servicio lavable con descarga a alcantarillado sanitario                   | 5          | 1.73%       |
| 6            | Letrina de hoyo y LASF   | 0          | 0.00%       |
| 7            | Letrina de hoyo y servicio lavable con descarga a fosa séptica             | 27         | 9.34%       |
| 8            | Letrina de hoyo y servicio lavable con descarga a alcantarillado sanitario | 0          | 0.00%       |
| 9            | LASF y servicio lavable con descarga a fosa séptica                        | 0          | 0.00%       |
| 10           | LASF y servicio lavable con descarga a alcantarillado sanitario            | 0          | 0.00%       |
| 11           | A cielo abierto  | 1          | 0.35%       |
| 12           | Ninguno  | 1          | 0.35%       |
| 13           | Letrina y a cielo abierto  | 0          | 0.00%       |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>289</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Grupo de Tesis (2018).

Según lo que se puede observar, el 60.21% (176 viviendas) utiliza servicio lavable con descarga a fosa séptica, un 28.03% utiliza letrina de hoyo, un 9.34% usa letrina de hoyo y servicio lavable con descarga a fosa séptica, un 1.73% usa servicio lavable con descarga a alcantarillado sanitario y un 0.35% a cielo abierto.

En la colonia Libertad la mayoría de las viviendas censadas utilizan la Letrina Abonera Seca Familiar, mientras que la letrina de hoyo y el servicio lavable con descarga a fosa séptica lo utilizan en menor cantidad. En la Tabla siguiente se detalla más a profundidad.

**Tabla 60. Diagnóstico: Tipo de letrina en la colonia Libertad**

24 - ¿Evacuan las excretas en?

|              |  | <b>Fr</b>  | <b>%</b>    |
|--------------|--|------------|-------------|
| 1            | Letrina de hoyo o fosa seca  | 32         | 28.32%      |
| 2            | Letrina Abonera Seca Familiar (LASF)                                       | 50         | 44.25%      |
| 3            | Letrina solar  | 0          | 0.00%       |
| 4            | Servicio lavable con descarga a fosa séptica                               | 22         | 19.47%      |
| 5            | Servicio lavable con descarga a alcantarillado sanitario                   | 0          | 0.00%       |
| 6            | Letrina de hoyo y LASF   | 0          | 0.00%       |
| 7            | Letrina de hoyo y servicio lavable con descarga a fosa séptica             | 3          | 2.65%       |
| 8            | Letrina de hoyo y servicio lavable con descarga a alcantarillado sanitario | 0          | 0.00%       |
| 9            | LASF y servicio lavable con descarga a fosa séptica                        | 4          | 3.54%       |
| 10           | LASF y servicio lavable con descarga a alcantarillado sanitario            | 0          | 0.00%       |
| 11           | A cielo abierto  | 1          | 0.88%       |
| 12           | Ninguno  | 1          | 0.88%       |
| 13           | Letrina y a cielo abierto  | 0          | 0.00%       |
| <b>TOTAL</b> |  | <b>113</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

De acuerdo a los resultados, el 44.25% (50 viviendas) usan letrina abonera para la evacuación de las excretas, un 28.32% (32 viviendas) usa letrina de hoyo, un 19.47% (22 viviendas) usa servicio lavable con descarga a fosa séptica, un 3.54% (4 viviendas) usa letrina abonera con servicio lavable con descarga a fosa séptica, un 2.65% (3 viviendas)



usa letrina de hoyo con servicio lavable con descarga a fosa séptica y un 0.88% (1 vivienda) a cielo abierto.

*Imagen 43. Letrina Abonera*



*Fuente: [https://www.diariodesevilla.es/aquilaprovincia/hace-mejorar-vida-campo\\_0\\_1050195182.html](https://www.diariodesevilla.es/aquilaprovincia/hace-mejorar-vida-campo_0_1050195182.html)*

*Imagen 44. Aparato sanitario de letrina abonera*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**5.3.2 Material absorbente.**

En cuanto al material absorbente para tratar las heces dentro del foso de los diferentes tipos de letrinas están: cal y ceniza. En los barrios de la ciudad de Sesori se puede apreciar que la utilización de material absorbente es poco. Para mayor detalle ver la Tabla siguiente.

**Tabla 61. Diagnóstico: Material absorbente utilizado en los barrios de la ciudad de Sesori**

25 - ¿Utilizan material absorbente para tratar las heces dentro del foso?

|              |                      | Fr         | %           |
|--------------|----------------------|------------|-------------|
| 1            | Cal                  | 5          | 1.73%       |
| 2            | Ceniza               | 16         | 5.54%       |
| 3            | Tierra               | 0          | 0.00%       |
| 4            | Todos los anteriores | 0          | 0.00%       |
| 5            | Cal y ceniza         | 59         | 20.42%      |
| 6            | Cal y tierra         | 0          | 0.00%       |
| 7            | Ceniza y tierra      | 0          | 0.00%       |
| 8            | Ninguno              | 209        | 72.32%      |
| <b>TOTAL</b> |                      | <b>289</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Según lo que se puede apreciar en la tabla anterior, el 72.32% (209 viviendas) no utiliza ningún material absorbente para tratar las excretas, un 20.42% (59 viviendas) utiliza cal y ceniza, un 5.54% (16 viviendas) utiliza ceniza y un 1.73% (5 viviendas) utiliza cal.

Pero, en la colonia Libertad para contrarrestar los malos olores utilizan cal y ceniza en su mayoría. En la Tabla siguiente se puede apreciar mejor los datos.

**Tabla 62. Diagnóstico: Material absorbente utilizado en la colonia Libertad**

25 - ¿Utilizan material absorbente para tratar las heces dentro del foso?

|              |                      | Fr         | %           |
|--------------|----------------------|------------|-------------|
| 1            | Cal                  | 6          | 5.31%       |
| 2            | Ceniza               | 11         | 9.73%       |
| 3            | Tierra               | 0          | 0.00%       |
| 4            | Todos los anteriores | 0          | 0.00%       |
| 5            | Cal y ceniza         | 63         | 55.75%      |
| 6            | Cal y tierra         | 0          | 0.00%       |
| 7            | Ceniza y tierra      | 0          | 0.00%       |
| 8            | Ninguno              | 33         | 29.20%      |
| <b>TOTAL</b> |                      | <b>113</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

El 55.75% (63 viviendas) de la población respondió que utilizan cal y ceniza para el tratamiento de las excretas, el 29.20% (33 viviendas) no utiliza ningún material, el 9.73% (11 viviendas) utiliza ceniza y el 5.31% utiliza cal.

### 5.3.3 Condiciones del Suelo.

El suelo permite que se pueda realizar la excavación para los diferentes tipos de letrinas, a excepción de la colonia Libertad, donde existen algunas zonas donde es difícil excavar a partir de los 80 centímetros de profundidad, debido a la presencia de rocas muy duras (Esta es la opinión del Inspector de Saneamiento de la Unidad de Salud y los propietarios de las viviendas). Ante esta situación los habitantes han optado por construir letrina aboneras, al mismo tiempo que le dan un aprovechamiento a la materia orgánica generada.

### 5.3.4 Esfuerzos de las instituciones.

La Alcaldía Municipal de Sesori a través de la Unidad de Medio Ambiente colabora con las familias de escasos recursos económicos que no pueden construir un servicio sanitario proporcionando los elementos básicos de una letrina de hoyo seco como lo son: la losa (plancha) y el aparato sanitario (tipo taza).

#### 5.4 Residuos sólidos

Para el manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Sesori, la alcaldía municipal presta el servicio de recolección de basura en todo el sector, por medio de dos cuadrillas. Una cuadrilla está encargada de realizar la limpieza de las calles de la ciudad, parque municipal, las áreas donde se desarrolla el comercio local y las zonas de esparcimiento recreativo, etc., mientras que en la colonia Libertad no se realiza esta actividad.

La cuadrilla está conformada por cinco personas y la función encomendada por el encargado de la Unidad de Medio Ambiente de la Alcaldía Municipal de Sesori es, precisamente hacer el aseo de todas las calles en los barrios de la ciudad de Sesori, el aseo de las áreas recreativas y en general del parque municipal, entre otras. (Ver Imagen 45 e Imagen 46).

*Imagen 45. Barrido de calles en los barrios de la ciudad de Sesori.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

*Imagen 46. Recolección de basura en el parque municipal en los barrios de la ciudad de Sesori.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Esta labor la realizan todos los días de la semana; es decir, de lunes a domingo. Para desarrollar esta actividad, la cuadrilla de limpieza utiliza como herramientas de trabajo escobas, rastrillos, y unas carretillas manuales donde van depositando la basura que encuentran (Ver Imagen 47), cuando llenan completamente la carretilla, transportan este material de residuos al contenedor donde se almacena temporalmente; pero hay muchas ocasiones que ya no se puede seguir depositando basura dentro del contenedor por los altos volúmenes ya almacenados, y al intentar introducir nuevo material, el recipiente receptor colapsa, esto ocasiona un ambiente desagradable entorno al mercado municipal que es donde se encuentra ubicado (Ver Imagen 48).

*Imagen 47. Herramientas utilizadas en el trajo de recolección de basura.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

*Imagen 48. Almacenamiento temporal de los residuos sólidos en el contenedor.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Otra cuadrilla trabaja con el tren de aseo; ellos se encargan de la recolección y disposición final de los residuos sólidos municipales; esta la integran cuatro personas:

- ✓ Un motorista
- ✓ Tres operadores

Dos de los operadores se encargan de depositar al camión recolector los residuos sólidos; en su mayoría los habitantes sacan basura generada en sus viviendas a la orillas de las calles, y en los sitios donde el camión no tiene acceso los operarios se desplazan a pie para retirar los residuos de esas zonas.

Un operador va dentro del contenedor del camión recibiendo y acomodando los residuos que le alcanzan sus dos compañeros de trabajo (Ver Imagen 51 e Imagen 52).

En la colonia Libertad son muy pocas las viviendas que reciben este servicio, estas son, las que se encuentran ubicadas en la carretera principal, el recorrido con la ruta de recolección se realiza solamente en los barrios de la ciudad de Sesorí (Ver Imagen 49) donde se efectúa el desalojo de los residuos almacenados temporalmente en el contenedor ubicado en el mercado municipal (Ver Imagen 50).

Los residuos sólidos que la alcaldía municipal permite depositar en el tren de aseo son materia orgánica y materiales no peligrosos, así lo manifestó el responsable de la Unidad de Medio Ambiente de Sesorí.

*Imagen 49. Recolección de basura por la cuadrilla del tren de aseo en los barrios de la ciudad de Sesori.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

*Imagen 50. Desalojo de basura del contenedor ubicado en el mercado municipal de la ciudad de Sesori.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*



*Imagen 51. Operario dentro del contenedor en el tren de aseo recibiendo los residuos sólidos.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

*Imagen 52. Desalojo de basura contenida temporalmente en recipientes.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Para realizar la actividad de recolección de la basura, la cuadrilla dispone de un camión que ha sido destinado por la Alcaldía Municipal de Sesori para realizar específicamente el transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos; este es operado por un trabajador (motorista), quien se encarga de efectuar las actividades de transporte y disposición final de los residuos sólidos.

### 5.4.1 Sistema de recolección de residuos sólidos en los barrios la ciudad de Sesori.

En el censo realizado para este estudio se obtuvieron los porcentajes de la cobertura de recolección de los residuos sólidos por el tren de aseo, la cual se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 63. Diagnóstico: Cobertura del servicio del tren de aseo en los barrios de la ciudad de Sesori.**

| Porcentaje de viviendas que reciben el servicio del tren de aseo (%). | Porcentaje de viviendas que no reciben el servicio del tren de aseo (%). | Porcentaje de viviendas que no hacen uso del servicio tren de aseo (%). |
|---|--|---|
| 96.19   | 3.46   | 0.35  |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*

De los datos anteriores se puede observar que el sistema de recolección tiene una cobertura casi completa en los barrios de la ciudad de Sesori, excepto en ciertas viviendas que se encuentran ubicadas fuera de la ruta de recolección programada.

**5.4.1.1 Análisis de la ruta de recolección actual en los barrios de la ciudad de Sesorí.**

Se realiza la recolección de residuos sólidos con una ruta que tiene varios años de ser utilizada, pero que, presenta ciertas deficiencias, como lo son:

- ✓ Muchos giros en U
- ✓ Giros a la izquierda
- ✓ Traslapes en la ruta
- ✓ Distancias largas donde no se recolecta basura, entre otras.

Para conocer mejor esta problemática se realizó un seguimiento de la ruta que normalmente realiza el conductor del camión recolector de residuos sólidos, se utilizó un GPS para seguir el recorrido, conocer el tiempo transcurrido, giros a la derecha, giros a la izquierda y los giros en U. (Ver plano en Anexo 8)

**Tabla 64. Tabla de datos de ruta actual del tren de aseo.**

| <b>NOMBRE</b>                     | <b>ESTADO</b>   | <b>DISTANCIA<br/>APRÓX. (m)</b> | <b>TIEMPO<br/>TRANSCURRIDO<br/>(EN hh:mm:ss)</b> | <b>TIEMPO EN<br/>MOVIMIENTO<br/>(EN hh:mm:ss)</b> | <b>TIEMPO<br/>DETENIDO<br/>(EN<br/>hh:mm:ss)</b> |
|-----------------------------------|-----------------|---------------------------------|--|---|--|
| TRAMO 1                           | ESTIMADA        | 227                             | 00:07:02   | 00:03:04  | 00:03:58   |
| TRAMO 2                           | ESTIMADA        | 27                              | 00:01:39   | 00:01:04  | 00:00:35   |
| TRAMO 3                           | NO PRODUCTIVA   | 29                              | 00:00:40   | 00:00:22  | 00:00:18   |
| TRAMO 4                           | ESTIMADA        | 252                             | 00:06:24   | 00:04:48  | 00:01:36   |
| TRAMO 5                           | ESTIMADA        | 188                             | 00:27:04   | 00:03:55  | 00:23:09   |
| TRAMO 6                           | ESTIMADA        | 93                              | 00:01:47   | 00:01:05  | 00:00:42   |
| TRAMO 7                           | NO PRODUCTIVA   | 59                              | 00:00:54   | 00:00:54  | 00:00:00   |
| TRAMO 8                           | ESTIMADA        | 649                             | 00:10:47   | 00:08:06  | 00:02:41   |
| TRAMO 9                           | NO PRODUCTIVA   | 95                              | 00:02:17   | 00:01:20  | 00:00:57   |
| TRAMO 10                          | NO PRODUCTIVA   | 202                             | 00:01:50   | 00:01:50  | 00:00:00   |
| TRAMO 11                          | ESTIMADA        | 51                              | 00:00:33   | 00:00:33  | 00:00:00   |
| TRAMO 12                          | ESTIMADA        | 1247                            | 00:45:30   | 00:09:59  | 00:35:31   |
| TRAMO 13                          | NO PRODUCTIVA   | 1094                            | 00:03:02   | 00:03:02  | 00:00:00   |
| TRAMO 14                          | ESTIMADA        | 262                             | 00:03:14   | 00:02:50  | 00:00:24   |
| TRAMO 15                          | NO PRODUCTIVA   | 214                             | 00:01:19   | 00:01:19  | 00:00:00   |
| TRAMO 16                          | ESTIMADA        | 224                             | 00:04:20   | 00:03:17  | 00:01:03   |
| TRAMO 17                          | ESTIMADA        | 330                             | 00:05:43   | 00:04:09  | 00:01:34   |
| TRAMO 18                          | NO PRODUCTIVA   | 133                             | 00:01:36   | 00:01:21  | 00:00:15   |
| TRAMO 19                          | ESTIMADA        | 52                              | 00:01:54   | 00:00:46  | 00:01:08   |
| TRAMO 20                          | ESTIMADA        | 149                             | 00:06:14   | 00:01:52  | 00:04:22   |
| TRAMO 21                          | ESTIMADA        | 48                              | 00:02:28   | 00:00:21  | 00:02:07   |
| TRAMO 22                          | NO PRODUCTIVA   | 105                             | 00:02:25   | 00:00:38  | 00:01:47   |
| TRAMO 23                          | ESTIMADA        | 44                              | 00:00:32   | 00:00:16  | 00:00:16   |
| TRAMO 24                          | ESTIMADA        | 152                             | 00:06:49   | 00:01:33  | 00:05:16   |
| TRAMO 25                          | ESTIMADA        | 38                              | 00:01:07   | 00:00:38  | 00:00:29   |
| TRAMO 26                          | ESTIMADA        | 50                              | 00:01:33   | 00:00:50  | 00:00:43   |
| TRAMO 27                          | ESTIMADA        | 305                             | 00:08:26   | 00:03:35  | 00:04:51   |
| TRAMO 28                          | ESTIMADA        | 269                             | 00:06:21   | 00:02:57  | 00:03:24   |
| TRAMO 29                          | ESTIMADA        | 76                              | 00:01:44   | 00:01:27  | 00:00:17   |
| TRAMO 30                          | NO PRODUCTIVA   | 73                              | 00:03:17   | 00:01:29  | 00:01:48   |
| TRAMO 31                          | ESTIMADA        | 228                             | 00:06:08   | 00:02:50  | 00:03:18   |
| TRAMO 32                          | NO PRODUCTIVA   | 216                             | 00:01:53   | 00:01:53  | 00:00:00   |
| TRAMO 33                          | ESTIMADA        | 55                              | 00:01:18   | 00:00:32  | 00:00:46   |
| TRAMO 34                          | ESTIMADA        | 249                             | 00:06:48   | 00:04:55  | 00:01:53   |
| TRAMO 35                          | NO PRODUCTIVA   | 31                              | 00:00:14   | 00:00:14  | 00:00:00   |
| TRAMO 36                          | ESTIMADA        | 370                             | 00:21:34   | 00:07:00  | 00:14:34   |
| TRAMO 37                          | ESTIMADA        | 317                             | 00:16:43   | 00:11:43  | 00:05:00   |
| <b>TIEMPO NO<br/>PRODUCTIVO =</b> | <b>00:19:27</b> | <b>8203</b>                     | <b>03:43:09</b>                                  | <b>01:38:27</b>                                   | <b>02:04:42</b>                                  |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*

**5.4.2 Sistema de recolección de residuos sólidos en la colonia Libertad.**

De acuerdo a los resultados del censo, en la colonia Libertad se obtuvieron los siguientes datos en la cobertura de recolección de basura por el tren de aseo, como se muestra en la tabla:

**Tabla 65. Diagnóstico: Cobertura del servicio del tren de aseo en la colonia Libertad.**

| Porcentaje de viviendas que reciben el servicio del tren de aseo (%). | Porcentaje de viviendas que no reciben el servicio del tren de aseo (%). | Porcentaje de viviendas que no hacen uso del servicio tren de aseo (%). |
|---|--|---|
| 10.62   | 89.38  | -   |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*

Se encontró que en la colonia Libertad la gran mayoría no recibe el servicio de tren de aseo pues la municipalidad brinda el servicio en los cuatro barrios de la ciudad, la comuna ha excluido el servicio en la colonia Libertad debido a que la mayoría de los habitantes no están dispuestos a cancelar el impuesto por el servicio del tren de aseo según lo manifiesta el responsable de la Unidad de Medio Ambiente de la Alcaldía Municipal de Sesori.

El 39.82% de las viviendas censadas están de acuerdo a pagar el impuesto.

**Valoración del servicio del tren de aseo por parte de los habitantes de las viviendas participantes de los barrios en la ciudad de Sesori.**

Se sometió a la valoración de los habitantes en los barrios de la ciudad de Sesori la eficiencia del servicio que presta el tren de aseo en la recolección de residuos sólidos.

*Tabla 66. Diagnóstico: Valoración del servicio del tren de aseo en los barrios de la ciudad de Sesori.*

| <b>Valoración</b>                  | <b>Frecuencia<br/>(Fr)</b> | <b>Porcentaje de viviendas<br/>(%).</b> |
|------------------------------------|----------------------------|---|
| Bueno                              | 271                        | 93.77%                                  |
| Malo                               | 7                          | 2.42%                                   |
| No pasa el tren de aseo            | 10                         | 3.46%                                   |
| No la depositan en el tren de aseo | 1                          | 0.35%                                   |
| <b>Total</b>                       | <b>289</b>                 | <b>100%</b>                             |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Los resultados obtenidos de la opinión de las personas, el 93.77% (271 viviendas) considera que el servicio en la recolección de basura es bueno, mientras que el 3.46% (10 viviendas) mencionó que el tren de aseo no pasa cerca de sus viviendas y solamente el 0.35% (1 vivienda) no deposita los residuos en el camión de recolección de basura.

**Valoración del servicio del tren de aseo por parte de los habitantes de las viviendas participantes en la colonia Libertad.**

En la colonia Libertad el panorama es totalmente diferente en este sentido, más sin embargo se sometió a valoración la eficiencia del servicio que presta el tren de aseo en la recolección de residuos sólidos, solamente a los habitantes que reciben el beneficio.

**Tabla 67. Diagnóstico: Valoración del servicio del tren de aseo en la colonia Libertad.**

| <b>Valoración</b>       | <b>Frecuencia (Fr)</b> | <b>Porcentaje de viviendas (%).</b> |
|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Bueno                   | 10                     | 8.85%                               |
| Malo                    | 2                      | 1.77%                               |
| No pasa el tren de aseo | 101                    | 89.38%                              |
| <b>Total</b>            | <b>113</b>             | <b>100%</b>                         |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Según la información recopilada en la colonia Libertad 8.85% (10 viviendas) que reciben el servicio de recolección de basura lo considera como bueno, por otro lado, el 1.77% (2 viviendas) reveló que es un brindan un mal servicio; finalmente la mayoría de las viviendas en la colonia Libertad no recibe el servicio de recolección de residuos sólidos como se logra apreciar en la tabla anterior.

**Identificación del tipo de basura que se genera en las viviendas en los barrios de la ciudad de Sesori.**

La información obtenida de las viviendas participantes en cuanto a los tipos de basura que generan, generó los siguientes datos:

*Tabla 68. Diagnóstico: Tipo de basura generada en los barrios de la ciudad de Sesori.*

| <b>Tipo de basura que generan en las viviendas.</b> | <b>Frecuencia (Fr)</b> | <b>Porcentaje de viviendas (%).</b> |
|---|------------------------|-------------------------------------|
| Orgánica  | 8                      | 2.77 %                              |
| Inorgánica  | 11                     | 3.81%                               |
| Ambas (Orgánica e Inorgánica)                       | 268                    | 92.73%                              |
| Ninguna   | 2                      | 0.69%                               |
| <b>Total</b>  | <b>289</b>             | <b>100%</b>                         |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Como se puede observar de la tabla anterior, el mayor porcentaje de las viviendas produce residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.



**Identificación del tipo de basura que se genera en las viviendas en la colonia Libertad.**

En la colonia Libertad se recopiló la siguiente información con respecto al tipo de residuos generados por las viviendas participantes tal como lo muestra la siguiente tabla.

*Tabla 69. Diagnóstico: Tipo de basura generada en la colonia Libertad.*

| <b>Tipo de basura que generan en las viviendas.</b> | <b>Frecuencia (Fr)</b> | <b>Porcentaje de viviendas (%).</b> |
|---|------------------------|-------------------------------------|
| Orgánica  | 2                      | 1.77 %                              |
| Inorgánica  | 0                      | 0.00%                               |
| Ambas (Orgánica e Inorgánica)                       | 111                    | 98.23%                              |
| Ninguna   | 0                      | 0.00%                               |
| <b>Total</b>  | <b>113</b>             | <b>100%</b>                         |

*Fuente. Elaboración propia.*

El resultado encontrado reveló que 98.23% (111 viviendas) generan residuos orgánicos e inorgánicos, como se observa en la tabla anterior.

**Identificación del manejo de los residuos sólidos orgánicos en los barrios de la ciudad de Sesori.**

Para el manejo de los residuos sólidos orgánicos, se encontró en las viviendas censadas la forma en que dispone los residuos, como se muestra a continuación:

**Tabla 70. Diagnóstico: Forma de disposición de residuos orgánicos en los barrios de la ciudad de Sesori.**

| <b>Formas de disposición o eliminación de residuos orgánicos.</b> | <b>Frecuencia (Fr)</b> | <b>Porcentaje de viviendas (%).</b> |
|---|------------------------|-------------------------------------|
| Se la depositan a las plantas                                     | 0                      | 0.00%                               |
| Las utilizan para alimentar a las aves de corral                  | 6                      | 2.06%                               |
| Las depositan en el tren de aseo.                                 | 174                    | 60.21%                              |
| 1, 2 y 3  | 38                     | 13.15%                              |
| 2 y 3   | 45                     | 15.57%                              |
| 1 y 3   | 4                      | 1.38%                               |
| 1 y 2   | 18                     | 6.23%                               |
| Ninguno   | 4                      | 1.38%                               |
| <b>Total</b>  | <b>289</b>             | <b>100%</b>                         |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

En el resultado obtenido del análisis, se puede observar de la tabla anterior que el 60.21% (174 viviendas) depositan la basura en el tren de aseo, solamente el 6.23% (18 viviendas) utiliza dos formas para su eliminación (La depositan en plantas y la utilizan para alimentar a los animales de corral).

**Identificación del manejo de los residuos sólidos orgánicos en la colonia Libertad.**

El manejo de los residuos sólidos orgánicos, se obtuvo en las viviendas censadas la forma en que dispone los residuos, como se muestra a continuación:

**Tabla 71. Diagnóstico: Forma de disposición de residuos orgánicos en la colonia Libertad.**

| <b>Formas de disposición o eliminación de residuos orgánicos.</b> | <b>Frecuencia (Fr)</b> | <b>Porcentaje de viviendas (%).</b> |
|---|------------------------|-------------------------------------|
| Se la depositan a las plantas                                     | 1                      | 0.88%                               |
| Las utilizan para alimentar a los animales de corral.             | 18                     | 15.93%                              |
| Las depositan en el tren de aseo.                                 | 6                      | 5.31%                               |
| 1 y 2   | 61                     | 53.98%                              |
| 1, 2 y 3  | 2                      | 1.77%                               |
| 1 y 3   | 1                      | 0.88%                               |
| 2 y 3   | 1                      | 0.88%                               |
| Ninguno   | 23                     | 20.35%                              |
| <b>Total</b>  | <b>113</b>             | <b>100%</b>                         |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

De los resultados que se muestran en la tabla, se puede ver que el 53.98% (61 viviendas) analizadas utiliza dos formas de aprovechamiento de los residuos orgánicos (los depositan en plantas y alimentan a los animales de corral), únicamente el 5.31% (6 viviendas) depositan la materia orgánica en el tren de aseo.

**Identificación del manejo de los residuos sólidos inorgánicos en los barrios de la ciudad de Sesori.**

En cuanto al manejo de los residuos inorgánicos, se obtuvo en las viviendas censadas la forma en que dispone los residuos, como se muestra a continuación:

**Tabla 72. Diagnóstico: Forma de disposición de residuos inorgánicos en la ciudad de Sesori.**

| <b>Formas de disposición o eliminación de residuos inorgánicos.</b> | <b>Frecuencia (Fr)</b> | <b>Porcentaje de viviendas (%).</b> |
|---|------------------------|-------------------------------------|
| 1) La recicla   | 1                      | 0.35%                               |
| 2) La quema   | 6                      | 2.08%                               |
| 3) La deposita en el tren de aseo.                                  | 152                    | 52.60%                              |
| 4) Todas las anteriores   | 30                     | 10.38%                              |
| 1 y 2   | 4                      | 10.38%                              |
| 1 y 3   | 45                     | 15.57%                              |
| 2 y 3   | 45                     | 15.57%                              |
| Ninguno   | 6                      | 2.08%                               |
| <b>Total</b>  | <b>289</b>             | <b>100%</b>                         |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Como se puede observar en la tabla anterior, el 52.60% (152 viviendas) deposita los residuos inorgánicos en el tren de aseo, mientras que solo el 10.38% utiliza dos formas para deshacerse de la basura (recicla y quema).

**Identificación del manejo de los residuos sólidos inorgánicos en la colonia Libertad.**

El manejo de los residuos inorgánicos, se obtuvo en las viviendas censadas la forma en que dispone los residuos, como se muestra a continuación:

**Tabla 73. Diagnóstico: Forma de disposición de residuos inorgánicos en la colonia Libertad.**

| <b>Formas de disposición o eliminación de residuos inorgánicos.</b> | <b>Frecuencia (Fr)</b> | <b>Porcentaje de viviendas (%).</b> |
|---|------------------------|-------------------------------------|
| La recicla  | 5                      | 4.42%                               |
| La quema  | 41                     | 36.28%                              |
| La deposita en el tren de aseo.                                     | 5                      | 4.42%                               |
| 1 y 2   | 53                     | 46.90%                              |
| 1 y 3   | 3                      | 2.65%                               |
| 2 y 3   | 4                      | 3.54%                               |
| Ninguno   | 2                      | 1.77%                               |
| <b>Total</b>  | <b>113</b>             | <b>100%</b>                         |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Los resultados obtenidos del análisis, se encontró que el 46.90% (53 viviendas) utilizan dos formas para la eliminación de los materiales inorgánicos (la queman y reciclan), solamente el 4.42% (5 viviendas) la deposita en el tren de aseo.

El personal de limpieza, trabaja en condiciones deplorables e insalubres, debido a que no utilizan el equipo necesario para desarrollar su trabajo en un ambiente de seguridad idóneo; corriendo el riesgo de sufrir lesiones físicas por manipular diferentes tipos de residuos (Ver Imagen 53); el no contar con estos implementos, los trabajadores de limpieza están expuestos a adquirir cualquier tipo de enfermedades bacteriológicas y respiratorias.

*Imagen 53. Personal de limpieza laborando sin implementos de protección.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*

De acuerdo con el Código de Trabajo, en el apartado del trabajo de las mujeres y de los menores (Capítulo 5), considera el trabajo de recolección de residuos sólidos como una actividad insalubre y peligrosa dependiendo de las condiciones en que se realizan o por su naturaleza, puede causar daño a la salud de los trabajadores. (Art. 106 y art. 108).

Por otro lado, todo el personal de limpieza y recolección de residuos sólidos están propensos a sufrir un percance automovilístico cuando realizan debido a que no utilizan constantemente su uniforme institucional que los identifique como tal. (Ver Imagen 54).

***Imagen 54. Personal de limpieza y recolección sin uniforme de identificación institucional.***



***Fuente: Grupo de Tesis (2018).***

### 5.4.3 Caracterización física cualitativa y cuantitativa

Para el desarrollo de la caracterización de los residuos sólidos en la ciudad de Sesori se utilizaron los siguientes equipos y herramientas (Ver Cuadro No 8).

**Cuadro No 8. Diagnóstico: Equipo y herramientas utilizadas para la caracterización de residuos sólidos.**

| <b>Equipo</b>          | <b>Herramientas</b>   |
|------------------------|-----------------------|
| Una cámara fotográfica | Pala                  |
| Balanza de 100 Kg      | Bolsas plásticas      |
| Guantes                | Barril de 55 galones. |
| Mascarillas            | -                     |

### **Análisis de la generación de residuos sólidos urbanos en los barrios de la ciudad de Sesori.**

Para el desarrollo de este análisis, se procedió a seleccionar una cantidad representativa de residuos recolectados por el tren de aseo en cada uno de los dos días correspondientes a la recolección durante una semana.

La cantidad de residuos sólidos generados en promedio en los últimos 7 meses es de 42 toneladas mensuales, según datos proporcionados por el encargado de Tesorería de la Alcaldía Municipal de Sesori, teniendo el camión una capacidad de almacenaje de 8 ton.

Para la eliminación y disposición final de los residuos sólidos se hace uso del relleno sanitario administrado por la Sociedad Intermunicipal Usuluteca (SOCINUS, S.E.M. de C.V), ubicado en cantón El Obrajuelo, municipio de Usulután, en el cual son depositados regularmente dos veces por semana donde se les da el tratamiento sanitario.



### Método de cuarteo

Luego de haber realizado la descarga de residuos sólidos, se procedió al cuarteo, aplicando la Norma mexicana NMX-AA015-1985.

Este método consiste básicamente en la preparación de las muestras para las restantes determinaciones a realizarse. Para esto la norma recomienda la utilización de un sitio asignado, con ventilación adecuada y piso con revestimiento, para evitar la contaminación de la muestra.

El proceso se describe a continuación: a la llegada del camión recolector entre 9:30 y 10:30 a.m., se seleccionó aleatoriamente una muestra y se descargó la mezcla de residuos en la zona asignada. (Ver Imagen 55). Con la ayuda de pala manual se realizó el cuarteo como se muestra en la Imagen 56.

*Imagen 55. Descarga de los residuos sólidos.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

*Imagen 56. Cuarteo manual.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Luego de haber realizado el cuarteo, se procedió a depositar en bolsas plásticas los residuos descartado del cuarteo. (Ver Imagen 57 e Imagen 58)

*Imagen 57. Depositando en bolsas plásticas los residuos descartados del cuarteo.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

*Imagen 58. Total de residuos descartado del cuarteo.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

### **Método para la caracterización de los residuos sólidos.**

#### **Guía Técnica Colombiana (GTC 24) (20-05-2009 Tercera actualización)**

Después de revisar leyes, reglamentos relacionados con la temática de clasificación de residuos sólidos se limitan en general a los infecciosos y peligrosos. Por esta razón se utilizó esta guía para determinar la clasificación de residuos en el municipio de Sesori.

Esta guía brinda las pautas para realizar la separación de los materiales que constituyen los residuos no peligrosos en las diferentes fuentes de generación: doméstica, industrial, comercial, institucional y de servicio.

### Cuantificación y clasificación de subproductos

Después de haber finalizado la etapa del cuarteo, se realizó la caracterización física de residuos sólidos, utilizando como referencia la Guía Técnica Colombiana GTC 24 (Ver Anexo 4. 2). Se procedió a realizar una clasificación manual de los subproductos o materiales presentes en la basura, la lista de clasificación de materiales, como se muestra en la siguiente imagen.

*Imagen 59. Clasificación manual de materiales*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

### Método para calcular la densidad de los residuos sólidos. (ISDEM Junio 2001)

1. Usar un recipiente de volumen conocido. (Puede ser un barril de 55 galones)
2. Pesar el recipiente vacío.
3. Se llena el recipiente con basura, pero se tiene que ir sacudiendo para lograr asentar la basura y no queden espacios vacíos (no se debe presionar).
4. Pesar el recipiente lleno con basura.
5. La diferencia entre el peso del recipiente con basura y vacío obtendremos el peso de la basura.
6. La densidad será igual al peso entre el volumen.

Ecuación. Densidad de los residuos sólidos.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{densidad de los residuos}}{\text{Volumen del recipiente}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Una vez separado los materiales, se procedió a pesar el barril de plástico vacío en una báscula de 100 kg de capacidad, registrando este dato en la libreta de campo, luego se pesaron los materiales obtenidos de la clasificación. (Ver Imagen 60).

*Imagen 60. Pesado de los materiales clasificados.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

Gracias a la utilización de la Guía Técnica Colombiana (GTC-24) se determinó la composición física de los residuos sólidos no peligrosos generados en los barrios de la ciudad de Sesorí, siendo la materia orgánica el componente que se genera en mayor porcentaje de los materiales obtenidos en la clasificación, como se muestran en la Tabla 74.

**Tabla 74. Diagnóstico: Composición de los residuos sólidos encontrados en la clasificación en la ciudad de Sesori.**

| Elementos  | Total (kg)     | Porcentaje (%) |
|--|----------------|----------------|
| Cartón y papel (hojas, plegadiza, periódico, carpetas).  | 119.04         | 9.15%          |
| Vidrio (Botellas, recipientes).  | 15.31          | 1.18%          |
| Plásticos (bolsas, garrafas, envases, tapas)   | 168.92         | 12.98%         |
| Residuos metálicos (chatarra, tapas, envases)  | 9.88           | 0.76%          |
| Textiles (ropa, limpiones, trapos)   | 36.55          | 2.81%          |
| Madera (aserrín, palos, cajas, guacales, estibas)  | 9.88           | 0.76%          |
| Cuero (Ropa, accesorios)   | 0              | 0.00%          |
| Empaques compuestos (cajas de leche, cajas jugo, cajas de licores, vasos y contenedores desechables)             | 54.34          | 4.18%          |
| Papel tissue (papel higiénico, paños húmedos, pañales, toallas de mano, toallas sanitarias, protectores diarios) | 65.69          | 5.05%          |
| Papeles encerados, plastificados, metalizados  | 0              | 0.00%          |
| Cerámicas  | 0              | 0.00%          |
| Vidrio plano   | 3.95           | 0.30%          |
| Huesos   | 0.98           | 0.08%          |
| Material de barrido  | 22.23          | 1.71%          |
| Materiales de empaque  | 0              | 0.00%          |
| Colillas de cigarrillo   | 0              | 0.00%          |
| Materiales de empaque y embalajes sucios   | 0              | 0.00%          |
| Residuos de comida   | 701.97         | 53.94%         |
| Corte y poda de materiales vegetales   | 63.46          | 4.88%          |
| Hojarasca  | 29.29          | 2.25%          |
|  | <b>1301.49</b> | <b>100.00%</b> |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Llenado del barril plástico con residuos sólidos**

Posteriormente a la clasificación de los residuos, se llenó el barril plástico para obtener su peso; este dato se anotó en la libreta de campo. El total de barriles llenos, junto a los pesos obtenidos en los dos días en que se realizó la clasificación se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 75. Diagnóstico: Peso de desechos sólidos por día de muestro (kg).**

| <b>Días</b><br><b># Barril</b> | <b>1</b> | <b>2</b> |
|--------------------------------|----------|----------|
| <b>1</b>                       | 16.33    | 13.61    |
| <b>2</b>                       | 14.52    | 17.24    |
| <b>3</b>                       | 18.14    | 21.77    |
| <b>4</b>                       | 22.68    | 23.13    |
| <b>5</b>                       | 10.89    | 14.52    |
| <b>6</b>                       | 7.26     | 16.78    |
| <b>7</b>                       | 32.66    | 10.89    |
| <b>8</b>                       | 15.42    | 9.07     |
| <b>9</b>                       | 19.05    | 13.15    |
| <b>10</b>                      | 29.03    | 12.7     |
| <b>11</b>                      | 21.77    | 12.7     |
| <b>12</b>                      | 102.97   | 21.77    |
| <b>13</b>                      | 86.64    | 14.52    |
| <b>14</b>                      | 101.15   | 22.68    |
| <b>15</b>                      | 107.05   | 29.48    |
| <b>16</b>                      | 106.6    | 50.8     |
| <b>17</b>                      | -        | 20.41    |
| <b>18</b>                      | -        | 107.5    |
| <b>19</b>                      | -        | 97.98    |
| <b>20</b>                      | -        | 120.66   |
| <b>21</b>                      | -        | 17.24    |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

**Análisis de los valores de densidad de los residuos sólidos.**

En la Tabla 76 se presentan los resultados de las densidades obtenidas de los diferentes barriles llenos de residuos sólidos de los dos días de muestreo. Esta densidad es la relación entre el peso de los residuos sólidos y el volumen del barril. De acuerdo con esto, se obtuvo una densidad máxima de 155.05 kg/m<sup>3</sup>, la densidad mínima es de 149.41 kg/m<sup>3</sup>.

La densidad no compactada de los residuos sólidos en los barrios de la ciudad de Sesori servirá como referencia para proveer de un nuevo centro de acopio, que ayude a mejorar el sistema de almacenamiento temporal y dar un manejo más integral de los residuos sólidos, dada la alta generación que se encontró en el lugar.

**Tabla 76. Diagnóstico: Resultados de densidades de los residuos sólidos por día de muestreo.**

| Día  | 1     | 2     |
|--|-------|-------|
| Peso total por c/día (kg)                                    |       |       |
| Volumen de residuos sólidos por recipiente (m <sup>3</sup> ) | 597.6 | 814   |
| Barril 1   | 0.208 | 0.208 |
| Barril 2   | 0.208 | 0.208 |
| Barril 3   | 0.208 | 0.208 |
| Barril 4   | 0.208 | 0.208 |
| Barril 5   | 0.208 | 0.208 |
| Barril 6   | 0.208 | 0.208 |
| Barril 7   | 0.208 | 0.208 |
| Barril 8   | 0.208 | 0.208 |
| Barril 9   | 0.208 | 0.208 |
| Barril 10  | 0.208 | 0.208 |
| Barril 11  | 0.208 | 0.208 |
| Barril 12  | 0.208 | 0.208 |
| Barril 13  | 0.208 | 0.208 |
| Barril 14  | 0.208 | 0.208 |
| Barril 15  | 0.208 | 0.208 |
| Barril 16  | 0.208 | 0.208 |
| Barril 17  |       | 0.208 |
| Barril 18  |       | 0.208 |
| Barril 19  |       | 0.208 |
| Barril 20  |       | 0.208 |
| Barril 21  |       | 0.208 |
| Volumen total día (m <sup>3</sup> )                          | 3.331 | 4.372 |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*



## Capítulo VI. Propuestas de solución

Este capítulo contiene las propuestas de solución referente a cada tema abordado en el estudio, detallando cada una de ellas a través de una descripción general y desglosando de una manera más específica en anexos un contenido de: cartilla de uso y mantenimiento, procesos constructivos y presupuesto.

### 6.1 Agua potable

**Tratamiento intra domiciliario del agua:** Las viviendas tanto en los barrios de la ciudad de Sesori como de la colonia Libertad que adquieren agua sin un previo tratamiento de purificación, pueden implementar uno o varios de los siguientes procesos para mejorar la calidad del agua, e incluso las viviendas que cuentan con sistema de agua potable requieren prevenirse, porque no basta que el agua sea desinfectada y clorada en los sistemas de abastecimiento. Los procesos más utilizados son:

*Cuadro No 9. Diagnóstico: Tratamientos para purificación de agua para consumo.*

| Para remoción de: | Tratamiento        | Tecnología      |
|-------------------|--------------------|-----------------|
| Turbiedad         | Filtración         | Filtro de arena |
| Desinfección      | Solar              | Solar de agua   |
|                   | Calor              | Ebullición      |
|                   | Productos químicos | Cloración       |

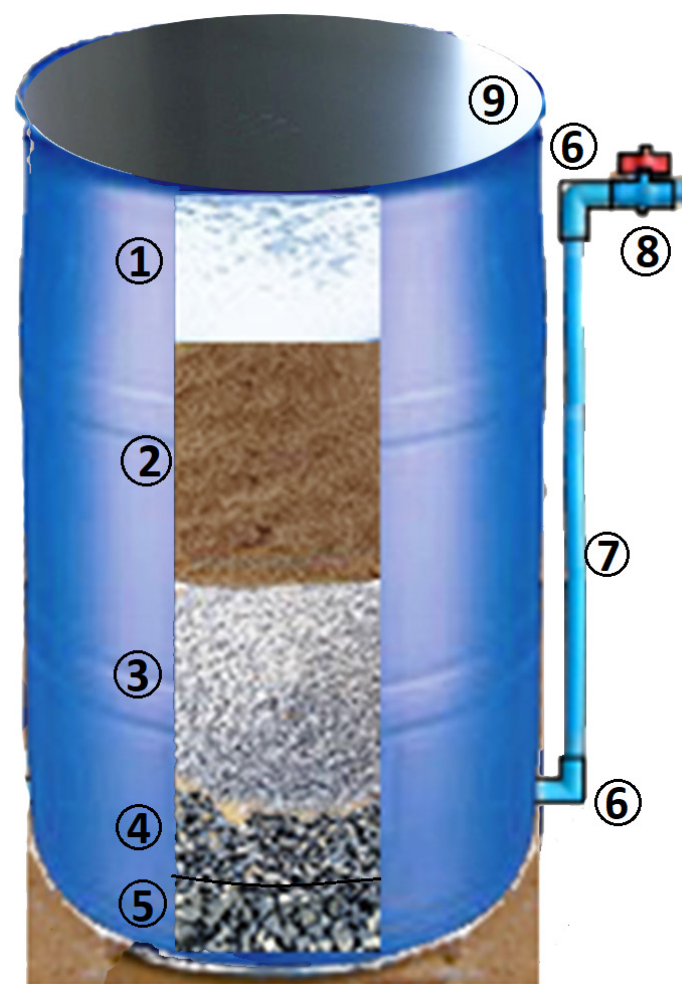
*Fuente: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=4027>*

**6.1.1 Filtro lento de arena:**

Este proceso físico asegura la remoción de sólidos presentes en el agua a tratarse así como parásitos y algunos microorganismos patógenos, aunque no asegura una remoción al 100% la eficiencia de este método alcanza niveles superiores al 90% de efectividad en la remoción de bacterias patógenas.

Este principio para el tratamiento de aguas, ha sido adaptado para dar soluciones a pequeña escala y de uso unifamiliar, aquellas aguas que tengan un aspecto turbio, podrán ser pasadas por materiales filtrantes y lograr mediante ese proceso mejores condiciones. En estos filtros, se desarrollan bacterias colaboradoras útiles para la eliminación de parásitos causantes de enfermedades que podrían tener las aguas turbias a filtrar.

*Imagen 61. Filtro lento de arena*



**DESCRIPCION GENERAL DEL FILTRO LENTO DE ARENA**

Está constituido por varias capas de grava y arena en una columna a través de la cual pasa lentamente el agua y se recoge al final de la tubería.

OBJETIVO: eliminar la turbidez del agua (no es capaz de purificar el agua por completo)

VOLUMEN DEL BARRIL: 200 litros (55 galones)

MATERIAL DEL BARRIL: plásticos o metálicos

CAPACIDAD PARA FILTRAR: 150 litros de agua por cada vez que se llene

CAPACIDAD PARA ABASTECER: 18 personas

ELEMENTOS:

- 1) Agua sin tratar
- 2) Arena fina
- 3) Arena gruesa
- 4) Gravilla (chispa)
- 5) Grava #1
- 6) Codo de 1/2"
- 7) Tubo de 1/2"
- 8) Válvula de cierre
- 9) Tapadera de aluminio liso.

**PRECIO: \$48.16.** Para ver más detalles de medidas, proceso constructivo y presupuesto (Ver Anexo 9).

**PARÁMETROS DE LOS MATERIALES**

ARENA: debe estar limpia y exenta de arcilla, polvo, raíces y otras impurezas, tener un diámetro que oscile entre 0.15 y 0.35 milímetros.

GRAVA: tendrá diámetros de 1 cm a 3 cm distribuida en un gradiente en función de mayor a menor tamaño partiendo desde el fondo.

En la parte superior de la capa de arena fina se coloca una placa difusora, la cual funcionara como protectora de la superficie granular.

Una capa biológica (biocapa) de limo, sedimentos y microorganismos, se desarrolla en la superficie de la arena, los patógenos y materiales suspendidos son removidos mediante varios procesos físicos y biológicos que suceden en la biocapa y en la arena.

Cuando la cantidad de agua filtrada disminuya, es señal que el filtro se debe limpiar, sacando arena en la capa superior y lavarla o cambiarla (3 a 5 cm.). Las capas del filtro nunca deberán tener menos de 60 cm. de altura.

Fuente: adaptado de Metodologías y Tecnologías Apropriadas en Proyectos de Saneamiento Básico Rural, <http://www.eng.warwick.ac.uk/DTU/rwh/index.html>.

**6.1.1.1 Cartilla de uso y mantenimiento de filtro de arena lento.**

**Características principales**

- ✓ Este filtro de arena funciona de forma bastante simple, sólo adicionamos agua por la abertura del recipiente y dejamos que la gravedad haga su trabajo y filtre el agua.
- ✓ Estos filtros se fabrican a nivel casero en recipientes de plástico (barriles), de plástico o metálicos.
- ✓ Para que un filtro nuevo pueda eliminar bacterias y virus deberá ponerse a funcionar (de 2 a 3 semanas) antes de que esta cualidad se desarrolle.
- ✓ El filtro no debe usarse como recipiente para el almacenamiento de agua.
- ✓ Alrededor del tubo de drenaje, en el fondo del tanque, se colocan 5 cm de grava # 1, sobre ésta se colocan 7.5 cm de gravilla (chispa) y sobre ésta, se ubica la arena.
- ✓ Siempre debe permanecer como mínimo una capa de 10 cm de agua por encima de la capa de arena ya que, la capa biológica sin agua se muere y el agua no sale apta para el consumo humano.
- ✓ El agua filtrada puede adicionalmente ser desinfectada por medio de la aplicación de cloro.
- ✓ Cuando la velocidad de la salida del agua disminuye demasiado, es tiempo de darle mantenimiento.

### Ventajas

✓ Funcional:

El filtro de arena es un aparato de “punto de consumo” o de tratamiento casero. El agua para filtrar puede ser obtenida del punto más cercano, que sea un río, riachuelo, pozo profundo, pozo excavado a mano, agua lluvia y otras fuentes superficiales, y usada inmediatamente después de la filtración. El suministro, tratamiento y distribución del agua son todas acciones que pueden ser controladas por cada casa individual. El uso eficaz de la tecnología no requiere la formación de grupos de usuarios u otro apoyo comunitario que puede ser difícil de desarrollar y de sostener. La autonomía de cada casa hace que esta tecnología sea muy apropiada para ser utilizada en los países en desarrollo.

✓ Alta aceptación del usuario:

El filtro de arena es fácil de usar y mejora el aspecto y el sabor del agua. Además, el filtro requiere poco espacio y puede fácilmente caber en la mayoría de las salas.

✓ Fácil de uso:

La operación y el mantenimiento del filtro son sencillos. No hay piezas móviles que requieran habilidad para operar. Cuando el agua pasa demasiado lenta por el filtro, el mantenimiento consiste en simplemente limpiar los primeros centímetros de la capa de arena fina. La operación y el mantenimiento del filtro son algo que los usuarios pueden fácilmente realizar por sí mismos.

✓ Duradero:

El filtro de arena se puede construir con barril de concreto o plástico. Dura mucho tiempo porque no tiene partes móviles para la operación. Sin embargo, el filtro

puede necesitar eventualmente el reemplazo de cualquier componente como la (tapa) que pueden ir deteriorándose con el tiempo.

✓ Accesible:

El costo de un filtro de arena varía según el tipo de materiales, en el modelo presentado se estima un costo de \$48.16 según presupuesto detallado. Sus principales componentes (barril plástico, arena, grava) son fáciles de conseguir en la mayoría de las ferreterías. La fabricación de los filtros involucra también una disposición del usuario en colocar sus elementos y el armado. Las habilidades requeridas para realizar este trabajo son fáciles de encontrar.

**Limitaciones**

El filtro de arena no puede retirar algunas sustancias disueltas por ejemplo (la sal, la dureza), algunos químicos orgánicos por ejemplo (pesticidas y fertilizantes), ni el color y no se puede garantizar que el agua quede libre de patógenos. Como en cualquier proceso de desinfección se recomienda clorar el agua filtrada.

**Mantenimiento**

A través del tiempo, la abertura de los poros entre los granos de arena se tapaná con sedimento, esto resulta en un flujo de agua más lento.

Para limpiar el filtro, la superficie de la arena debe ser agitada para re-suspender el sedimento en el agua sobrenadante. Para extraer el agua sucia se puede utilizar un envase pequeño. Este proceso se puede repetir las veces necesarias para recuperar el flujo deseado. Después de limpiar, la capa biológica demorara hasta una semana para restablecerse y volver a la eficacia de eliminación.

### **6.1.2 Desinfección solar del agua (SODIS):**

Los microorganismos son eliminados a altas temperaturas, en general entre 40 y 100 °C. La radiación solar también inactiva los microorganismos, por efecto de los rayos ultravioletas. Por ese motivo, una de las maneras más sencillas de garantizar la calidad del agua a nivel domiciliario es utilizando la desinfección solar del agua.

Esto es ideal para desinfectar pequeñas cantidades de agua con baja turbiedad. Se utilizan botellas plásticas transparentes que son llenadas con agua y expuestas al sol, durante seis horas, para alcanzar la desinfección esperada. Para acortar los tiempos de irradiación, o cuando la radiación solar no es suficientemente elevada, puede utilizarse una base semicilíndrica forrada con papel de aluminio, o pintar de negro la parte inferior externa de la botella.

### **6.1.3 Ebullición:**

El agua debe ser hervida en un recipiente tapado, por un tiempo de al menos 5 minutos contados a partir del inicio de la ebullición vigorosa. Luego de hervida, el agua debe enfriarse naturalmente para su posterior consumo, evitándose introducir recipientes en el agua que puedan provocar la contaminación.

### **6.1.4 Cloración:**

Además de todo lo anterior, para tener agua segura, se debe almacenar el agua en recipientes con tapa, que no presenten óxido ni sedimentos. No se usan recipientes que hayan contenido productos tóxicos o estén revestidos por brea. Para desinfectar el agua se aplica con gotero una cantidad de solución clorada (dependiendo de la concentración) por cada litro de agua y se deja reposar de 20 a 30 minutos en un recipiente con tapa.

El cloro es peligroso. Es muy corrosivo en solución concentrada y las salpicaduras pueden causar quemaduras y lesiones en los ojos. Si salpica cloro en los ojos o en la piel, deben lavarse inmediatamente con abundante agua. Los lugares donde se almacene deben ofrecer condiciones de seguridad, y es necesario tomar precauciones especiales para impedir el acceso de niños, niñas y animales.

### **6.1.5 Reforestación en zonas aledañas a la fuente:**

Implementar un plan que contenga medidas enfocadas a la recarga acuífera, del pozo situado en la planta de bombeo Queserita, específicamente en el área de protección No 2 de los pozos de planta de bombeo determinado por ANDA, área que es marcada con un radio de 89.58 metros, valor que fue determinado a través de la “EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN DEL POZO CASERIO LA QUESERITA, JURISDICCIÓN DE SESORI, DEPTO DE SAN MIGUEL”, en el año 2010; enfocándose aguas arriba del sitio perforado. Tomando como base obras civiles y reforestación realizada en zonas aledañas a la fuente superficial del cantón Santa Rosa, en la cual han dado resultado favorable. Plan que debería ser impulsado principalmente por Alcaldía municipal de Sesorí, ANDA y Asociación Comunal Administradora de Agua Potable Milagro de Dios (ACAARFUMILDIOS) la cual administra un pozo perforado aproximadamente a 50 metros al nororiente de la caseta de bombeo Queserita.

### 6.2 Aguas residuales

En los barrios de la ciudad de Sesori es necesario que se implementen mejoras en la disposición las aguas residuales domésticas.

- ✓ No poseen con un sistema de alcantarillado público y las familias que buscaron una alternativa tienen un sistema de fosa séptica con pozo de absorción.
- ✓ Existe un 62.69% de la población encuestada que tiene conocimiento que las aguas grises que no son tratadas contaminan el aire, ríos y quebradas.
- ✓ El 59.38% de las familias depositan las aguas grises a la calle, generando contaminación ambiental.

Para reducir la cantidad de aguas grises en la calle o en el patio se proponen dos alternativas que al ser implementadas por las entidades correspondientes se disminuirá esta problemática.

Entonces, a partir del análisis de los datos recolectados y tabulados se elaboró una serie de propuestas de solución para reducir la cantidad de aguas grises que llegan a los ríos y las quebradas.

Para la realización de estas propuestas se tomaron en consideración ciertos criterios:

- ✓ Los resultados de las pruebas de infiltración que se llevaron a cabo para la ejecución del proyecto “Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Sesori en el año 2014”, las cuales fueron supervisadas por el Inspector de Saneamiento de la Unidad de Salud de Sesori.
- ✓ Las recomendaciones de la Guía técnica sanitaria para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises del Ministerio de Salud y Asistencia Pública.
- ✓ La presencia de suelos latosoles arcilloso rojizos.
- ✓ La existencia de talpetate en algunos sectores.
- ✓ El nivel freático de la zona.

***Para más detalles acerca de los resultados de las pruebas de infiltración ver Tabla 80 en Anexo 5.***



### 6.2.1 Descripción de la Propuesta No 1.

El objetivo de la biojardinera es Esta propuesta es aplicable a las viviendas que tienen terreno amplio para construir la biojardinera (principalmente en la colonia Libertad) y con 4 personas en la vivienda. Este sistema de tratamiento está formado de tres partes:



#### DESCRIPCION GENERAL DE BIOJARDINERA

Consiste en la instalación de biojardineras, este sistema les da tratamiento a las aguas grises (jabonosas) por medio de plantas y microorganismos para degradar la materia orgánica que contamina el agua.

OBJETIVO: limpiar el agua para posteriormente poder utilizarla en el riego de las plantas, la grama, el patio o infiltrarla al suelo, disminuyendo la cantidad de agua residual depositada en las calles y el patio, de esta forma se da un aprovechamiento a las aguas grises y se reduce la proliferación de zancudos.

VOLUMEN DE LA BIOJARDINERA: 3.90M<sup>3</sup>

MATERIALES DE LA BIOJARDINERA: Ladrillo de bloque, piedra cuarta, grava, cemento, arena.

CAPACIDAD PARA FILTRAR: 0.338M<sup>3</sup>/día

ELEMENTOS:

- 1) Trampa para grasa
- 2) Biojardinera
- 3) Caja colectora de agua tratada

**PRECIO: \$303.03.** Para ver más detalles de medidas, proceso constructivo y presupuesto (Ver Anexo 10).

### **Trampa para grasa.**

También llamado tratamiento primario, es fundamental para la vida de las biojardineras. Con esta se remueven las partículas que flotan, principalmente grasosas y partículas pesadas que se sedimentan.

Esta materia no debe llegar hasta la biojardinera porque la obstruye y puede descomponerse entre las piedras, descontrolando el proceso de extracción de contaminantes y el de la inyección de oxígeno que se pretende lograr con las raíces de las plantas (Arias y Arauz, 2013).

### **Biojardinera.**

El agua previamente tratada sale de la trampa de grasas y se dirige hacia una jardinera impermeable que cuenta con tres secciones. Las secciones de entrada y salida están rellenas de grava y sirven para distribuir el agua uniformemente cuando ésta entra y sale de la biojardinera. De preferencia, se debe seleccionar el material de mayor diámetro en la entrada para prolongar la vida útil de la grava. La sección central o intermedia se rellena de piedra cuarta y es donde se siembran las plantas de pantano.

### **Plantas purificadoras.**

Es importante sembrar en la biojardinera plantas que les guste vivir en agua más que en tierra, para que realicen mejor su función limpiadora. El nivel del agua se mantiene por debajo de la superficie de la biojardinera al definir el nivel del tubo de salida, 10 centímetros más abajo, así se evita la cría de mosquitos y malos olores (Arias y Arauz, 2013).

Las plantas que se utilizan comúnmente son: Bandera española (*Canna X generalis*), Platanillo (*Heliconia latisphata*), zacate taiwanés (*Pennisetum pupureum*), Lirio blanco

(*Coronarium*), Lágrimas de San Pedro (*Coix lacryma-jobi*), Cala (*Zantedeschia aethipica*), Caña agria (*Costus speciosus*), Papiro australiano (*Cyperus papyrus*), Tule o junco (*Schoenoplectus acutus*) y Carrizo (*Phragmites australis*), entre otras; las plantas tienen que tener las raíces largas. No se debe sembrar arbustos.

Las plantas en la biojardinera se deberán sembrar una semana después que el sistema ha comenzado su funcionamiento. Considerando que, en este período, el nivel de las aguas dentro de la biojardinera ha alcanzado el nivel de salida y ya existe desarrollo bacteriano propicio para la alimentación de estas.

Incorporando el sistema de la biojardinera, se puede reutilizar hasta un 70% del agua que ingresa. El agua sale mucho más limpia que cuando ingresó y puede ser utilizada para riego de árboles, jardines o plantas de ornato. Del 30% restante, las plantas utilizan una parte para su crecimiento y evaporan otra.

### **Caja colectora de agua tratada.**

Una vez que las aguas han sido tratadas en la biojardinera, se deben conducir a un sitio donde su impacto sea lo menos negativo posible, ya que el proceso realizado ha sido quitarle contaminantes al agua, para que su calidad sea menos perjudicial con el medio ambiente. Esta agua que sale no está totalmente limpia, aún tiene algunos contaminantes menores (Arias y Arauz, 2013).

### 6.2.1.1 Cartilla de uso y mantenimiento

#### Mantenimiento.

##### Trampa para grasa.

- ✓ En el lavado de utensilios de cocina es importante retirar el exceso de residuos de estos para evitar la acumulación de grasas y sedimentos en la trampa para grasas.

*Residuos de comida en el lavadero*



*Fuente de imagen: <https://thumbs.dreamstime.com/t/fregadero-sucio-37711200.jpg>*

- ✓ Es recomendable que en el desagüe del lavadero o lavatrastos se coloque una malla o filtro para atrapar los sólidos.

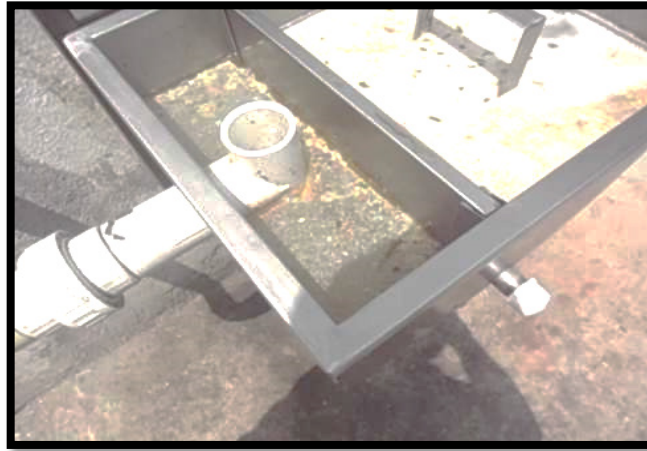
*Malla en fregadero*



*Fuente de imagen: [https://http2.mlstatic.com/filtro-canastilla-rejilla-lavaplatos-cocina-acero-inoxidable-D\\_NQ\\_NP\\_846015-MPE25203108281\\_122016-F.jpg](https://http2.mlstatic.com/filtro-canastilla-rejilla-lavaplatos-cocina-acero-inoxidable-D_NQ_NP_846015-MPE25203108281_122016-F.jpg)*

- ✓ Extraer la grasa acumulada en la trampa de manera manual cada 3 o 5 días o según se requiera; posteriormente debe ser enterrada como materia orgánica o entregarla al sistema de recolección de desechos sólidos.

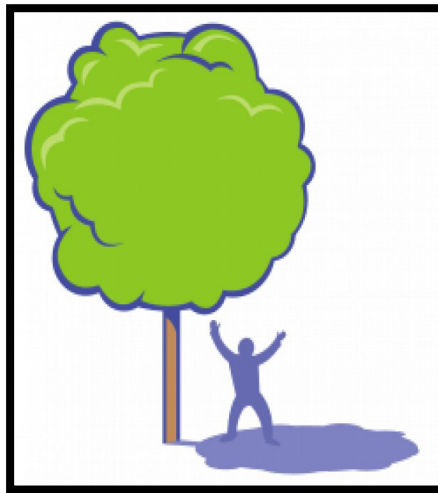
*Extracción de sólidos en la trampa para grasa*



*Fuente de imagen: <https://i.ytimg.com/vi/uUjGDSR31hQ/hqdefault.jpg>*

- ✓ La trampa debe mantenerse siempre tapada y ubicada bajo sombra para mantener temperaturas bajas en su interior, evitando así que la grasa se disuelva y se mezcle con el agua.

*Sombra para la trampa de grasa*



*Fuente de imagen: [https://image.freepik.com/vector-gratis/arbol-de-sombra\\_17-1015234200.jpg](https://image.freepik.com/vector-gratis/arbol-de-sombra_17-1015234200.jpg)*

Biojardinera.

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

*Limpieza de tuberías*



*Fuente de imagen:*

<http://1.bp.blogspot.com/UQ9ty82D9KE/UK0Q8OvodAI/AAAAAABZi/tPqDSK6P5SM/s1600/2012-11-20+13.24.53.jpg>

- ✓ Cortar y deshijar las plantas que se siembren, la primera vez un año después de su siembra, y luego, al menos, cada seis meses.

*Limpieza de plantas*



*Fuente de imagen:*

<https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSRigPA2TXN3SsJ4DrP6-0eP7aIN61JcHBE23eXZgMxm8EettV3>

- ✓ Llevar a cabo una limpieza periódica de la superficie de los lechos filtrantes, en forma especial después del corte o recorte de plantas, para evitar que la descomposición de esa materia orgánica en el sitio sature el lecho.

### *Remoción de material filtrante*



*Fuente de imagen: [https://www.wikihow.com/images\\_en/thumb/7/7f/Prepare-Fish-Tank-Gravel-Step2.jpg/v4-728px-Prepare-Fish-Tank-Gravel-Step-2.jpg](https://www.wikihow.com/images_en/thumb/7/7f/Prepare-Fish-Tank-Gravel-Step2.jpg/v4-728px-Prepare-Fish-Tank-Gravel-Step-2.jpg)*

- ✓ Si se notan charcos o estancamientos de agua en la superficie, principalmente a la entrada a la biojardinera, se recomienda remover el material grueso y una sección (no menor a 50 centímetros) del material de menor tamaño del lecho filtrante, a todo el ancho. Es posible sacar el material y limpiarlo (lavarlo) o sustituirlo con material nuevo de las mismas características, para mantener durante varios años la alta eficiencia de remoción que posee el sistema.

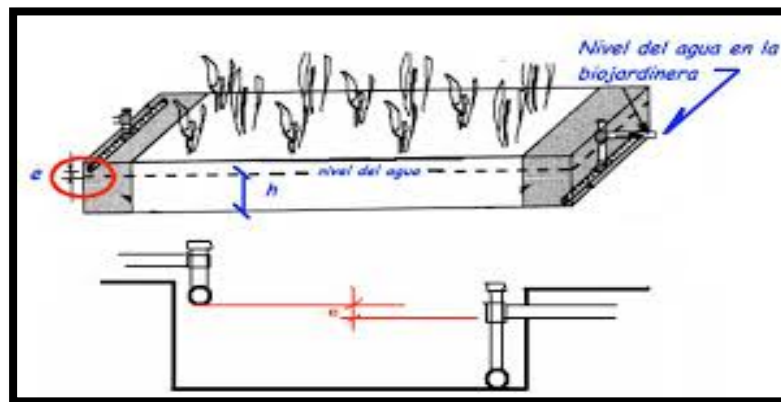
*Remoción de charcos*



*Fuente de imagen: <https://i.ytimg.com/vi/VU8sNKeAllw/maxresdefault.jpg>*

- ✓ Mantener un buen control del espejo o nivel sumergido del agua. Ese nivel se debe mantener siempre a una profundidad muy cercana a los 10 centímetros por debajo de la superficie del material filtrante.

*Nivel de profundidad*



*Fuente de imagen: <https://www.google.com/search?q=biojardinera&safe>*



## 622 Descripción de la propuesta No. 2

Esta consiste en la implementación de un sistema de trampa para grasas y pozo de absorción. Con esta propuesta se pretende que las personas que no puedan construir una biojardinera les den un tratamiento a las aguas grises provenientes del lavado de ropa, trastos y de la ducha. Este sistema no requiere de mucho espacio físico para la construcción.



VOLUMEN DE POZO: 2.81M<sup>3</sup>

MATERIALES: ladrillo de barro, arena, piedra cuarta, cemento, tubos PVC

CAPACIDAD PARA FILTRAR: 0.338M<sup>3</sup>

ELEMENTOS: trampa para grasa y pozo de absorción

**PRECIO:\$207.89**

### **Trampa para grasa.**

Una trampa de grasa es un dispositivo de plomería diseñado para interceptar la mayoría de las grasas y sólidos antes de que entren al sistema de eliminación de aguas residuales (en este caso pozo de absorción). Esta es la forma más simple y económica para la eliminación de las grasas y aceites, por medio del principio del sifón, en el cual las sustancias flotantes (grasas) quedan suspendidas en la superficie del líquido.

La trampa de grasas es como un registro elevado, con un repello fino al interior, de (80x40x80) centímetros, para una familia de 4 a 5 personas. La entrada de agua gris (de PVC de 3 pulgada) se hace en la parte superior de la trampa y el tubo de salida se instala a unos 15 cm por debajo de la entrada. En el interior de la trampa, el tubo de salida cuenta con un codo y un tubo que llega a 10 cm encima de la base de la trampa. Esta disposición permite que el agua suba lentamente por el tubo de salida y de tiempo a que se sedimenten los sólidos. Es muy importante tomar en cuenta que la salida de la trampa debe estar lo suficientemente alta para tener una pendiente de por lo menos 1% en el tubo que lleva el agua a la entrada del pozo de absorción.

### **Pozo de absorción.**

El pozo de absorción es un hoyo excavado en el suelo, relleno de materiales pétreos como piedra, grava, y arena que facilita la infiltración del agua en el suelo. Se emplea para evacuar las aguas grises (aguas procedentes de lavabos, duchas y actividades como cocinar, fregar, lavar ropa). Para mantener la verticalidad y buen funcionamiento del pozo de absorción se recomienda colocar el material filtrante de la siguiente manera:

- ✓ Del fondo del pozo de forma ascendente colocar una capa de arena limpia.
- ✓ Sobre una capa de arena colocar una capa de grava.
- ✓ De la capa de grava hasta 50 centímetros debajo de la caída del efluente colocar piedra cuarta.

El espesor de cada una de las capas dependerá de la profundidad del pozo. La distribución de las capas debe ser lo más equitativamente posible en cuanto a su espesor.

### 6.2.2.1 Cartilla de uso y mantenimiento.

#### Mantenimiento de trampa para grasa.

Para el buen funcionamiento de estos elementos se recomienda lo siguiente:

- ✓ Cuando se lave los utensilios de cocina es importante que se retire el exceso de residuos de comida para evitar la acumulación de grasas y sedimentos en la trampa para grasas.

*Extracción de residuos de comida*



*Fuente:*

[http://www.espacioyconfort.com.ar/images/stories/revista130/informes/informe1/galeria/002tritadores\\_in\\_sin\\_erator.jpg](http://www.espacioyconfort.com.ar/images/stories/revista130/informes/informe1/galeria/002tritadores_in_sin_erator.jpg)

- ✓ Algo muy importante, para evitar que los residuos de comida pequeños se vayan al desagüe del lavadero es recomendable que se coloque una malla o filtro para atrapar los residuos sólidos.

*Malla para el fregadero*



**Fuente:** [http://mlm-s2-p.mlstatic.com/lavabo-lava-manos-acero-inoxidable-filtro-grifo-vbf-13464-MLM20076756602\\_042014-F.jpg](http://mlm-s2-p.mlstatic.com/lavabo-lava-manos-acero-inoxidable-filtro-grifo-vbf-13464-MLM20076756602_042014-F.jpg)

- ✓ Cuando usamos bastante el lavadero o la ducha, la trampa para grasa acumula residuos que flota en el agua. Esta grasa debe ser extraída manualmente cada 3 o 5 días o según se requiera; utilizando guantes y mascarillas, posteriormente debe ser enterrada como materia orgánica o entregarla al sistema de recolección de residuos sólidos.

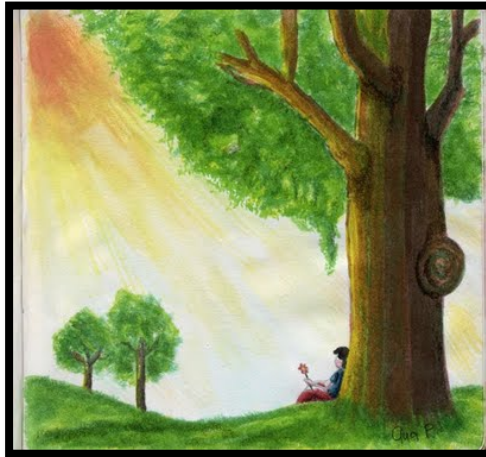
*Limpieza de la trampa para grasa*



**Fuente:** <http://www.catsesa.com/wp-content/uploads/2017/04/trampas-de-grasa.jpg>

- ✓ La trampa debe mantenerse siempre tapada y ubicada bajo sombra para mantener temperaturas bajas en su interior, evitando así que la grasa se disuelva y se mezcle con el agua.

*Sombra para la trampa de grasa*



*Fuente:*

<http://2.bp.blogspot.com/qvIkOA6pqsM/USqZzfiPpuI/AAAAAAAAAY1A/VTWGsaUj8M/s1600/Ni%C3%B1o+en+el+arbol+copy.jpg>

### **Mantenimiento de pozo de absorción.**

- ✓ Cuando el pozo de absorción se sature, debe clausurarse y excavarse otro nuevo.

*Excavación de pozo de absorción*



*Fuente:* <http://soloplanos.com/wp-content/uploads/2012/11/escabvacion.jpg>

- ✓ En caso de que no haya suficiente espacio de terreno, lo más recomendable es limpiar el filtro del pozo saturado extrayendo las piedras, gravas y la arena, a los cuales se les debe aplicar cal y exponerlos al sol para su completo secado, previo a su disposición final. El agua debe extraerse en la mayor cantidad posible en forma manual o mecánica. Al resto de líquido que no sean extraídos debe dárseles el tiempo conveniente para su infiltración dentro del pozo.

*Limpieza en el pozo de absorción*



*Fuente: <http://www.adurma.pe/wp-content/uploads/2013/04/limpieza-mantenimiento-fosas-septicas-300x197.jpeg>*

Posteriormente se deben reponer las piedras, gravas y la arena para reutilizar el pozo.

*Material filtrante*



*Fuente: <https://www.google.com/search?q=pozo+de+absorcion&safe>*

### 6.3 Excretas

#### 6.3.1 Descripción de la propuesta

El manejo y disposición final de excretas humanas es un problema de salud ambiental presente en los sectores en donde el suministro de agua es insuficiente o no existe un sistema de alcantarillado (ONU, 2015).

Los sistemas para el manejo de los desechos humanos a nivel domiciliario como las letrinas, pozos sépticos son los más comunes por ser simples y baratos. Sin embargo, estos sistemas contaminan las aguas superficiales y subterráneas (Hanak et al., 2016).

La ciudad de Sesori no posee un sistema para la disposición, tratamiento y disposición de las aguas residuales domésticas. Solamente, el 1.24% de la población tiene acceso a un alcantarillado sanitario privado, en el cual disponen las aguas residuales a una fosa común y el 48.76% de las familias utiliza servicio lavable con descarga a fosa séptica.

Además, existe un 28.11% de las viviendas que utilizan letrina de hoyo seco y solo 54 familias poseen letrinas aboneras.

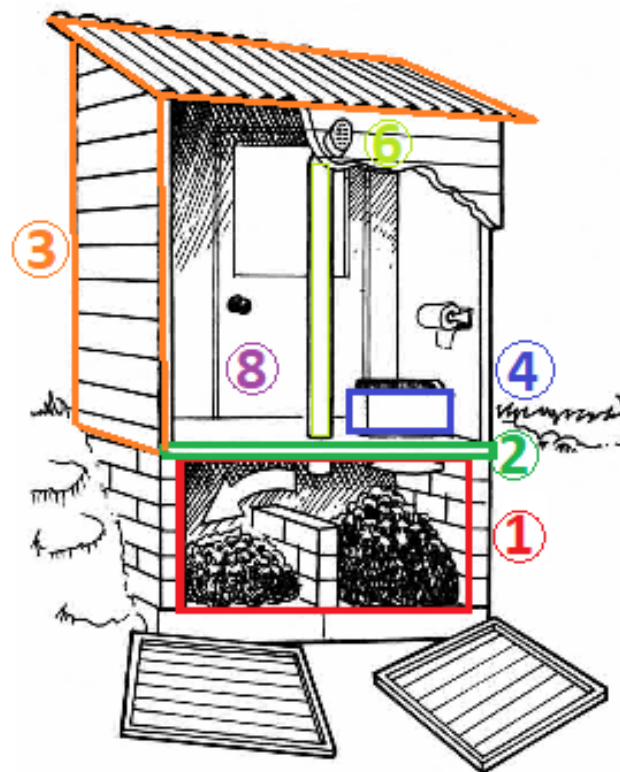
Ante esta situación se ha realizado una propuesta que esté de la mano con el saneamiento ambiental, contribuyendo a disminuir la cantidad de aguas superficiales y subterráneas contaminadas. Esta propuesta consiste en la construcción de letrinas aboneras, las cuales permiten la separación de las excretas con la orina y el aprovechamiento de la materia orgánica para la utilización en actividades agrícolas.

#### **Criterios para la elaboración de la propuesta.**

- ✓ La escasez de agua potable en los barrios de la ciudad de Sesori.
- ✓ El suelo arcilloso de la zona.
- ✓ La existencia de rocas o talpetate en algunas zonas.

### Parámetros de diseño de una letrina abonera.

La letrina abonera por su funcionamiento y para que sea más efectiva su utilización, su capacidad está diseñada en base al tiempo de llenado y descomposición de las heces. Por lo tanto, no importa la cantidad de personas que lo utilicen, siempre y cuando se respeten los tiempos de llenado de la letrina. En este sentido tendría lo siguiente:



Dos recámaras, en las cuales el tiempo de secado es 6 meses por recámara.

#### Las letrinas abonera están compuestas por 5 partes:

- 1) Doble recámara composteras (para el depósito y descomposición de excretas), donde encuentran las compuertas de limpieza.
- 2) Losa
- 3) Caseta, la cual se puede subdividir en paredes y techo (para los cuales se pueden usar diferentes materiales)
- 4) Artefactos sanitarios (Taza, tapadera y tubo de ventilación)
- 5) Gradas

#### Recomendaciones para aromatizar los alrededores de la letrina

Existen diversos tipos de plantas florales y no florales que aromatizan ambientes de manera natural y como valor agregado, ayudan a mantener alejados ciertos insectos dañinos. Por esta razón se sugiere aprovechar este doble beneficio que proporciona la naturaleza, al plantar una o varias especies alrededor de la letrina abonera

- ✓ Abahaca. Aleja moscas y mosquitos y además sirve para cocinar, por lo que se debe mantener en macetas para que no entre en contacto con el suelo cerca de la letrina.
- ✓ Geranio. Aleja moscas y mosquitos, garrapatas, incluso ratones.
- ✓ Crisantemo o clavellina. Aleja moscas y mosquitos y otros insectos.
- ✓ Jazmín. Aleja mosquitos (evita ponerla bajo sol directo de medio día)
- ✓ Hierba de limón. Aleja mosquitos; pero puede atraer abejas.
- ✓ Hierba buena. Aleja moscas y homigas; pero puede atraer abejas. (Se recomienda ponerla en macetas y exclusivamente en jardines muy invasiva y si es de consumo humano no se recomienda que entre en contacto con el suelo cerca de la letrina).

VOLUMEN DE CÁMARAS: 0.432 M<sup>3</sup>

MATERIALES: ladrillo de bloque, hierro, cemento, arena, grava, madera, piedra cuarta.

PRECIO: \$69637

Todo lo referente a la construcción, características del foso resumidero de orina y el uso con su respectivo mantenimiento, se pueden encontrar en los artículos 10, 13 y 17 de la Norma Técnica Sanitaria para la instalación, uso y mantenimiento de letrinas sin arrastre de agua del Ministerio de Salud y Asistencia Social (MINSAL) (Ver Anexo 4. 1); así como también el plano detallado de la letrina y el presupuesto de los materiales (Ver plano y presupuesto en Anexo 12).



## 6.4 Residuos sólidos

### 6.4.1 Descripción de la propuesta

Después de analizar los resultados se reafirma la necesidad de formular una propuesta enfocada en un programa de manejo de los residuos sólidos enfatizados en la separación en la fuente de estos a nivel municipal, tomando los elementos principales de afectación al ambiente en la ciudad de Sesori; se deben desarrollar proyectos pertinentes con actividades puntuales en las fases más críticas del manejo interno de estos residuos, que permitan controlar de algún modo los impactos ambientales que produce su inadecuado manejo y garantizar en gran medida los fines del desarrollo sostenible.

A través de este programa se establecen tres proyectos dirigidos: primeramente, a la aplicación de una educación ambiental basada en el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos, el segundo está orientado a la instalación de un centro de acopio de residuos sólidos en la colonia Libertad y en la ciudad de Sesori y el tercero consistirá en fomentar la formación de una organización comunitaria que ejerzan la actividad de rescate y aprovechamiento de residuos sólidos.

Todo esto con el fin de disminuir los riesgos ambientales al no realizar el manejo adecuado de los residuos en la ciudad de Sesori en cuanto a las fases de generación, separación y almacenamiento; igualmente contribuiría a reducir la cantidad de residuos que se depositan actualmente en el relleno sanitario y además servirá como aporte para que en el municipio se aplique el plan de gestión integral de los residuos sólidos, en resumen, al ejecutar este programa con los tres proyectos se pretende mejorar la protección al medio ambiente y del ecosistema en la dinámica del desarrollo sostenible.

**6.4.1.1 Programa para el manejo de residuos sólidos en la ciudad de Sesori.**

**Objetivo general**

Desarrollar un programa de saneamiento ambiental aplicado al manejo de los residuos sólidos mediante la ejecución de tres proyectos.

**Objetivos específicos**

- ✓ Clasificar los residuos sólidos en las viviendas, negocios e instituciones con el propósito de mitigar la contaminación del aire, la proliferación de vectores y el deterioro de la estética de la ciudad, el mercado municipal y el de la colonia Libertad.
- ✓ Promover la formación de organizaciones de carácter comunitario en el rescate y aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio de Sesori.
- ✓ Diseñar ruta de recolección de residuos en la colonia Libertad.
- ✓ Instalar y dotar de un centro de acopio para el almacenamiento de residuos sólidos reciclables y reutilizables tanto en la ciudad de Sesori como en la colonia Libertad.

### 6.4.2 Justificación

El programa se propone porque se ha detectado que en la ciudad de Sesori no se realiza la separación de los residuos sólidos urbanos debido a que no existe educación ambiental en la población, pues se identificó que las autoridades correspondientes en el área de saneamiento ambiental (Unidad de Medio Ambiente y Unidad de Saneamiento) no están trabajando en conjunto para generar los mecanismos necesarios que permitan a la población obtener los conocimientos relacionados al saneamiento.

Con la educación ambiental se lograría concientizar a las personas de la necesidad de dar un buen manejo a los residuos sólidos, induciéndolos a realizar su separación desde la fuente de generación. Con esta práctica se conseguiría obtener residuos de mejor calidad, lo que permitiría comercializarlos con empresas que se dedican a la recolección y el reciclaje de ellos. Así mismo se obtendría reducción en el volumen de los residuos sólidos depositados al relleno sanitario administrado por la Sociedad Intermunicipal Usuluteca (SOCINUS).

Con la aplicación del programa se obtendrían beneficios en la reducción de malos olores, disminución en los costos de transporte y disposición final de los residuos sólidos para la comuna de Sesori. Además, la población en general podría obtener ingresos por la venta de los diferentes residuos sólidos que han sido separados.

### 6.4.3 Programa

A continuación, se presenta el programa para el manejo de residuos sólidos para la ciudad de Sesori que consta de tres propuestas, que se elaboraron a partir de la caracterización y el análisis de resultados de las entrevistas realizadas a la población.

La primera propuesta del programa se enfoca en la educación ambiental a la población debido a que no están dando el adecuado manejo a los residuos sólidos en su totalidad, existiendo una cantidad considerable de viviendas que los queman generando de esta manera contaminación del medio ambiente; por ello se presenta la propuesta, con el fin de que las autoridades correspondientes realicen actividades que estén enfocadas en la formación y capacitación de la población, de tal manera de concientizarlos sobre la importancia que tiene el realizar un buen manejo de los residuos sólidos (Ver Anexo 13).

La segunda propuesta se realiza en base a la clasificación de los residuos sólidos obtenidos en la caracterización y de acuerdo a los porcentajes de materia orgánica e inorgánica encontrados en los barrios de la ciudad de Sesori (Ver Tabla 74) y tomando en cuenta la opinión de los habitantes. En cuanto a la ubicación del contenedor, quienes en su mayoría consideran que se encuentra en mala posición por estar actualmente cerca del mercado municipal lo cual genera un olor desagradable e influye negativamente en el comercio de la zona, por lo cual se propone únicamente el diseño de un contenedor con separación para los diferentes tipos de residuos de acuerdo a su clasificación, no indicándose la ubicación de este, dejándole esta competencia a la Alcaldía Municipal de Sesori.

La tercera propuesta del programa se enfoca en fomentar una organización comunitaria en el rescate y aprovechamiento de residuos sólidos generados en la ciudad de Sesori. Esta propuesta se realiza tomando como referencia los resultados obtenidos en la clasificación de los residuos sólidos productos de su caracterización (Ver Tabla 74).

6.4.3.1 Propuesta 1. Educación ambiental integral basada en el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos.

| Resumen narrativo  | Indicadores verificables objetivamente  | Fuentes de verificación  | Supuestos- Riesgos  |
|--|---|--|---|
| <p><b>Fin-impacto</b></p> <p>Contribuir a la sensibilización, capacitación y formación sobre manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos a la población de la ciudad de Sesorí, para mitigar la contaminación ambiental presente en este lugar.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de personas ejecutando el manejo de residuos.</li> <li>▪ Número de personas que aprovechan los residuos sólidos.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evaluaciones periódicas sobre el manejo.</li> <li>▪ Evaluaciones periódicas sobre alternativas de aprovechamiento.</li> </ul>               |   |
| <p><b>Propósito- efecto directo</b></p> <p>Capacitar al personal de limpieza para sensibilizarlas y formarlas en el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos bajo el enfoque de desarrollo sostenible.</p>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de capacitaciones realizadas en temas ambientales en el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos.</li> <li>▪ Número de personal capacitado en temas ambientales en la importancia del manejo integral de residuos sólidos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registro de asistencia a capacitaciones.</li> <li>▪ Formato de evaluación de la capacitación.</li> <li>▪ Formato de la temática.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Priorización de política ambiental para la puesta en marcha de la gestión ambiental municipal.</li> <li>▪ Existencia de normatividad y de lineamientos, aprobados por administración municipal que regulen el</li> </ul> |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de evaluaciones positivas con respecto al manejo integral de los residuos sólidos.</li> <li>▪ Número de evaluaciones positivas con respecto a las alternativas de aprovechamiento de los residuos sólidos.</li> <li>▪ Porcentaje de participación de los capacitados.</li> </ul> |   | <p>manejo de los residuos sólidos.</p>  |
| <p style="text-align: center;"><b>Componentes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sensibilizar a la población de la ciudad de Sessori, en la importancia del manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos bajo el enfoque de desarrollo sostenible.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de locales que utilizan utensilios adecuados para separar, almacenar temporalmente los residuos sólidos.</li> <li>▪ Número de locales que realizan el manejo adecuado de los residuos sólidos.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registro de visitas a viviendas, locales y verificación de utensilios adecuados para separar y almacenar temporalmente los residuos sólidos.</li> <li>▪ Registro de vendedores que aprovechan, reutilizan</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Motivación de los involucrados (habitantes de la ciudad de Sessori, instituciones, vendedores) en temáticas ambientales y en participar en el proyecto.</li> </ul> |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Formar al personal de limpieza de calles y áreas recreativas en los procesos de clasificación y aprovechamiento mediante la capacitación.</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de vendedores que aprovechan los residuos sólidos.</li> </ul>   | <p>y reciclan los residuos sólidos.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Metodología adecuada para asegurar resultados en la realización de talleres.             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Personal idóneo para la capacitación.</li> <li>▪ Participación de instituciones educativas para asesorías y apoyo académico en la ejecución del proyecto.</li> </ul> </li> </ul> |
| <p>Actividades</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacitaciones en temas ambientales asociados al uso sostenible de recursos, manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de viviendas que reciclan</li> <li>▪ Número de viviendas que producen abono orgánico.</li> <li>▪ Número de viviendas que manejan adecuadamente los residuos sólidos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Producción de abono orgánico.</li> <li>▪ Registro de sorteos realizados para incentivar el manejo integral y aprovechamiento de los residuos sólidos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Apoyo de entidades públicas y privadas para obtener recursos financieros, logísticos, técnicos y de asesorías académicas para el desarrollo del proyecto.</li> </ul>   |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realización de campañas a través de redes sociales y carteles ubicados estratégicamente con la importancia del manejo integral y aprovechamiento de residuos sólidos.</li> <li>▪ Concurso a través de los cuales se incentive el manejo de los residuos sólidos dentro del municipio de Sesori.</li> <li>▪ Realizar una feria ambiental con productos artesanales, elaborados con residuos sólidos inorgánicos reciclables.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de participantes en los concursos.</li> <li>▪ Número de personas capacitadas.</li> <li>▪ Número de campañas</li> <li>▪ Número de concursos</li> <li>▪ Número de ferias</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Encuesta a los habitantes de la ciudad de Sesori para ver el impacto de los talleres y de las campañas a través de redes sociales y carteles referentes al manejo integral y aprovechamiento de residuos sólidos.</li> <li>▪ Registro de personas participantes en feria ambiental.</li> <li>▪ Fotos de la feria ambiental</li> <li>▪ Fotos de artesanías.</li> </ul> |  |
| <p>Involucrados: Alcaldía municipal de Sesori, unidad de medio ambiente, personal de aseo, entidades educativas, habitantes de la ciudad de Sesori y establecimientos comerciales.</p>  |   |  |  |



**6.4.3.2 Propuesta 2. Instalar y dotar de un centro de acopio para almacenar los residuos sólidos reciclables y reutilizables generados en la ciudad de Sesori.**

| Resumen narrativo  | Indicadores verificables objetivamente                            | Medios de verificación   | Supuestos-riesgos   |
|--|---|--|---|
| <p><b>Fin- impacto</b></p> <p>Cooperar con la reducción de la contaminación ambiental, presente en la ciudad de Sesori a partir de la instalación y dotación de un centro de acopio para almacenar los residuos sólidos reciclables y reutilizables producidos en las viviendas.</p> | <p>Estado de canales, calles, locales, parque municipal, etc.</p> | <p>Foto de diferentes lugares de la ciudad de Sesori.</p>  |   |
| <p><b>Propósito- efecto directo</b></p> <p>Instalar y dotar de un centro de acopio para almacenamiento de residuos sólidos reciclables producidos en la colonia Libertad</p>   | <p>Centro de acopio instalado y dotado.</p>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fotos del centro de acopio.</li> <li>▪ Fotos de condiciones del centro de acopio.</li> <li>▪ Fotos de diferentes lugares de la ciudad de Sesori.</li> </ul> | <p>Falta de compromiso administrativa municipal para que canalicen los recursos económicos, técnicos y operativos necesarios para la instalación y dotación del centro de acopio.</p> |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <p>y los barrios de la ciudad de Sesori.</p>  |   |   |  |
| <p><b>Componentes</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Buscar un lugar propicio y con las condiciones adecuadas, para instalar y dotar de un centro de acopio, para almacenar los residuos sólidos reciclables y reutilizables producidos en las viviendas.</li> <li>2. Revisar y estudiar plano de contenedor junto con su presupuesto estimado, para factibilidad de ubicación del centro de acopio donde se almacenarán temporalmente los residuos sólidos</li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Volumen de metal recolectado en centro de acopio.</li> <li>▪ Volumen de papel recolectado en el centro de acopio.</li> <li>▪ Volumen de cartón recolectado en el centro de acopio.</li> <li>▪ Volumen de plástico recolectado en el centro de acopio.</li> <li>▪ Volumen de vidrio recolectado en el centro de acopio.</li> <li>▪ Volumen de materia orgánica recolectada en el centro de acopio.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registro de volúmenes de los residuos sólidos como lata, cartón, papel y vidrio, etc.</li> <li>▪ Fotos del centro de acopio</li> <li>▪ Plano del contendor.</li> <li>▪ Registro de aportes de empresas públicas y privadas para la instalación y dotación del centro de acopio.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Voluntad administrativa y financiera del gobierno local.</li> <li>▪ Apoyo de entidades privadas, para obtener recursos financieros y logísticos para el desarrollo del proyecto.</li> </ul> |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <p>reciclables y reutilizables producido en las viviendas (Ver plano en Anexo 13).</p> <p>3. Informar a los habitantes de la ciudad de Sesori sobre la ubicación del contenedor.</p>   |   |   |   |
| <p><b>Actividades</b></p> <p>1. Realizar campañas de perifoneo para recordar ubicación del centro de acopio.</p> <p>2. Gestión de recursos económicos con empresas privadas y locales para la instalación y dotación del centro de acopio.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cantidad de dinero aportado para instalación y dotación del centro de acopio.</li> <li>▪ Número de personas que llevan los residuos sólidos reciclables y reutilizables al centro de acopio.</li> <li>▪ Numero de lugares potenciales para instalación y dotación del centro de acopio.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registro de recursos financieros, operativos y técnicos aportados para la instalación y dotación del centro de acopio por parte de empresas públicas, privadas y alcaldía municipal de Sesori.</li> <li>▪ Plano del contenedor</li> <li>▪ Entrevistas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Voluntad política, administrativa y financiera del gobierno local.</li> <li>▪ Apoyo de entidades privadas para obtener recursos financieros y logísticos.</li> <li>▪ Interés de los involucrados internos (vendedores, compradores, visitantes,</li> </ul> |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| <p>3. Revisión y estudio del plano del contenedor para ubicación del centro de acopio.</p> <p>4. Inspección y estudio de lugares potenciales para instalar el centro de acopio.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cantidad de recursos financieros operativos y técnicos conseguidos con el gobierno local, para consecución y dotación del centro de acopio.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Encuestas</li> <li>▪ Fotos del centro de acopio</li> <li>▪ Fotos de los diferentes sitios de la ciudad de Seseori.</li> </ul> | <p>personal de aseo, y habitantes de Seseori).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Priorización del sitio para la ubicación del centro de acopio.</li> </ul> |
| <p>Involucrados: Alcaldía municipal de Seseori, Unidad de medio ambiente, Unidad de saneamiento, empresas públicas y privadas.</p>  |   |  |   |

**6.4.3.3 Propuesta 3. Fomentar la conformación de una organización comunitaria enfocada en el rescate y aprovechamiento de residuos sólidos en la ciudad de Sesori.**

| Resumen narrativo  | Indicadores verificables objetivamente   | Medios de verificación  | Supuestos-riesgos   |
|--|--|---|---|
| <p><b>Fin- impacto</b><br/>Contribuir con la reducción de la contaminación ambiental, presente en la ciudad de Sesori, a través de la promoción de organizaciones de carácter comunitario en el rescate y aprovechamiento de residuos sólidos.</p> | <p>Estado de canales, calles, parque municipal, quebradas, tragantes, ríos, etc., de la ciudad de Sesori.</p>                                | <p>Foto de diferentes lugares de la ciudad de Sesori.</p>   |   |
| <p><b>Propósito- efecto directo</b><br/>Promover la formación de organizaciones de carácter comunitario en el rescate y aprovechamiento de residuos sólidos de la ciudad de Sesori.</p>  | <p>Conformación de organizaciones comunitarias que están enfocadas a la actividad del reciclaje y/o aprovechamiento de residuos sólidos.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fotos de la organización comunitaria que trabajan en la actividad del reciclaje y/o aprovechamiento de residuos sólidos.</li> <li>▪ Fotos de diferentes lugares de la ciudad de Sesori.</li> </ul> | <p>Compromiso y motivación por parte de personas que ejercen actividades del reciclaje, de la comunidad para conformación de la organización comunitaria que trabajan en la actividad de rescate y/o aprovechamiento de residuos sólidos.</p> |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <p><b>C o m p o n e n t e</b></p> <p>1. Conformar organizaciones de carácter comunitario para el rescate y aprovechamiento de residuos sólidos.</p> <p>2. Capacitar a las organizaciones de carácter comunitario en temas de desarrollo comunitario, liderazgo, formación empresarial y en temas de reciclaje de los residuos sólidos en la plaza de mercado y en general del municipio.</p> <p>3. Conseguir recursos económicos, logísticos y académicos para apoyar la conformación, capacitación y seguimiento de la asociación comunitaria de rescate y aprovechamiento de residuos sólidos.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Numero de las organizaciones comunitarias conformadas con actividad de reciclaje y/o aprovechamiento de residuos sólidos.</li> <li>▪ Numero de capacitaciones en temas de desarrollo comunitario, liderazgo, formación empresarial y en temas de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos.</li> <li>▪ Número de integrantes capacitados de la asociación comunitaria.</li> <li>▪ Número de empresas o instituciones privadas y públicas que aportaron al proceso.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fotos de la organización comunitaria enfocadas a la actividad del reciclaje y/o aprovechamiento de residuos sólidos.</li> <li>▪ Fotos de capacitaciones a personas que conforman la organización comunitaria que trabajan en la actividad del reciclaje y/o aprovechamiento de residuos sólidos.</li> <li>▪ Registro de asistencia a capacitaciones.</li> <li>▪ Registro de aportantes de empresas públicas y privadas que ayudaron con recursos económicos, lógicos y académicos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Motivación al tema de organización comunitaria para desarrollar actividad del reciclaje y/o aprovechamiento de residuos sólidos.</li> <li>▪ Asistencia a las capacitaciones en temas de desarrollo comunitario, liderazgo, formación empresarial y en temas de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos, por parte de la organización comunitaria.</li> <li>▪ Apoyo por parte de la administración local.</li> <li>▪ Apoyo de entidades privadas, para obtener recursos financieros y logísticos para el desarrollo del proyecto.</li> </ul> |
|--|--|--|--|

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <p><b>Actividades</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Convocar a las personas independientes que viven de la actividad del reciclaje y/o directivas de acción comunal a través de campañas por redes sociales municipal, por medio de rótulos pegados en puntos estratégicos o perifoneo.</li> <li>2. Gestión de recursos económicos y logísticos con empresas privadas y alcaldía municipal.</li> <li>3. Capacitaciones en torno a temas empresariales, liderazgo y de rescate y aprovechamiento de residuos sólidos.</li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Número de personas convocadas que trabajan independientemente en la actividad del reciclaje.</li> <li>▪ Cantidad de recursos económicos y de logística.</li> <li>▪ Cantidad de recursos financieros, logísticos conseguidos con el gobierno local y empresas privadas para consolidación del proyecto.</li> </ul> | <p>Registro de personas que llegaron a la convocatoria para conformar la organización comunitaria trabajan en la actividad del reciclaje y/o aprovechamiento de residuos sólidos.</p> <p>Registro de recursos financieros, logísticos, académicos, aportaciones por empresas privadas, alcaldía e instituciones.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Voluntad política, logística y financiera del gobierno local.</li> <li>▪ Apoyo de entidades privadas, para obtener recursos financieros y logísticos.</li> <li>▪ Interés de los que conforman la organización comunitaria basada en la en la actividad de rescate y/o aprovechamiento de residuos sólidos.</li> <li>▪ Apoyo de instituciones que aporten en la parte de asesoría y académica para la conformación, capacitación de la organización comunitaria de rescate y aprovechamiento de residuos sólidos.</li> </ul> |
| <p>Involucrados: Alcaldía municipal de Sesori, Unidad de medio ambiente, Unidad de saneamiento, personas independientes que ejercen el reciclaje, asociaciones comunales, instituciones públicas y empresa privada.</p>   |  |  |  |

### 6.4.3.4 Procedimientos alternativos para la disposición final de los residuos sólidos

A continuación, se presentan algunas propuestas para dar un aprovechamiento a los diferentes residuos sólidos que se detallan a continuación:

#### **Residuos orgánicos**

Los residuos orgánicos son los restos biodegradables de plantas y animales. Incluyen restos de frutas, verduras y los procedentes de la poda de plantas. Con poco esfuerzo estos desechos pueden recuperarse y utilizarse para la fabricación de fertilizante eficaz y beneficioso para el medio ambiente, en nuestro país, las actividades de reciclaje y/o reaprovechamiento, son poco significativas y por lo general, no se realizan, lo cual requiere también una intervención para su formalización, tecnificación e incorporación práctica en los sistemas de gestión de residuos sólidos; de tal manera que se disminuyan los volúmenes a ser dispuestos en rellenos sanitarios.

En el caso de los barrios de la ciudad de Sesorí, los residuos orgánicos biodegradables (Residuos de comida, corte y poda de materiales vegetales, hojarasca) representan el 61.07% de los residuos originados (ver Tabla 74). Esta cantidad es considerable para sugerir una propuesta de aprovechamiento a través de una planta de compostaje en el municipio de Sesorí, con lo cual se busca involucrar a todos los sectores de la población en general, en especial a instituciones educativas como escuelas y así fomentar el hábito de separación y aprovechamiento de los residuos orgánicos para que esta técnica se vaya trascendiendo en todo el municipio.



#### 6.4.3.4.1 Propuesta No 1.

##### **Implementación de una planta de compostaje en la ciudad de Sesorí.**

##### **Objetivo general de la propuesta**

Aprovechar el recurso orgánico generado en la ciudad de Sesorí.

##### **Objetivos específicos de la propuesta**

- ✓ Trabajar con una planta de compostaje es posible solamente si se practica la separación de los residuos sólidos.
- ✓ Reducir los costos en los que incurre la alcaldía municipal con el tratamiento de los residuos sólidos.
- ✓ Fomentar en los estudiantes el hábito de reciclar y obtener beneficios de la materia orgánica.
- ✓ Involucrar a todos los sectores de la sociedad en especial a escuelas e institutos de la ciudad para realizar la planta de compostaje y las instituciones de medio ambiente y de saneamiento.
- ✓ Generar un ingreso extra a los vendedores con un programa de ventas de abono orgánico.

##### **Transporte de los residuos sólidos**

Con la finalidad de darles un tratamiento adecuado a los residuos orgánicos originados en la ciudad de Sesorí después del proceso de separación se decide lo siguiente.

Los residuos orgánicos almacenados deben ser trasladados a la estación de transferencia en un camión, separados de los demás residuos.

Mantener los residuos orgánicos máximo dos días en caso de ocurrir inconvenientes o problemas para trasladarlos a su disposición final.

### **Procedimiento alternativo para la disposición final de residuos plásticos**

En El Salvador la industria del plástico es una de las más dinámicas de la región; sin embargo, está creando serios problemas al ambiente. Un estudio presentado en enero de 2008 por el Ministerio del Medio Ambiente (MARN) cifró en 106 mil las toneladas de basura plástica que produjo El Salvador en 2005, un promedio de 290 mil kilos cada día. El plástico es, después de la basura orgánica, lo que más producen los salvadoreños.

Un tema que se ha venido tratando desde hace mucho en el país, pero sin resultados satisfactorios. Según el MARN en los últimos cinco años, 1 mil 193 toneladas de plástico han sido recicladas. Esto ha sido gracias al Programa Nacional de Recuperación y Reciclaje de Plásticos, sin embargo, esta cifra palidece cuando se compara con la cantidad de desechos plásticos que se produce en el país; en el mismo período de tiempo se han generado más de 500 mil toneladas de desechos plásticos; esto indica que se logró recuperar un irrisorio 0.2% del total producido. Como vemos el plástico sigue actuando silenciosamente, ocupando porcentajes de volúmenes cada vez mayores.

Por lo tanto, teniendo esta situación tan alarmante en nuestro país, nos vamos al caso concreto de los barrios de la ciudad de Sesori donde se genera un 12.98% de desechos plásticos, (Ver Tabla 74); Por consiguiente se sugiere el aprovechamiento de estos, con los cuales se puede generar un lucro económico; la propuesta se centra en vender los desechos plásticos a empresas recicladoras que existen en el país, las cuales contratan medios de transporte para trasladar los plástico a las fábricas, para luego fundirlos y darles un respectivo uso.

#### **6.4.3.5 Cartilla de uso y mantenimiento**

##### **Manual de manejo de residuos sólidos domésticos**

##### **Objetivo**

Servir de guía y orientación técnica para el manejo de los residuos sólidos domésticos en la ciudad de Sesori.

##### **¿A quién va dirigido?**

El manual va dirigido a pobladores de barrios y colonias que viven en la ciudad de Sesori para que puedan contar con mayores conocimientos técnicos a la hora de manejar los residuos sólidos domésticos.

##### **Alcance**

El manual incluye conceptos básicos y técnicas para el manejo de los residuos sólidos domésticos, para que cada familia pueda poner en práctica en sus hogares y así contribuir, junto con toda la comunidad, a la reducción de residuos, que están afectando el medio ambiente y contribuyen aumento del cambio climático.

##### **¿Cómo usarlo?**

El manual incluye información general sobre conceptos básicos y los diferentes tipos de residuos sólidos que existen, también se puede consultar el manejo de los residuos sólidos domésticos no peligrosos, como utilizar la metodología de las tres erres (3R) y el almacenamiento de los residuos sólidos domésticos no peligrosos, también se hace mención a las consecuencias que conlleva no darle un uso apropiado a los residuos sólidos.

##### **Generalidades**

Se conoce como residuos sólidos urbano a todo aquel material que es desechado por la población, pudiendo ser este de origen doméstico, comercial, industrial, institucional,

desecho de las vías públicas o resultado de la construcción, y que no sea considerado como peligroso.

De acuerdo con información proporcionada por el secretario de la Alcaldía Municipal de Sesori se desechan en la actualidad 45 toneladas de basura mensual en promedio.

### **Formas de desechar la basura y sus consecuencias**

La tradicional forma de depositar los residuos en el suelo, a cielo abierto, ha sobrepasado la capacidad de autodepuración de la naturaleza, con lo que cientos de hectáreas son inutilizadas por esta costumbre, degradando las condiciones naturales de los mismos. Estos impactos se agravan cuando los residuos peligrosos no se separan en el punto de origen y se mezclan con los residuos municipales, una práctica común en el país.

Botadero a cielo abierto.



*Fuente: elaboración propia.*

Algunos impactos indirectos se deben a que los residuos y los estancamientos que causan cuando se acumulan en zanjas y drenajes, se transforman en reservorios de insectos y roedores. Los cuales son causantes de diversos tipos de enfermedades como el dengue, Chikungunya, Zika, la leptospirosis, el parasitismo y las infecciones de la piel.

Acumulación de basura en canal



*Fuente: elaboración propia*

**Clasificación y caracterización de los residuos**

Los residuos son resultado de actividades domésticas, comerciales, institucionales, de presentación de servicios, entre otras; a continuación, se presenta la clasificación de los residuos sólidos, de acuerdo con el tipo de manejo.

| <b>Peligrosos</b>        | <b>No peligrosos</b>                      | <b>Inerte</b>       |
|--------------------------|---|---------------------|
|                          | Domésticos                                |                     |
|                          | Comerciales                               |                     |
|                          | Pequeña industria                         |                     |
|                          | Mercado                                   |                     |
| Domésticos               | Institucionales                           | Construcción        |
| Industriales/comerciales | Vía publica                               | Demolición          |
| Hospitalarios            | Sitio de reunión                          | Desastres naturales |
| Radiactivos              | Parques y jardines                        |                     |
|                          | Generados en<br>establecimiento de salud. |                     |

### Residuos sólidos domésticos peligrosos

Estos se clasifican en:

- ✓ Cualquier maquinaria o equipo clasificado como chatarra.
- ✓ Los provenientes del mantenimiento y reparación de vehículos, llantas y neumáticos usados.
- ✓ Residuos de origen domiciliario e institucional con características de alta peligrosidad tales como: baterías con metales pesados, termómetros, cosméticos, lámparas fluorescentes, medicamentos, envases y empaques con restos de propelentes halogenados, insecticidas, desinfectantes, aerosoles, restos de pintura y otros.

### Residuos peligrosos



*Fuente: elaboración propia*

**Desechos sólidos caseros clasificados**

1. Envases de vidrio
2. Plástico fino
3. Plástico grueso
4. Cartón
5. Latas compactadas
6. Papel
7. Poliestireno
8. Pedacería de vidrio
9. Pilas
10. Metales
11. Orgánicos
12. Tetrapak
13. Telas
14. Sanitarios
15. Varios

### Residuos sólidos domésticos no peligrosos

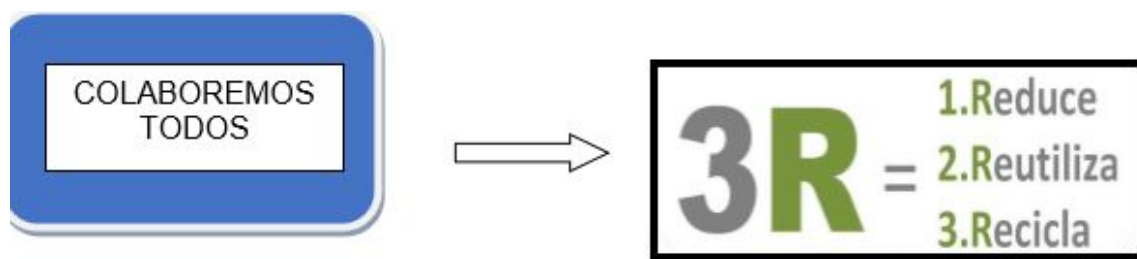
Son los residuos que se generan cotidianamente en las viviendas unifamiliares y en las unidades habitacionales. Estos residuos están compuestos principalmente por papel, cartón, vidrio, plásticos, madera, cuero, prendas o textiles, envases, hule, tierra y materia orgánica.

### Uso de las 3R

Las “3R” es una cultura de manejo de los residuos sólidos, que permite cambios de actitud en la población tendientes al aprovechamiento de los residuos de origen orgánico. En tal sentido, las “3R” contribuyen a cambios de hábitos, practica y estilo de vida congruente con el eficiente uso de los recursos que cada una de las personas necesita para vivir.

Es tarea de todos los miembros de una familia y comunidad tratar de poner en práctica estas medidas (las 3R). Se deben buscar los momentos o espacios para organizar tales acciones involucrando a la familia y, dependiendo de la naturaleza del residuo o material y quien es el que lo genera, así deben ser las acciones o medidas a tomarse en cuenta.

### ¿Qué podemos hacer?



*Fuente: Aplicación de procedimientos alternativos para el manejo de los desechos sólidos originados en el mercado central de la ciudad de santa rosa de lima, 2018, p.112.*

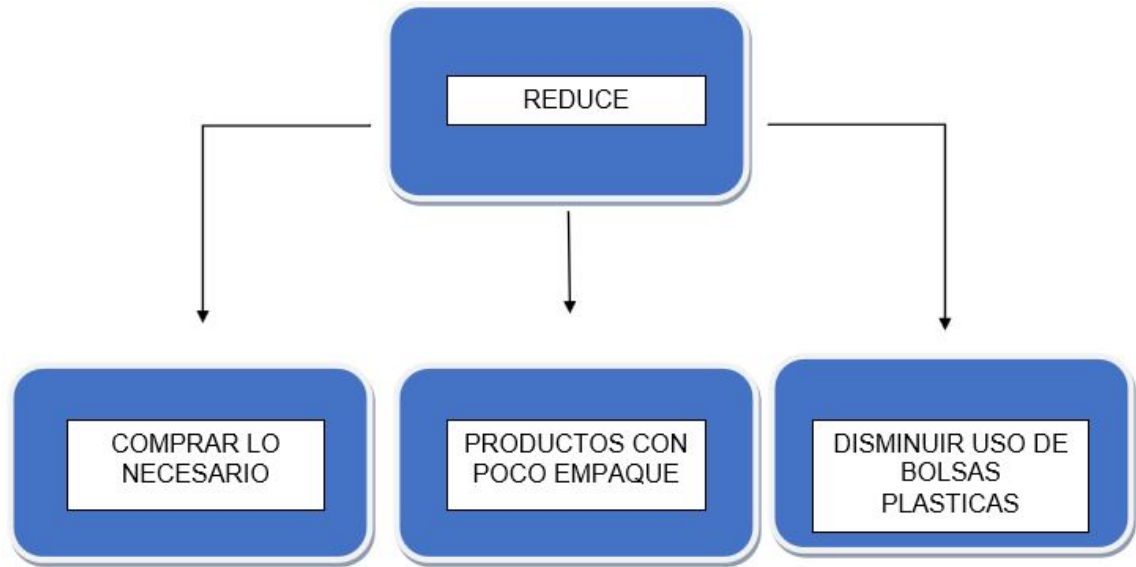


### **Reducir**

Al hablar de reducir se refiere a que se debe intentar de reducir o simplificar el consumo de los productos directos, o sea, todo aquello que se compra y se consume, ya que esto tiene una relación directa con los desperdicios, a la vez que también la tiene con nuestro bolsillo.

Las principales recomendaciones para reducir la cantidad de residuos en la vivienda son:

- ✓ Evitar comprar artículos innecesarios y productos que tengan muchos envoltorios y envases desechables o no reutilizables.
- ✓ Limitar la compra de productos que contengan sustancias peligrosas o contaminantes, si éstas son de uso indispensable o muy necesario, asegurarse de adquirir lo justo, procurando evitar el derrame y el desperdicio.
- ✓ No comprar o limitar el uso de productos descartables (vasos, bolsas, platos, cubiertos, cucharas y otros) ya que éstos en su mayoría constituyen una potencial fuente de contaminación ambiental al ser depositados y eliminados de manera inadecuada.
- ✓ Para el traslado de los productos comprados, es recomendable rechazar las bolsas de plástico, es mejor usar canastas o bolsas de otro material como de tela.
- ✓ Evitar mantener en la vivienda objetos usados o deteriorados tales como llantas, baterías de carro, y otros aparatos electrónicos y electrodomésticos.



*Fuente: Aplicación de procedimientos alternativos para el manejo de los desechos sólidos originados en el mercado central de la ciudad de santa rosa de lima, 2018, p.113.*

### **Reutilizar**

Muchos materiales de los que se desechan se pueden volver a usar o adaptarlos como sustitutos de otros objetos, se trata de usar los productos y sus derivados a un grado máximo minimizando el impacto sobre el ambiente, alargando la vida de cada producto desde cuando se compra hasta cuando se tira. La mayor parte de los objetos pueden tener más de una vida útil, sea reparándolos o utilizando la imaginación para darles otro uso.

Para reutilizar se recomiendan las siguientes prácticas:

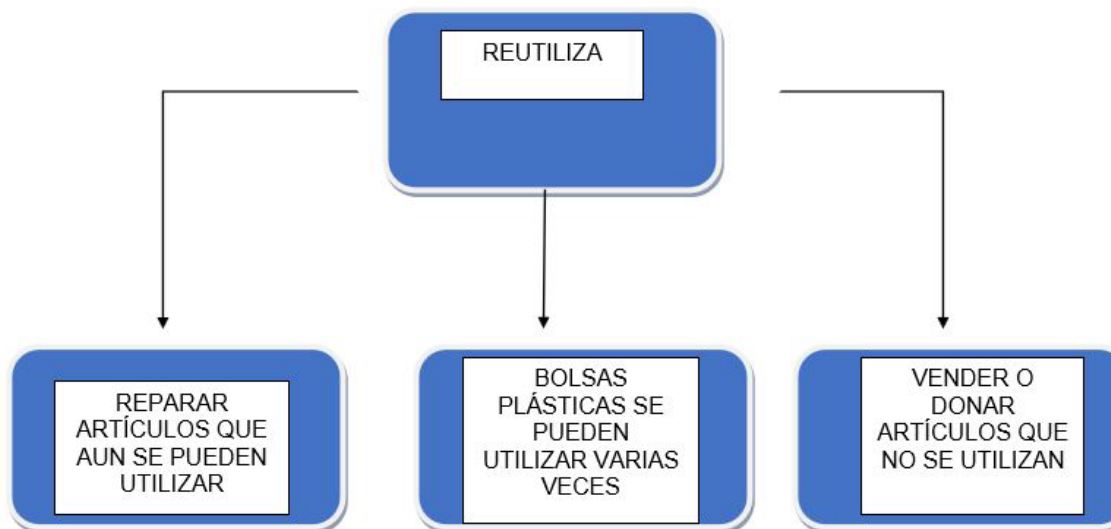
- ✓ Comprar preferiblemente productos con envases retornables o reutilizables.
- ✓ Al comprar considerar siempre las potencialidades de reuso de envases y materiales residuales.
- ✓ Evitar la rotura de envases de vidrio, plástico o metal, porque impide su reutilización.

- ✓ Utilizar la imaginación para crear lo que más se necesita o lo que más nos gusta con los residuos.

Las posibilidades de reutilización para nueva finalidad a través de una elaboración mínima de los residuos son numerosas.

Algunos ejemplos de reutilización a través de elaboración artesanal de residuos son, entre otros: carteras y sobres para tabletas en Tetrapak, bolsos de bolsas plásticas, macetas o columpios de llantas usadas, canastas, portalápices y contenedores varios de Tetrapak o plástico, lámparas con botellas de vidrio, envases de vidrio, lata, botellas plásticas o tapas de botellas, etc.

Los frascos y latas como residuos peligrosos (plaguicida, anticorrosivos y otros) no deben ser reutilizados de ninguna forma, ni aprovecharse para la elaboración de manualidades.



*Fuente: Aplicación de procedimientos alternativos para el manejo de los desechos sólidos originados en el mercado central de la ciudad de santa rosa de lima, 2018, p.113.*

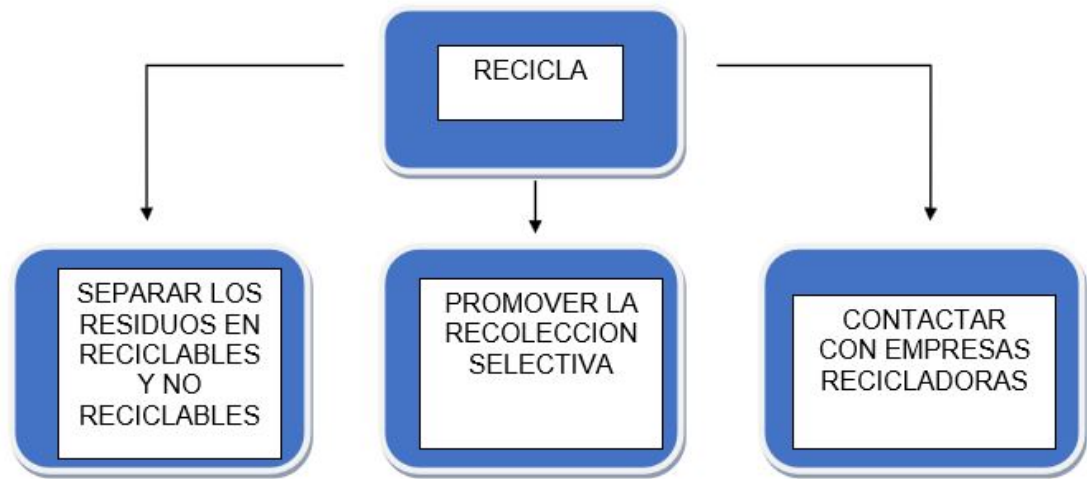
### **Reciclar**

El reciclaje consiste en aprovechar los materiales u objetos que se descartan, para transformarlos a través de procesos industriales que llevan a la fabricación de nuevos productos y materiales para satisfacer necesidades humanas.

Reciclar es un proceso que puede ayudar a resolver muchos de los problemas creados por la forma de vida moderna y contribuye a salvar grandes cantidades de recursos naturales no renovables, como por ejemplo el petróleo que da origen al plástico. Como valor agregado, la actividad del reciclaje genera al país divisas económicas y empleos.

El reciclaje de los residuos inorgánicos los cuales son los que por su composición química sufren una descomposición natural lenta, llevan un proceso que consta de las siguientes etapas:

- ✓ Separar los residuos inorgánicos reciclables: papel, cartón, plástico, vidrio y metales en sus depósitos respectivos.
- ✓ Llevar todos estos materiales a las empresas o intermediarios que los pueden comprar para reciclar
- ✓ El vidrio se procesa por fundición a grandes temperaturas, para luego formar nuevos envases y una gran variedad de objetos de adorno.
- ✓ Los metales, como el hierro y el aluminio, se procesan también por fundición a altas temperaturas, para elaborar envases y otros productos diversos.



*Fuente: Aplicación de procedimientos alternativos para el manejo de los desechos sólidos originados en el mercado central de la ciudad de santa rosa de lima, 2018, p. 114.*

### **Almacenamiento**

Para la separación de los residuos, es importante contar con depósitos o recipientes para los diferentes tipos de residuos, generados en la vivienda. Los residuos se clasifican por su composición en: residuos orgánicos, residuos inorgánicos y residuos peligrosos. El almacenamiento es responsabilidad no solo de los generadores, sino de la población en general, ya que al tomar las medidas sanitarias necesarias se evita la propagación de roedores, moscas, cucarachas y zancudo, que propagan enfermedades.

El almacenamiento consiste en la contención temporal de los residuos sólidos a nivel domiciliar, comercial, industrial, institucional, de mercados, etc., en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se disponen finalmente.

Para realizar el almacenamiento temporal de los residuos sólidos es necesario tener recipientes y contenedores.

#### **Características de un contenedor para almacenamiento domiciliario.**

- ✓ Que estén contruidos de un material durable e impermeable (plástico o metal).
- ✓ Que tengan tapadera o cierre hermético.
- ✓ Que sean cilíndricos y que tengan asas.
- ✓ Que sean resistentes a la corrosión.
- ✓ Que sean de fácil manejo y mantenimiento.
- ✓ Que no sean de material inflamable.
- ✓ Que eviten el acceso a insectos y roedores.
- ✓ Que sean resistentes a los cambios climáticos.
- ✓ Que no tengan aristas afiladas.
- ✓ Que el volumen no sea mayor de 32 galones (120 litros).

Para complementar un buen sistema de almacenamiento domiciliario es conveniente observar las siguientes medidas:

- ✓ Colocar los recipientes sobre una base lavable de madera o concreto a una distancia mínima de treinta centímetros (30 cm) sobre el nivel del terreno. Colocados en una área abierta e iluminada.
- ✓ Lavar los recipientes con agua caliente y jabón una vez por semana.
- ✓ Los residuos húmedos o crudos colocarse en bolsas de plástico u otro material impermeable antes de colocarse en los recipientes.
- ✓ En el área alrededor del recipiente no deberá haber cosas en desorden ni materiales no destinados a la recolección.
- ✓ Los recipientes deberán colocarse en lugar conveniente para el inquilino y para el oportuno traslado de los residuos por la cuadrilla de recolección.

### **Procedimiento para lograr las “3R”**

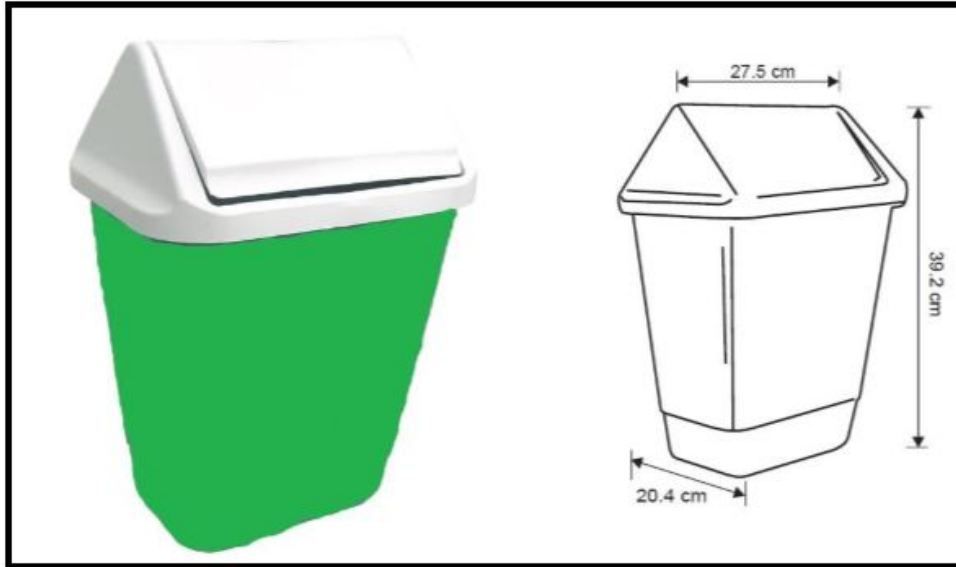
1. Incorporar tres contenedores de colores diferentes.
2. Colocar bolsas plásticas en el contenedor para facilitar su traslado.
3. Asegúrese de depositar cada desecho en el contenedor que corresponda.
4. Desalojar el basurero lleno y colocar la bolsa plástica para realizar de nuevo el proceso.
5. Depositar los residuos en el contendor provisto para almacenamiento temporal.

En el contenedor número uno puede identificarse con un color verde, donde se depositaran residuos orgánicos aprovechables, los cuales son:

- ✓ Cáscaras
- ✓ Verduras y frutas descompuestas

- ✓ Hojas secas

Modelo de contenedor para residuos orgánicos.



*Fuente: Aplicación de procedimientos alternativos para el manejo de los desechos sólidos originados en el mercado central de la ciudad de santa rosa de lima, 2018, p. 115.*

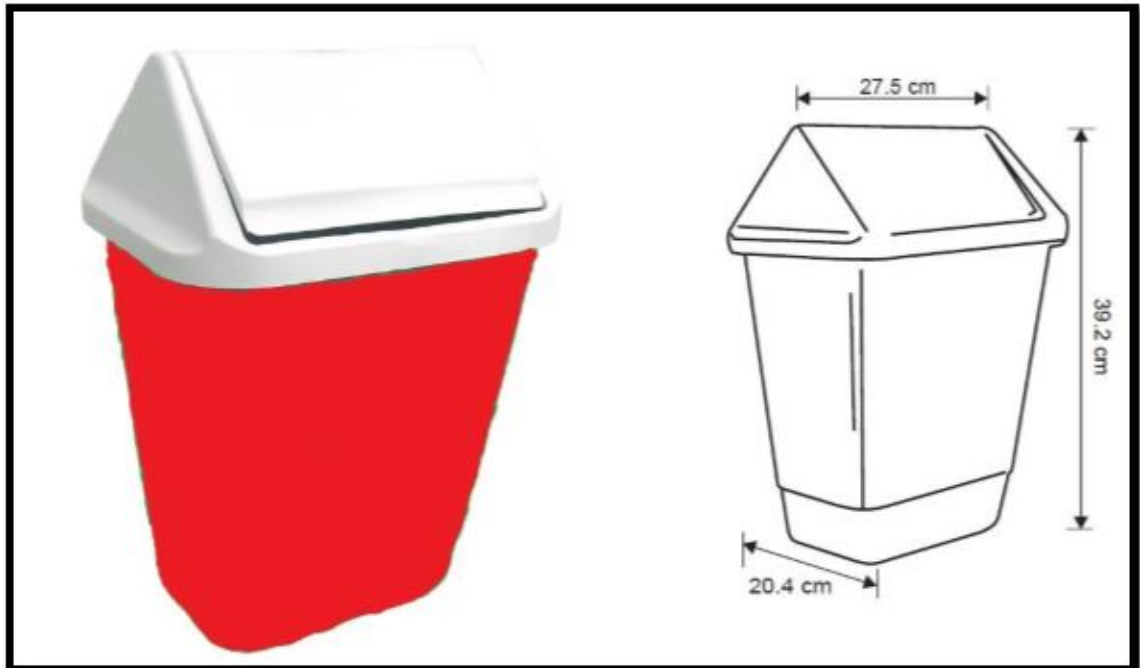
El contenedor número dos deberá identificarse de color rojo el cual será utilizado para depositar los residuos no aprovechables y que están destinados al relleno sanitario, entre estos se tienen:

- ✓ Vidrios
- ✓ Cuero
- ✓ Ropa
- ✓ Cerámica
- ✓ Huesos
- ✓ Desperdicios de comida
- ✓ Colillas de cigarro
- ✓ Empaques compuestos (Empaques de jugo, Bolsas de golosinas)



- ✓ Papel Sanitario
- ✓ Huesos

Modelo de contenedor para desechos sólidos no aprovechables

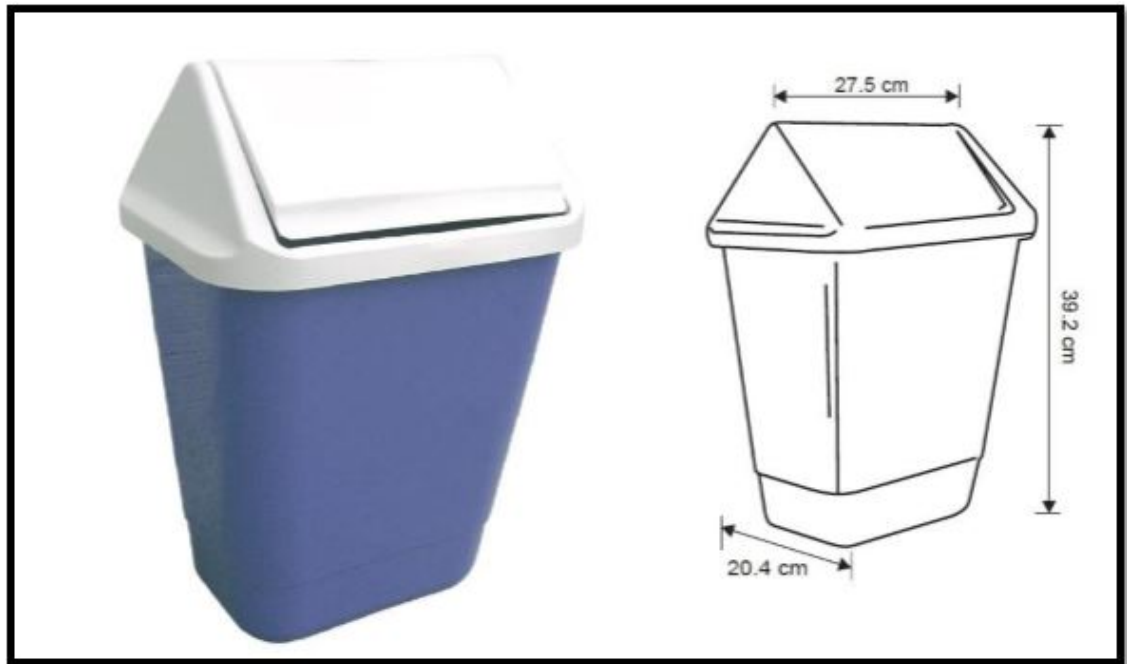


*Fuente: Aplicación de procedimientos alternativos para el manejo de los desechos sólidos originados en el mercado central de la ciudad de santa rosa de lima, 2018, p. 116.*

El contenedor número tres debe ser identificado de color azul para depositar los residuos reciclables, los cuales están constituidos por:

- ✓ Plásticos (Bolsas, Recipientes, Juguetes)
- ✓ Cartón(Cajas)
- ✓ Papel (Diarios, Cuadernos, Envoltorios)
- ✓ Aluminio (Latas de bebidas)

Modelo de contenedor para depositar residuos aprovechables.



*Fuente: Aplicación de procedimientos alternativos para el manejo de los desechos sólidos originados en el mercado central de la ciudad de santa rosa de lima, 2018, p. 117.*

La limpieza de los contenedores será su responsabilidad; deberán mantenerse con bolsas plásticas para facilitar el trabajo de los recolectores.

### **Consecuencia de un almacenamiento inapropiado**

#### **Hogar**

El manejo inapropiado de los residuos dentro del hogar trae consecuencias como enfermedades de transmisión por vectores (mosquitos, cucarachas y roedores).

#### **Cuadra**

Al no desechar los residuos sólidos en los lugares apropiados como los contenedores o los camiones recolectores de basura, los residuos usualmente terminan en las calles o cunetas del barrio o colonia, lo que provoca inundaciones por el obstáculo de las cunetas en el invierno y enfermedades transmitidas por zancudos como el dengue, chikungunya y zika por los promontorios de basura en el verano.

#### **Comunidad**

Los residuos sólidos afectan el mantenimiento de las calles y cuando no se encuentran pavimentadas la labor de mantenerlas limpias se complica.

#### 6.4.3.5.1 Propuesta No 2

Vender de los residuos plásticos originados en la ciudad de Sesori.

##### **Objetivo General de la propuesta**

Obtener un lucro económico de los desechos plásticos originados en el mercado central de la ciudad de Sesori.

##### **Objetivos específicos de la propuesta.**

- ✓ Mantener los residuos plásticos en buenas condiciones en la estación de transferencia.
- ✓ Lograr acuerdos económicos con empresas o personas naturales que compren estos desechos.
- ✓ Crear una organización municipal para el manejo de los fondos recaudados de la venta de los desechos plásticos.

##### **Transporte de los residuos plásticos.**

Con el objetivo de movilizar los residuos plásticos de la estación de transferencia se designa lo siguiente:

- ✓ Los residuos plásticos serán transportados individualmente.
- ✓ Los residuos plásticos serán trasladados en camiones de empresas recolectoras, o empresas encargadas solamente para la movilización de estos a lugares de aprovechamiento.
- ✓ Estos residuos se almacenarán durante tres días en la estación de transferencia como máximo.

### **Beneficios**

- ✓ Obtener lucro económico, el cual puede ser empleado para realizar mejoras en el manejo de los desechos del mercado Municipal.
- ✓ Minimizar la cantidad de basura trasladada al relleno sanitario
- ✓ Fomentar una cultura de reciclaje y aprovechamiento.

### **Procedimiento alternativo para la disposición final de los residuos de cartón y papel.**

#### **Justificación.**

El papel y el cartón están hechos de madera; entre mayor es la cantidad consumida de estos mayor será la tala de árboles lo cual provoca la destrucción de bosques. La ventaja del papel y del cartón es que es posible recuperarlo y reciclarlo para hacer un nuevo producto

Aproximadamente el 60% del papel y del cartón se vuelve a recuperar para reciclarlo. La clasificación de envases de papel y de cartón en los contenedores permite su recuperación para volver a utilizarlos y hacer nuevo papel y nuevo cartón.

Por lo tanto, con la separación de residuos en la ciudad de Sesori, se logró obtener una cantidad considerable de cartón y papel, el cual representa un estimado del 9.15% del total de los desechos originados (ver Tabla 74); al igual que los residuos plásticos producidos, se debe buscar obtener un lucro económico vendiendo tales residuos a empresas o personas naturales encargadas de reciclar y transformar el papel y cartón en producto nuevo.

#### 6.4.3.5.2 Propuesta No 3

Venta de los residuos de cartón y papel originados en el mercado central de la ciudad de Sesori.

##### **Objetivo General de la propuesta**

Obtener un lucro económico de los residuos de cartón y papel originados en la ciudad de Sesori.

##### **Objetivos específicos de la propuesta.**

- ✓ Designar a personas para dar publicidad y vender los residuos de cartón y papel.
- ✓ Contactar a personas recicladoras de cartón y papel de la zona.
- ✓ Llamar a empresas encargadas de transformar el cartón y papel en objetos útiles.
- ✓ Crear una organización municipal para el manejo de los fondos recaudados de la venta de los residuos de cartón y papel.

##### **Transporte de los residuos de cartón y papel.**

- ✓ Con el objetivo de movilizar los residuos de cartón y papel de la estación de transferencia se designa lo siguiente:
- ✓ Los residuos serán transportados individualmente.
- ✓ Los residuos serán trasladados en camiones de empresas recolectoras, o empresas encargadas solamente para su movilización a lugares de aprovechamiento.
- ✓ Estos residuos se mantendrán almacenados durante tres días como máximo, evitando que entren en contacto con agua.

### **Beneficios**

Obtener lucro económico, el cual puede ser empleado para realizar mejoras en el manejo de los desechos del mercado Municipal.

- ✓ Minimizar la cantidad de basura trasladada al relleno sanitario
- ✓ Fomentar una cultura de reciclaje y aprovechamiento.

### **6.4.4 Diseño de rutas de recolección**

Sabemos que hay diferentes métodos de recolección de residuos sólidos. En los barrios de la ciudad de Sesori se propone una ruta alternativa porque se identificó que en el recorrido de la recolección actual existen muchos traslapes, giros en U y un considerable recorrido no productivo; por lo cual se presenta el diseño de mejoramiento de la ruta para la recolección de residuos, con la cual se pretende que el recorrido sea más productivo, para ello se requerirá la colaboración de la población en general (Ver Anexo 13):

También se realiza la propuesta del diseño de una ruta de recolección de residuos sólidos en la colonia Libertad porque es necesario que se haga la recolección de residuos, pues 89.38% de las viviendas no reciben el servicio de tren de aseo, debido a que no cuentan con este beneficio, las personas optan por quemarla. En los barrios de la ciudad de Sesori se aplica una combinación entre el método “de acera” y el intradomiciliario “llevar -traer” el cual necesita una participación media de los usuarios; en la colonia Libertad se aplicara el método de parada fija, la cual necesita una alta participación de los usuarios. Tomaremos en cuenta los siguientes puntos:

- ✓ Aprovechamiento de la capacidad del vehículo recolector.
- ✓ Aprovechamiento de la jornada de trabajo del personal.
- ✓ Cubrir el total de la población objetivo.

- ✓ Tamaño de la tripulación.
- ✓ Frecuencia de recolección.
- ✓ Distancia entre paradas y estaciones.
- ✓ Distancia al sitio de transferencia o disposición final.
- ✓ Maniobrabilidad de los contenedores.
- ✓ Topografía del terreno.
- ✓ Tráfico en la ruta.
- ✓ Condiciones de los caminos.
- ✓ Las rutas no deben de estar fragmentadas o traslapadas.
- ✓ Cada ruta deberá ser compacta, trabajando un área geográfica y estar balanceada.
- ✓ El tiempo total de cada ruta deberá ser razonablemente el mismo.
- ✓ La recolección deberá comenzar lo más cercano al encierro.
- ✓ Se deberán minimizar las vueltas en U y a la izquierda.
- ✓ Generalmente, cuando sólo se recolecta de un lado de la acera, es preferible rodear las manzanas.
- ✓ Cuando la recolección es por los dos lados de la acera, es preferible recolectar en línea recta por varias manzanas.



*Ruta de recolección propuesta en los barrios de la ciudad de Sesori.*

| NOMBRE                    | ESTADO        | DISTANCIA<br>APRÓX. (m) | TIEMPO<br>TRANSCURRIDO<br>(EN hh:mm:ss) | TIEMPO EN<br>MOVIMIENTO<br>(EN hh:mm:ss) | TIEMPO<br>DETENIDO<br>(EN hh:mm:ss) |
|---------------------------|---------------|-------------------------|---|--|-------------------------------------|
| TRAMO 1                   | ESTIMADA      | 320                     | 00:03:32                                | 00:03:12                                 | 00:00:20                            |
| TRAMO 2                   | ESTIMADA      | 91                      | 00:01:56                                | 00:00:47                                 | 00:01:09                            |
| TRAMO 3                   | ESTIMADA      | 316                     | 00:06:28                                | 00:03:17                                 | 00:03:11                            |
| TRAMO 4                   | ESTIMADA      | 225                     | 00:06:02                                | 00:02:44                                 | 00:03:18                            |
| TRAMO 5                   | NO PRODUCTIVA | 215                     | 00:01:53                                | 00:01:53                                 | 00:00:00                            |
| TRAMO 6                   | ESTIMADA      | 53                      | 00:01:18                                | 00:00:32                                 | 00:00:46                            |
| TRAMO 7                   | ESTIMADA      | 240                     | 00:06:48                                | 00:04:55                                 | 00:01:53                            |
| TRAMO 8                   | NO PRODUCTIVA | 40                      | 00:00:14                                | 00:00:14                                 | 00:00:00                            |
| TRAMO 9                   | ESTIMADA      | 376                     | 00:21:34                                | 00:07:00                                 | 00:14:34                            |
| TRAMO 10                  | ESTIMADA      | 425                     | 00:08:49                                | 00:06:08                                 | 00:02:41                            |
| TRAMO 11                  | ESTIMADA      | 50                      | 00:00:33                                | 00:00:24                                 | 00:00:09                            |
| TRAMO 12                  | ESTIMADA      | 496                     | 00:08:49                                | 00:06:08                                 | 00:02:41                            |
| TRAMO 13                  | ESTIMADA      | 39                      | 00:00:19                                | 00:00:12                                 | 00:00:07                            |
| TRAMO 14                  | ESTIMADA      | 44                      | 00:01:09                                | 00:00:46                                 | 00:00:23                            |
| TRAMO 15                  | ESTIMADA      | 96                      | 00:02:23                                | 00:01:34                                 | 00:00:49                            |
| TRAMO 16                  | ESTIMADA      | 347                     | 00:10:37                                | 00:06:44                                 | 00:03:53                            |
| TRAMO 17                  | NO PRODUCTIVA | 400                     | 00:08:00                                | 00:06:55                                 | 00:01:05                            |
| TRAMO 18                  | ESTIMADA      | 59                      | 00:01:44                                | 00:01:02                                 | 00:00:42                            |
| TRAMO 19                  | ESTIMADA      | 98                      | 00:23:36                                | 00:01:54                                 | 00:21:42                            |
| TRAMO 20                  | ESTIMADA      | 145                     | 00:05:52                                | 00:01:33                                 | 00:04:19                            |
| TRAMO 21                  | ESTIMADA      | 38                      | 00:01:07                                | 00:00:38                                 | 00:00:29                            |
| TRAMO 22                  | ESTIMADA      | 50                      | 00:01:33                                | 00:00:50                                 | 00:00:43                            |
| TRAMO 23                  | ESTIMADA      | 115                     | 00:04:23                                | 00:01:01                                 | 00:03:22                            |
| TRAMO 24                  | ESTIMADA      | 107                     | 00:01:29                                | 00:01:00                                 | 00:00:29                            |
| TRAMO 25                  | ESTIMADA      | 26                      | 00:00:10                                | 00:00:10                                 | 00:00:00                            |
| TRAMO 26                  | ESTIMADA      | 119                     | 00:00:59                                | 00:00:54                                 | 00:00:05                            |
| TRAMO 27                  | ESTIMADA      | 58                      | 00:01:43                                | 00:01:00                                 | 00:00:43                            |
| TRAMO 28                  | ESTIMADA      | 327                     | 00:04:23                                | 00:02:32                                 | 00:01:51                            |
| TRAMO 29                  | ESTIMADA      | 72                      | 00:00:59                                | 00:00:59                                 | 00:00:00                            |
| TRAMO 30                  | NO PRODUCTIVA | 271                     | 00:01:05                                | 00:01:05                                 | 00:00:00                            |
| TRAMO 31                  | ESTIMADA      | 115                     | 00:04:53                                | 00:02:55                                 | 00:01:58                            |
| TRAMO 32                  | ESTIMADA      | 49                      | 00:01:56                                | 00:00:47                                 | 00:01:09                            |
| TRAMO 33                  | ESTIMADA      | 381                     | 00:07:02                                | 00:05:35                                 | 00:01:27                            |
| TIEMPO NO<br>PRODUCTIVO = | 00:11:12      | 5803                    | 02:33:18                                | 01:17:20                                 | 01:15:58                            |

*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*

**Diseño de ruta de recolección en la colonia Libertad**

Debido a que en la colonia Libertad no se conocen nombres de calles y avenidas, no se conoce la cantidad de residuos sólidos que se genera, por esto se dificulta hacer la descripción de la ruta para el servicio de recolección por medio del tren de aseo.

Teniendo en cuenta la geometría de las calles, se diseñó la ruta la cual consiste en pasar por los extremos de la colonia, teniendo así, basureros estacionarios ubicados en las esquinas para mayor movilidad efectiva del camión recolector.

*Ver línea continua en plano en Anexo 14.*

## Capítulo VII. Conclusiones y recomendaciones

### 7.1 Conclusiones

Al haber realizado el estudio y su análisis respectivo de los problemas sanitarios encontrados en la ciudad de Sesorí, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- ✓ Los barrios de la ciudad de Sesorí poseen dos sistemas de abastecimiento de agua, uno por gravedad y otro por bombeo, ambos conectados a una misma red de distribución; en los cuales se encontraron pocas debilidades de tipo estructural, no se observan fugas de agua en las líneas de conducción y los tramos aéreos que atraviesan quebradas o ríos están debidamente anclados.
- ✓ El agua proveniente de la fuente superficial del cantón Guanaste del municipio de ciudad Barrios no viene clorada, y de tal manera se une con el agua que es bombeada de la planta Queserita la cual, si es debidamente purificada en dicha planta, pero al ser mezcladas estas aguas pierden su concentración de cloro, lo que hace susceptible la proliferación de sustancias dañinas a la salud de la población de los barrios de la ciudad de Sesorí.
- ✓ La escasez del vital líquido en los barrios de la ciudad de Sesorí se debe a la poca producción de agua en ambas fuentes, lo cual se puede ver reflejado en que ambas fuentes tardan dos días en llenar el tanque de abastecimiento de 225 m<sup>3</sup>.
- ✓ La colonia Libertad está siendo abastecida por dos fuentes de agua, una superficial que es transportada por gravedad y otra subterránea la cual a través de un pozo perforado se capta el agua y es enviada por bombeo hacia un mismo tanque de distribución. Cabe mencionar que el sistema de abastecimiento es administrado por la Asociación de Desarrollo Comunal Libertad y Progreso (ADESCOLP).

- ✓ En la línea de conducción de la fuente Santa Rosa hacia el tanque, se observan fugas de agua en la tubería y tramos que son vulnerables, ya que atraviesan quebradas con tramos aéreos. La línea de conducción del pozo perforado hacia el tanque se encuentra en excelentes condiciones ya que fue construida en el actual año 2018.
- ✓ Las obras de captación en la fuente superficial en el cantón Santa Rosa se encuentran en malas condiciones, ya que no están debidamente protegidas ante la acción de factores externos. Por la condición del terreno y la difícil accesibilidad se hace ardua la construcción de obras ingenieriles que contribuyan a la protección de la fuente.
- ✓ La aplicación del método de cloración en el sistema se realiza en el tanque de distribución, a través de un dispositivo “T”, para colocar pastillas de Hipoclorito de Calcio al 70%. Debido a que una de las fuentes proviene de agua superficial, es más susceptible la acumulación de partículas sólidas, lodillo, tanto en las obras de captación como en el tanque por lo que el personal de la comunidad realiza labores de limpieza una vez por mes.
- ✓ A pesar de las anomalías presentadas en el sistema de abastecimiento de la colonia Libertad, la población se muestra satisfecha con el servicio del vital líquido.
- ✓ El agua gris proveniente de actividades domésticas como el lavado de ropa y utensilios de cocina, así como el agua que sale de los baños son depositadas a la calle por un 59.38% de la población que se le administró el instrumento. Esto significa que estas aguas grises buscan puntos de vertimiento hacia terrenos, quebradas y ríos, generando contaminación ambiental.

- ✓ Los tragantes de aguas grises y aguas lluvias que se encuentran ubicados en el barrio San Juan (3 calle poniente y 1 Av. Norte) y en el barrio El Calvario (2 calle poniente y 1 Av. Sur), están en malas condiciones ya que no tienen rejillas y esto permite que la basura que dejan las personas en las calles se acumule en ellos.
- ✓ Del total de familias encuestadas (402) solamente 54 poseen Letrina Abonera Seca Familiar, esto refleja que muchas personas no logran obtener los beneficios (aprovechamiento de las excretas como abono orgánico y la orina como fertilizante) de este tipo de letrina amigable con el medio ambiente.
- ✓ Según los datos obtenidos por el censo existen 2 familias que depositan las excretas a cielo abierto de un total de 402 viviendas. Esto concuerda con los datos proporcionados por el Inspector de Saneamiento de la Unidad de Salud de Sesorí, el cual informó que existen familias que no poseen un sitio adecuado para la evacuación de las excretas.
- ✓ El 69.20% de la población encuestada no utiliza material absorbente para tratar las heces dentro del foso de la letrina, lo cual es un factor determinante para que las moscas y cucarachas lleguen a los alrededores de la letrina, ocasionando malos olores y la proliferación de estos vectores.
- ✓ Existe un vacío en el Artículo 16 de la Ordenanza Municipal de Conservación del Medio Ambiente del municipio de Sesorí, departamento de San Miguel, en lo referente a la evacuación de las aguas grises a las calles y aceras; la Unidad de Medio Ambiente de la Alcaldía no puede imponer multas a las personas que evacuen aguas residuales a las calles y esto conlleva a que los ríos y las quebradas estén recibiendo estas aguas servidas.

- ✓ El mal manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Sesori se debe más que todo a la poca organización institucional por parte de la Unidad de Medio Ambiente y la Unidad de Saneamiento Ambiental que son las instituciones encargadas de velar por el manejo integral de los residuos sólidos, así mismo de la alcaldía municipal de Sesori por ser la máxima autoridad en dicho municipio.
- ✓ Además, la problemática está relacionada con la no separación en la fuente de generación, deficiencia en el almacenamiento, educación ambiental y en el desconocimiento para el aprovechamiento de los residuos, todo esto intrínseco en el ámbito cultural.
- ✓ El acopio de residuos sólidos que se encuentra en el mercado municipal de la ciudad de Sesori está mal ubicado, pues se encuentra en las inmediaciones del centro poblado, donde se almacenan temporalmente, lo cual genera una concentración de malos olores perjudicando la calidad de vida y la salud de las personas que habitan alrededor de él.
- ✓ Existe en la ciudad de Sesori una gran producción de residuos reciclables que están siendo desaprovechados y podrían representar una oportunidad de desarrollo socioeconómico para algunas personas y vendedores.
- ✓ Deficiencia en la ordenanza local vigente (alcaldía municipal de Sesori), que contribuya con el manejo integral de los residuos sólidos y ayude a mitigar los impactos ambientales, producidos por estos, en especial en las quebradas y ríos tanto de la ciudad de Sesori.
- ✓ El estudio en el manejo de residuos sólidos en la ciudad de Sesori, ha arrojado una serie de información que ha permitido elaborar un programa con tres propuestas

que están orientados a la articulación e implementación en la ciudad de Sesorí, teniendo en cuenta elementos de carácter social, ambiental, técnicos logísticos y administrativos. Estas propuestas se han desarrollado para involucrar a todos los actores responsables de esta problemática, los cuales van desde el gobierno local, vendedores, población, entre otros relevantes.

- ✓ La implementación de estas propuestas conllevaría la sensibilización de los actores principales de la problemática y la multiplicación formativa en otros contextos como el del hogar, instituciones educativas, el barrido y extenderlo finalmente a todo el municipio.
- ✓ No existe una organización bien consolidada a nivel municipal, que busque la recuperación de los residuos sólidos en la ciudad de Sesorí, y ningún tipo de iniciativa pública. El fortalecimiento a la conformación de organizaciones comunitarias que ejercen la actividad de rescate y aprovechamiento de los residuos sólidos se convertiría en una solución a la problemática ambiental por el mal manejo que hace la población de los residuos sólidos, para mantenerlos limpios y libre de contaminación y sobre todo mantener un ambiente propicio para la convivencia en los centros recreativos.

### 7.2 Recomendaciones

Tomando en cuenta algunos de los señalamientos hechos previamente en las conclusiones, en este estudio se requieren incluir unas recomendaciones muy puntuales al respecto:

- ✓ Aplicar un método de cloración al agua proveniente de la fuente del cantón Guanaste, ya que por ser una fuente superficial es más propensa a sufrir contaminación.
- ✓ Que las instituciones correspondientes como ANDA y Alcaldía Municipal unan esfuerzos y poder así contrarrestar la escasez de agua en el municipio, a través de campañas de reforestación. Tomar como base el proyecto de reforestación implementado en la captación superficial del cantón Santa Rosa, la cual abastece la colonia Libertad.
- ✓ Mantener una vigilancia constante a la fuente superficial del cantón Santa Rosa, y darle su debida limpieza, más que todo en época de invierno, para que no sufra obstrucciones o contaminación. Reforzar el cerco perimetral.
- ✓ Implementar en cada vivienda con ayuda de la Unidad de Salud, un sistema de tratamiento domiciliar para el agua en la ciudad de Sessori, ya que las personas utilizan agua proveniente de diversas fuentes.
- ✓ Realizar campañas de concientización por parte de la Unidad de Medio Ambiente sobre el impacto que causan la evacuación de aguas grises a las calles y que posteriormente llegan a ríos y quebradas.
- ✓ Que la Alcaldía de Sessori a través de la Unidad de Medio Ambiente verifique y repare los tragantes que se encuentran ubicados en el barrio San Juan (3 calle poniente y 1 Av. Norte) y en el barrio El Calvario (2 calle poniente y 1 Av. Sur),



para evitar que residuos sólidos entren y obstruyan a las aguas grises y aguas lluvias.

- ✓ Difundir más charlas a los habitantes sobre la importancia de tener un sitio adecuado para la disposición de las excretas, ya que esto afecta al medio ambiente y perjudica la salud de las personas.
- ✓ Que la Unidad de Salud de Sesori realice campañas de concientización acerca de darle el aseo correspondiente a las Letrinas de Hoyo Seco o Aboneras, tales como el depósito de material secante, el cual sirve para absorber la humedad de las heces y para matar microbios. Si las personas no poseen ceniza o cal pueden utilizar aserrín, cáscara de arroz, tierra seca o hierva secada picada.
- ✓ Reforma de los artículos 12 y 16 de la Ordenanza Municipal para la Conservación del Medio Ambiente del municipio de Sesori, departamento de San Miguel por parte de la Unidad de Medio Ambiente de la Alcaldía de Sesori para evitar vacíos que afecte el cumplimiento de esta Ordenanza.
- ✓ Difundir el programa de manejo integral de residuos sólidos a las empresas privadas y entidades financieras para la consecución de recursos y puesta en marcha de dicha iniciativa.
- ✓ Fomentar un proceso para organización de una asociación o cooperativa de recicladores, a fin de complementar el programa de manejo integral de residuos sólidos en el municipio e impulsarlas para conseguir el manejo integral en los diferentes sectores (doméstico, comercial, institucional, etc.) en todo el municipio.
- ✓ Que exista compromiso real de la unidad de medio ambiente, saneamiento ambiental y de la máxima institución local (alcaldía), para que apoyen de forma

financiera, técnica y logística la implementación y ejecución del programa presentado para el manejo integral de los residuos sólidos. De esta forma comenzar a sensibilizar a los habitantes de la ciudad de Sesori.

- ✓ La alcaldía municipal de Sesori, a través de la unidad de medio ambiente y saneamiento ambiental deben realizar campañas de sensibilización a la población en cuanto al manejo de los residuos sólidos, para que se comprometan a realizar la separación en la fuente y así evitar que se depositen en el camión recolector de basura, residuos peligrosos y bioinfecciosos, pues esto pone en riesgo la integridad física y la salud de las personas que laboran con el tren de aseo y del relleno sanitario.
- ✓ La alcaldía municipal de Sesori a través de la Unidad de Medio Ambiente y la Unidad de Saneamiento, deben realizar una campaña de remoción y desalojo de residuos sólidos de los botaderos a cielo abiertos que funcionaron en algún momento, pues estos posiblemente estén generando un porcentaje de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que contamina el medio ambiente y, sobre todo, deteriora el estado de salud y la calidad de vida de las personas que habitan cerca de ellos. Asimismo, deben promover campañas de limpieza para desalojar residuos sólidos de ríos y quebradas que son vertidos en ellos; y concientizar a la población de la ciudad de Sesori sobre las consecuencias que eso genera en el ambiente y en la salud de la población derivada del mal manejo que se hace de ellos.

**Capítulo VIII. Bibliografía.**

- ✓ Hernández, Fernández y Baptista, (2014). Metodología de la investigación. México D. F: Ed. MACGRAW.HILL/INTERAMERICA EDITORES, S.A DE C.V.
- ✓ Sabino, (1994). Como hacer una tesis. Caracas, Venezuela: Ed. Panapo.
- ✓ Balestrini, (2006). Como se elabora el proyecto de investigación. Caracas, Venezuela: Ed. Consultores asociados.
- ✓ Arias, (2012). Introducción a la metodología científica. Caracas, Venezuela: Ed. Episteme, C.A.
- ✓ Torres, (2010). Trabajo especial de grado: Investigación, elaboración y presentación.
- ✓ Guevara, Maldonado y Vásquez, (2013). El manejo de los residuos sólidos en el municipio de Quezaltepeque, departamento de la Libertad.
- ✓ Alvarado, Amador y Cuéllar, (2012). Propuesta de un sistema de gestión integral de residuos sólidos municipales en el municipio de Ayutuxtepeque, San Salvador, El Salvador.
- ✓ Fuentes, Juárez y Chavarría (2018). Aplicación de procedimientos para el manejo de los desechos sólidos originados en el mercado central de la ciudad de Santa Rosa de Lima,
- ✓ Anzora, Cruz y Rivera, (2015). Diagnóstico de las condiciones de saneamiento básico relacionados con el abastecimiento de agua para consumo, disposición sanitaria de aguas residuales, excretas y el manejo de los desechos sólidos en la comunidad Cebadilla ubicada en el cantón El Volcán, municipio de Sensuntepeque del departamento de Cabañas.

- ✓ López, (2009). Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la plaza de mercado de Cerete- Córdoba.
- ✓ Hidalgo y Ahumada, (2007). Diagnóstico y mejoramiento de las condiciones de saneamiento básico de la comuna de castro.
- ✓ Mendonça (1987) Sistema de Alcantarillado condominal, una estrategia de saneamiento para alcanzar los objetivos del milenio en el contexto de los municipios saludables.
- ✓ Dirección General de Salud Ambiental. (2007). Argentina
- ✓ Dirección General de Salud Ambiental. (2009). Argentina
- ✓ Hrudey S. & Hrudey E. (2004). *Safe Drinking Water: lessons from recent outbreaks in affluent.*
- ✓ Orjuela Fierro, Jorge Eduardo; Velásquez Saiz, John Fredy. (2015). Plan básico de saneamiento ambiental de la vereda Boquerón de Iló del municipio de Nolaima – Cundinamarca. (tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- ✓ Pestana Dalponte, Suni Celeste. (2005). Propuesta para la disposición de excretas en el poblado de Petare-Petarito ubicado en el Parque Nacional Mochima. (tesis de pregrado). Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- ✓ Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2009). Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras Y Grises.

- ✓ Hanak D.P.; Kolios A.J., Navanco T, Wagland S.T. (2016). Conceptual energy and water recovery system for self-sustained nanomembrane toilet. Energy conversion and Managment.
- ✓ Organización de las Naciones Unidas (2015). Objetivos de desarrollo del Milenio. Recuperado de [http://www.onu.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdgreport-2015\\_spanish.pdf](http://www.onu.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdgreport-2015_spanish.pdf).
- ✓ Arias Torres, Cristofer; Aranz López, Sergio; (2013). Propuesta de implementación de Biojardineras para el tratamiento y reutilización de aguas residuales en la Comunidad de Chirimol del Distrito de Rivas, Cantón de Pérez Zeledón, Costa Rica. Tesis de postgrado. Instituto Centroamericano d Administración Pública. Costa Rica.
- ✓ El Taller de las Artes y Oficios A.C. y Sarar Transformación SC. Biofiltro. La jardinera que filtra las aguas grises para relacionarlas Instrumentos educativos para el saneamiento ecológico.
- ✓ Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados. (2008). Manual de biojardineras. Nicaragua.
- ✓ Rosales, Elías (2006). Documento para fundamentar utilización de biojardineras para el tratamiento de aguas grises: diseño de unidades para el tratamiento alternativo de aguas residuales ordinarias en una vivienda. Costa Rica.
- ✓ Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos. (2015). Propuesta de reglamento técnico para el diseño y construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario para la zona rural. El Salvador.

Capítulo IX. ANEXOS

9.1 Anexo 1. Entrevistas estructuradas.

*Anexo 1. 1. Guía de entrevista para la población de la ciudad de Sesori.*

Universidad de El Salvador  
Facultad Multidisciplinaria Oriental  
Departamento de Ingeniería y Arquitectura  
Sección de Ingeniería Civil



**Guía de entrevista**

Buenos días/tardes, somos estudiantes de la Universidad de El Salvador, de la Facultad Multidisciplinaria Oriental del Departamento de Ingeniería y Arquitectura, estamos realizando un trabajo de investigación en esta comunidad con fines académicos cuyo nombre es “Diagnóstico, evaluación y propuesta de solución a los problemas sanitarios en el municipio de Sesori, departamento de San Miguel”.

Pidiendo su colaboración para que responda unas preguntas, en un tiempo aproximado de 15 a 20 minutos.

**Propósito General de la Guía de Entrevista:**

Recopilar información solicitada en la guía de entrevista que permita conocer la situación actual en relación al saneamiento básico en las áreas de agua para consumo, manejo de las aguas residuales domésticas y excretas, así mismo como el manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Sesori del departamento de San Miguel.

**Disponibilidad de la Vivienda**

Desea participar  No desea participar  Vivienda Cerrada  Vivienda deshabitada

**Datos generales:**

Nombre del propietario: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Cantidad de miembros en la familia: \_\_\_\_\_

Tipo de tenencia

Propia  Alquilada  Colono o guardián

**Agua de consumo**

**Red de agua potable**

1) ¿Se abastece de alguna red de agua potable? (ANDA, Alcaldía Municipal, Junta o Comité de Agua comunitario)

0 = NO      1 = SI

2) ¿Emplea el agua para higiene y aseo personal?

0 = NO      1 = SI

3) ¿Emplea el agua para lavado de ropa y utensilios de cocina?

0 = NO      1 = SI

4) ¿Emplea el agua para la preparación de alimentos y para beber?

0 = NO      1 = SI

5) ¿Almacena temporalmente el agua para beber?

0 = NO      1 = SI

6) Utiliza algún tipo de tratamiento para la purificación del agua (puriagua, cloro, hervido, solar, agregar jugo de limón o lima, utiliza semillas de moringa, filtro de agua, filtro de tela o carbón)

0 = NO      1 = SI

7) ¿Observa en el agua de consumo alguno de estos aspectos (¿coloración, mal sabor, material visible?)

0 = NO      1 = SI

8) ¿Han sufrido usted o su grupo familiar en el último año (2017 hasta la fecha actual) algún malestar o tipo de enfermedad por consumir el agua de la red, como lo son el cólera, diarrea y gastroenteritis, fiebre tifoidea y parasitismo intestinal?

0 = NO      1 = SI

9) ¿Considera que el agua suministrada es suficiente para la realización de las actividades domésticas?

0 = NO      1 = SI

10)      ¿Recibe el suministro de agua potable todos los días?

0 = NO      1 = SI

11)      ¿Recibe el suministro de agua potable 1 a 2 días por semana?

0 = NO      1 = SI

12)      ¿Recibe el suministro de agua potable 3 a 5 días por semana?

0 = NO      1 = SI

13)      ¿Recibe el suministro de agua 1 a 2 horas al día?

0 = NO      1 = SI

14)      ¿Recibe el suministro de agua 3 a 5 horas al día?

0 = NO      1 = SI

**Agua de Pozo**

15)      ¿Se abastece de agua de pozo?

0 = NO      1 = SI

16)      ¿Utiliza el agua de pozo diariamente?

0 = NO      1 = SI

17)      ¿Utiliza el agua de pozo 1 o 2 veces por semana?

0 = NO      1 = SI

18)      ¿Posee pozo?

0 = NO      1 = SI



19) ¿Emplea el agua para higiene y aseo personal?

0 = NO      1 = SI

20) ¿Emplea el agua para lavado de ropa y utensilios de cocina?

0 = NO      1 = SI

21) ¿Emplea el agua para la preparación de alimentos y para beber?

0 = NO      1 = SI

22) ¿Almacena temporalmente el agua para beber?

0 = NO      1 = SI

23) Utiliza algún tipo de tratamiento para la purificación del agua (puriagua, cloro, hervido, solar, agregar jugo de limón o lima, utiliza semillas de moringa, filtro de agua, filtro de tela o carbón)

0 = NO      1 = SI

24) ¿Observa en el agua de consumo alguno de estos aspectos (¿coloración, mal sabor, material visible?)

0 = NO      1 = SI

25) ¿Han sufrido usted o su grupo familiar en el último año (2017 hasta la fecha actual) algún malestar o tipo de enfermedad por consumir el agua de la red, como lo son el cólera, diarrea y gastroenteritis, fiebre tifoidea y parasitismo intestinal?

0 = NO      1 = SI

### **Agua de Río**

26) ¿Se abastece de agua de río?

0 = NO      1 = SI

27) ¿Utiliza el agua de río diariamente?

0 = NO      1 = SI

28)      ¿Utiliza el agua de río 1 o 2 veces por semana?

0 = NO      1 = SI

29)      ¿Emplea el agua para higiene y aseo personal?

0 = NO      1 = SI

30)      ¿Emplea el agua para lavado de ropa y utensilios de cocina?

0 = NO      1 = SI

31)      ¿Emplea el agua para la preparación de alimentos y para beber?

0 = NO      1 = SI

32)      ¿Almacena temporalmente el agua para beber?

0 = NO      1 = SI

33)      ¿Utiliza algún tipo de tratamiento para la purificación del agua (puriagua, cloro, hervido, solar, agregar jugo de limón o lima, utiliza semillas de moringa, filtro de agua, filtro de tela o carbón)?

0 = NO      1 = SI

34)      ¿Observa en el agua de consumo alguno de estos aspectos (coloración, mal sabor, material visible)?

0 = NO      1 = SI

35)      ¿Han sufrido usted o su grupo familiar en el último año (2017 hasta la fecha actual) algún malestar o tipo de enfermedad por consumir el agua de la red, como lo son el cólera, diarrea y gastroenteritis, fiebre tifoidea y parasitismo intestinal?

0 = NO      1 = SI

**Agua Lluvia**

36) ¿Se abastece de agua lluvia?

0 = NO      1 = SI

37) ¿Emplea el agua para higiene y aseo personal?

0 = NO      1 = SI

38) ¿Emplea el agua para lavado de ropa y utensilios de cocina?

0 = NO      1 = SI

39) ¿Emplea el agua para la preparación de alimentos y para beber?

0 = NO      1 = SI

40) ¿Almacena temporalmente el agua para beber?

0 = NO      1 = SI

41) Utiliza algún tipo de tratamiento para la purificación del agua (puriagua, cloro, hervido, solar, agregar jugo de limón o lima, utiliza semillas de moringa, filtro de agua, filtro de tela o carbón)

0 = NO      1 = SI

42) ¿Observa en el agua de consumo alguno de estos aspectos (¿coloración, mal sabor, material visible?)

0 = NO      1 = SI

43) ¿Han sufrido usted o su grupo familiar en el último año (2017 hasta la fecha actual) algún malestar o tipo de enfermedad por consumir el agua de la red, como lo son el cólera, diarrea y gastroenteritis, fiebre tifoidea y parasitismo intestinal?

0 = NO      1 = SI

**Agua envasada**

44) ¿Compran agua envasada?

0 = NO      1 = SI

45) ¿Utiliza el agua envasada diariamente?

0 = NO      1 = SI

46) ¿Utiliza el agua envasada 1 o 2 veces por semana?

0 = NO      1 = SI

47) ¿Emplea el agua para higiene y aseo personal?

0 = NO      1 = SI

48) ¿Emplea el agua para la preparación de alimentos y para beber?

0 = NO      1 = SI

49) ¿Utiliza algún tipo de tratamiento para la purificación del agua (puriagua, cloro, hervido, solar, agregar jugo de limón o lima, utiliza semillas de moringa, filtro de agua, filtro de tela o carbón)

0 = NO      1 = SI

50) ¿Observa en el agua de consumo alguno de estos aspectos (¿coloración, mal sabor, material visible?)

0 = NO      1 = SI

51) ¿Han sufrido usted o su grupo familiar en el último año (2017 hasta la fecha actual) algún malestar o tipo de enfermedad por consumir el agua de la red, como lo son el cólera, diarrea y gastroenteritis, fiebre tifoidea y parasitismo intestinal?

0 = NO      1 = SI

**Aguas residuales y excretas**

**Aguas residuales**

52) Utiliza algún sistema para el tratamiento a las aguas grises.

0 = NO      1 = SI

53) ¿El agua gris proveniente de las actividades domésticas las deposita en el patio o regadillo?

0 = NO      1 = SI

54) ¿El agua gris proveniente de las actividades domésticas las deposita en la calle?

0 = NO      1 = SI

55) ¿Sabe que las aguas grises depositadas en las calles tienen como cuerpo receptor quebradas y ríos, contaminando el agua de los mismos?

0 = NO      1 = SI

56) ¿Sabe que las aguas grises contaminan el aire?

0 = NO      1 = SI

57) ¿Conoce sobre la contaminación del suelo que provocan las aguas grises que no reciben ningún tratamiento y que son depositadas en este cuerpo receptor?

0 = NO      1 = SI

58) Usted sabe que evacuar las aguas grises en suelos y calles sin darle ningún tratamiento ayuda a la proliferación de vectores como moscas y mosquitos.

0 = NO      1 = SI

**Excretas**

59) ¿Posee alcantarillado sanitario?

0 = NO      1 = SI

60) ¿Su familia cuenta con un lugar en específico para la evacuación de excretas?

0 = NO      1 = SI

61) ¿Para la evacuación de excretas utiliza letrina de hoyo o fosa séptica?

0 = NO      1 = SI

62) ¿Para la evacuación de excretas utiliza Letrina Abonera Seca Familiar?

0 = NO      1 = SI

63) ¿Para la evacuación de excretas utiliza letrina solar?

0 = NO      1 = SI

64) ¿Está utilizando algún material absorbente para tratar las heces dentro del foso?

0 = NO      1 = SI

65) ¿Para la evacuación de excretas utiliza servicio con descarga de agua a alcantarillado público?

0 = NO      1 = SI

66) ¿Para la evacuación de excretas utiliza servicio con descarga de agua a fosa séptica o pozo resumidero?

0 = NO      1 = SI

67) ¿Realiza la evacuación de excretas a cielo abierto?

0 = NO      1 = SI

**Residuos sólidos**

68) ¿Genera residuos sólidos orgánicos (¿cáscara de frutas, verduras y huevos, hojas secas, etc.?)

0 = NO      1 = SI

69) ¿Genera residuos sólidos inorgánicos (papel, latas, vidrio, plásticos)?

0 = NO      1 = SI

70) ¿Cuenta en su vivienda con un recipiente para el almacenamiento de los residuos sólidos?

0 = NO      1 = SI

71) ¿Tiene tapado los recipientes donde deposita los residuos sólidos?

0 = NO      1 = SI

72) ¿Qué hace con los residuos que no son aprovechables, estas los bota a cielo abierto?

0 = NO      1 = SI

73) ¿Qué hace con los residuos que no le son aprovechables, deposita los residuos en quebradas y/o río?

0 = NO      1 = SI

74) ¿Qué hace con los residuos que no le son aprovechables, los quema o los entierra?

0 = NO      1 = SI

75) ¿Sabe que se desarrolla cáncer cuando la persona respira aire contaminado por la quema de basura?

0 = NO      1 = SI

76) ¿Qué hace con los residuos que no son aprovechables, la deposita en el camión recolector?

0 = NO      1 = SI

77) ¿Considera que el servicio que presta la municipalidad con el camión recolector de residuos sólidos es buena o regular?

0 = NO      1 = SI

78) ¿El personal recolector de residuos sólidos llega hasta cercanía de su vivienda?

0 = NO      1 = SI

79) ¿Considera que el impuesto que cobra la municipalidad por brindar el servicio de recolección de residuos sólidos es la cantidad adecuada

0 = NO      1 = SI

80) ¿Observa en la vivienda ratas, moscas, mosquitos (zancudos) o cucarachas?

0 = NO      1 = SI

81) ¿Han sufrido alguna vez usted o alguien de su grupo familiar se ha enfermado de alguna de las siguientes enfermedades Peste bubónica, Tifus murino, Leptospirosis, Fiebre tifoidea, Salmonelosis, Cólera, Amibiasis, Disentería, Malaria, Leishmaniasis, Fiebre amarilla, Dengue, Zika, Chikungunya, Filariasis?

0 = NO      1 = SI

82) De los residuos generados, ¿existe algún aprovechamiento de los mismos?

0 = NO      1 = SI



83) Para el aprovechamiento de los residuos sólidos ¿realiza compostaje domiciliario?

0 = NO      1 = SI

84) Para el aprovechamiento de los residuos sólidos ¿realiza compostaje comunitario?

0 = NO      1 = SI

85) Para el aprovechamiento de los residuos sólidos ¿realiza reciclaje?

0 = NO      1 = SI

86) Considera necesario implementar un plan con medidas estratégicas para mejorar el manejo de residuos sólidos en el municipio

*Anexo 1. 2. Guía resumida de entrevista para la población de la ciudad de Seseori.*

Universidad de El Salvador

Facultad Multidisciplinaria Oriental

Departamento de Ingeniería y Arquitectura

Sección de Ingeniería Civil



**Guía de entrevista**

Buenos días/tardes, somos estudiantes de la Universidad de El Salvador, de la Facultad Multidisciplinaria Oriental del Departamento de Ingeniería y Arquitectura, estamos realizando un trabajo de investigación en esta comunidad con fines académicos cuyo nombre es “Diagnóstico, evaluación y propuesta de solución a los problemas sanitarios en el municipio de Seseori, departamento de San Miguel”.

Pidiendo su colaboración para que responda unas preguntas, en un tiempo aproximado de 15 a 20 minutos.

**Propósito General de la Guía de Entrevista:**

Recopilar información solicitada en la guía de entrevista que permita conocer la situación actual en relación al saneamiento básico en las áreas de agua para consumo, manejo de las aguas residuales domésticas y excretas, así mismo como el manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Seseori del departamento de San Miguel.

**Disponibilidad de la Vivienda**

Desea participar  No desea participar  Vivienda Cerrada  Vivienda deshabitada

**Datos generales:**

Nombre del propietario: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Cantidad de miembros en la familia: \_\_\_\_\_

Tipo de tenencia

Propia  Alquilada  Colono o guardián

1) ¿De qué forma se abastece?

1. Red de agua potable
2. Pozo
3. río
4. Agua lluvia
5. Agua envasada
6. Red de agua potable y pozo
7. Red de agua potable y río
8. Red de agua potable y agua lluvia
9. Red de agua potable y agua envasada
10. Pozo y río
11. Pozo y agua lluvia
12. Pozo y agua envasada
13. De 3 o más formas de abastecerse

2) ¿Utilizan el agua potable para?

1. Higiene y aseo personal
2. Lavado de ropa y utensilios de cocina
3. Preparación de alimentos y para beber
4. Todas las anteriores
5. 1 y 2
6. 1 y 3
7. 2 y 3
8. Ninguna de las anteriores

3) ¿Utilizan el agua de pozo para?

1. Higiene y aseo personal
2. Lavado de ropa y utensilios de cocina
3. Preparación de alimentos y para beber
4. Todas las anteriores
5. 1 y 2
6. 1 y 3
7. 2 y 3
8. Ninguna de las anteriores

4) ¿Utilizan el agua de río para?

1. Higiene y aseo personal
2. Lavado de ropa y utensilios de cocina
3. Preparación de alimentos y para beber
4. Todas las anteriores
5. 1 y 2
6. 1 y 3
7. 2 y 3
8. Ninguna de las anteriores

5) ¿Utilizan el agua lluvia para?

1. Higiene y aseo personal
2. Lavado de ropa y utensilios de cocina
3. Preparación de alimentos y para beber
4. Todas las anteriores

5. 1 y 2

6. 1 y 3

7. 2 y 3

8. Ninguna de las anteriores

6) ¿Utilizan el agua envasada para?

1. Higiene y aseo personal

2. Lavado de ropa y utensilios de cocina

3. Preparación de alimentos y para beber

4. Todas las anteriores

5. 1 y 2

6. 1 y 3

7. 2 y 3

8. Ninguna de las anteriores

7) ¿Almacena temporalmente el agua de consumo?

1. SI

2. NO

8) ¿Utilizan algún tipo de tratamiento para la purificación del agua potable?

1. Puriagua

2. Cloro

3. Hervido

4. SODIS (solar)

5. Agrega jugo de limón o lima

6. Utiliza semillas de moringa

7. Filtro de agua
8. Filtro de tela o carbón
9. Ninguno
10. Más de 3 tipos de tratamiento 1, 2, 3, 4 y 7
11. 3 y 4
12. 2 y 3
13. 2 y 8
14. 4 y 8

9) ¿Utilizan algún tipo de tratamiento para la purificación del agua de pozo?

1. Puriagua
2. Cloro
3. Hervido
4. SODIS (solar)
5. Agrega jugo de limón o lima
6. Utiliza semillas de moringa
7. Filtro de agua
8. Filtro de tela o carbón
9. Ninguno
10. Más de 3 tipos de tratamiento 1, 2, 3, 4 y 7
11. 3 y 4
12. 2 y 3
13. 2 y 8
14. 4 y 8

10) ¿Utilizan algún tipo de tratamiento para la purificación del agua de río?

1. Puriagua
2. Cloro
3. Hervido
4. SODIS (solar)
5. Agrega jugo de limón o lima
6. Utiliza semillas de moringa
7. Filtro de agua
8. Filtro de tela o carbón
9. Ninguno
10. Más de 3 tipos de tratamiento 1, 2, 3, 4 y 7
11. 3 y 4
12. 2 y 3
13. 2 y 8
14. 4 y 8

11) ¿Utilizan algún tipo de tratamiento para la purificación del agua lluvia?

1. Puriagua
2. Cloro
3. Hervido
4. SODIS (solar)
5. Agrega jugo de limón o lima
6. Utiliza semillas de moringa
7. Filtro de agua

8. Filtro de tela o carbón
9. Ninguno
10. Más de 3 tipos de tratamiento 1, 2, 3, 4 y 7
11. 3 y 4
12. 2 y 3
13. 2 y 8
14. 4 y 8

12) ¿Utilizan algún tipo de tratamiento para la purificación del agua envasada?

1. Puriagua
2. Cloro
3. Hervido
4. SODIS (solar)
5. Agrega jugo de limón o lima
6. Utiliza semillas de moringa
7. Filtro de agua
8. Filtro de tela o carbón
9. Ninguno
10. Más de 3 tipos de tratamiento 1, 2, 3, 4 y 7
11. 3 y 4
12. 2 y 3
13. 2 y 8
14. 4 y 8



13) ¿Observan en el agua potable que bebe?

1. Color
2. Mal sabor
3. Material visible
4. Todas las anteriores: color, mal sabor, material visible
5. Color y mal sabor
6. Color y material visible
7. Mal sabor y material visible
8. Ninguna

14) ¿Observan en el agua de pozo que bebe?

1. Color
2. Mal sabor
3. Material visible
4. Todas las anteriores: color, mal sabor, material visible
5. Color y mal sabor
6. Color y material visible
7. Mal sabor y material visible
8. Ninguna

15) ¿Observan en el agua de río que bebe?

1. Color
2. Mal sabor
3. Material visible
4. Todas las anteriores: color, mal sabor, material visible

5. Color y mal sabor
6. Color y material visible
7. Mal sabor y material visible
8. Ninguna

16) ¿Observan en el agua lluvia que bebe?

1. Color
2. Mal sabor
3. Material visible
4. Todas las anteriores: color, mal sabor, material visible
5. Color y mal sabor
6. Color y material visible
7. Mal sabor y material visible
8. Ninguna

17) ¿Observan en el agua envasada que bebe?

1. Color
2. Mal sabor
3. Material visible
4. Todas las anteriores: color, mal sabor, material visible
5. Color y mal sabor
6. Color y material visible
7. Mal sabor y material visible
8. Ninguna

18) ¿Han presentado algún malestar por beber agua?

1. Agua potable
2. Agua de pozo
3. Agua de río
4. Agua lluvia
5. Agua envasada
6. Agua potable y agua de pozo
7. Agua potable y agua de río
8. Red de agua potable y agua lluvia
9. Red de agua potable y agua envasada
10. Pozo y río
11. Pozo y agua lluvia
12. Pozo y agua envasada
13. De 3 o más formas de abastecerse
14. No han sentido malestar

19) ¿Consideran que el agua suministrada por la red de agua potable es suficiente para realizar todas las actividades domésticas?

1. No
2. Si

20) Reciben el suministro de la red de agua potable, ¿Cuántos días por semana?

1. Todos los días
2. 1 a 2 días
3. 3 a 5 días

4. Ningún día
5. No está conectado

21) ¿Reciben el suministro de la red de agua potable?, ¿Cuántas horas por día?

1. 1 a 2 horas
2. 3 o más horas

22) Depositán las aguas que provienen de lavar ropa o utensilios de cocina o bañarse

a

1. Fosa séptica
2. Patio
3. Calle
4. Fosa séptica y patio
5. Fosa séptica y calle
6. Patio y calle

23) ¿Tienen conocimiento que las aguas sin ningún tratamiento que provienen de lavar ropa y utensilios de cocina o bañarse contaminan?

1. Ríos y quebradas
2. El aire
3. El suelo
4. Aumentan las moscas y los zancudos
5. Todas las anteriores
6. 1 y 2
7. 1 y 3
8. 1 y 4

9. 2 y 3

10. 2 y 4

11. 3 y 4

12. 1, 2 y 3

13. 1, 2 y 4

14. 1, 3 y 4

15. 2, 3 y 4

16. No tienen conocimiento

24) ¿Evacuan las excretas en?

1. Letrina de hoyo o fosa seca

2. Letrina Abonera Seca Familiar (LASF)

3. Letrina solar

4. Servicio lavable con descarga a fosa séptica

5. Servicio lavable con descarga a alcantarillado sanitario

6. Letrina de hoyo y LASF

7. Letrina de hoyo y servicio lavable con descarga a fosa séptica

8. Letrina de hoyo y servicio lavable con descarga ha alcantarillado sanitario

9. LASF y servicio lavable con descarga a fosa séptica

10. LASF y servicio lavable con descarga ha alcantarillado sanitario

11. A cielo abierto

12. Ninguno

13. Letrina y a cielo abierto

25) ¿Utilizan material absorbente para tratar las heces dentro del foso?

1. Cal
2. Ceniza
3. Tierra
4. Todos los anteriores
5. Cal y ceniza
6. Cal y tierra
7. Ceniza y tierra
8. Ninguno.

26) ¿Generan basura del tipo?

1. Orgánica
2. Inorgánica
3. Ambas
4. Ninguna

27) ¿Que hace con la basura orgánica?

1. La deposita en plantas
2. Compostaje
3. Se la dan a los animales
4. Las depositan en el camión recolector
5. 1, 3 y 4
6. 3 y 4
7. 1 y 4
8. Ninguno
9. 1 y 3

28) ¿Que hace con la basura inorgánica?

1. La recicla
2. La quema
3. La deposita en el camión recolector

4. Todas las anteriores
5. Recicla y quema
6. Recicla y deposita en camión recolector
7. Quema y deposita en el camión recolector
8. Ninguna

29) ¿Consideran que el servicio que presta el equipo recolector de basura es?

1. Buena
2. Mala
3. No pasa el tren de aseo
4. No la depositan

30) ¿Han observado en la vivienda animales cómo?

1. Ratones
2. Moscas
3. Zancudos
4. Cucarachas
5. Ninguno
6. Todos los anteriores
7. 2 y 3
8. 2, 3 y 4
9. 1, 3 y 4
10. 1, 2 y 3
11. 3 y 4
12. 1 y 4

13. 1, 2 y 4

14. 1 y 2

15. 1 y 3

16. 2 y 4

31) ¿Han sufrido enfermedades?

Moscas – cucarachas

1. Disentería

2. Cólera

3. Amibiasis

4. Parasitismo intestinal

5. Diarrea

6. Fiebre tifoidea

7. Salmonelosis

Zancudo

8. Chickungunya

9. Dengue

10. Zika

11. Fiebre amarilla

Ratas

12. Tifus murino

13. Leptospirosis

14. Ninguno



*Anexo 1. 3. Guía de entrevista para el encargado de Unidad Medio Ambiental de Sesori.*

**Universidad de El Salvador**  
**Facultad Multidisciplinaria Oriental**  
**Departamento de Ingeniería y Arquitectura**  
**Sección de Ingeniería Civil**



**Guía de entrevista**

Arq. Sandra Ruiz

Unidad Medio Ambiental de Sesori

Buenos días/tardes, somos estudiantes de la Universidad de El Salvador, de la Facultad Multidisciplinaria Oriental del Departamento de Ingeniería y Arquitectura, estamos realizando un trabajo de investigación en esta comunidad cuyo nombre es “Diagnóstico, evaluación y propuesta de solución a los problemas sanitarios en el municipio de Sesori, departamento de San Miguel” con fines académicos.

Pidiendo su colaboración para que responda unas preguntas, en un tiempo aproximado de 15 a 20 minutos.

**Propósito General de la Guía de Entrevista:**

Recopilar información solicitada en la guía de entrevista que permita conocer la situación actual en relación al saneamiento básico en las áreas de agua para consumo, manejo de las aguas residuales domésticas y excretas, así mismo como el manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Sesori del departamento de San Miguel.

- 1) ¿Cuenta con estudios relacionados a la fauna y la flora del municipio?
- 2) ¿Cuáles son los estudios relacionados a la fauna y la flora del municipio?
- 3) ¿Se han realizado estudios de infiltración en la ciudad de Sesorí?
- 4) ¿En qué año fue el último estudio de infiltración en la ciudad de Sesorí?
- 5) ¿Tienen identificadas las casas con las que cuentan pozos de absorción, zanjas de arena y campo de riego?
- 6) ¿Qué institución promovió la perforación del pozo no. 2 ubicado en Queseritas?
- 7) ¿Qué hacen para contrarrestar los problemas sanitarios?

*Anexo 1. 4. Guía de entrevista para el Alcalde Municipal de Sesori.*

Universidad de El Salvador

Facultad Multidisciplinaria Oriental

Departamento de Ingeniería y Arquitectura

Sección de Ingeniería Civil



**Guía de entrevista**

Sr. René Alexander Portillo.

Alcalde municipal de Sesori.

Buenos días/tardes, somos estudiantes de la Universidad de El Salvador, de la Facultad Multidisciplinaria Oriental del Departamento de Ingeniería y Arquitectura, estamos realizando un trabajo de investigación en esta comunidad cuyo nombre es “Diagnóstico, evaluación y propuesta de solución a los problemas sanitarios en el municipio de Sesori, departamento de San Miguel” con fines académicos.

Pidiendo su colaboración para que responda unas preguntas, en un tiempo aproximado de 15 a 20 minutos.

**Propósito General de la Guía de Entrevista:**

Recopilar información solicitada en la guía de entrevista que permita conocer la situación actual en relación al saneamiento básico en las áreas de agua para consumo, manejo de las aguas residuales domésticas y excretas, así mismo como el manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Sesori del departamento de San Miguel.



*Anexo 1. 5. Guía de entrevista para Inspector de Saneamiento de la UCSFE*  
**Universidad de El Salvador**

**Facultad Multidisciplinaria Oriental**  
**Departamento de Ingeniería y Arquitectura**  
**Sección de Ingeniería Civil**



**Guía de entrevista**

Sr. Gerardo Aguilar.

Inspector de saneamiento del municipio de Sesorí.

Buenos días/tardes, somos estudiantes de la Universidad de El Salvador, de la Facultad Multidisciplinaria Oriental del Departamento de Ingeniería y Arquitectura, estamos realizando un trabajo de investigación en esta comunidad cuyo nombre es “Diagnóstico, evaluación y propuesta de solución a los problemas sanitarios en el municipio de Sesorí, departamento de San Miguel” con fines académicos.

Pidiendo su colaboración para que responda unas preguntas, en un tiempo aproximado de 15 a 20 minutos.

**Propósito General de la Guía de Entrevista:**

Recopilar información solicitada en la guía de entrevista que permita conocer la situación actual en relación al saneamiento básico en las áreas de agua para consumo, manejo de las aguas residuales domésticas y excretas, así mismo como el manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Sesorí del departamento de San Miguel.



*Anexo 1. 6. Guía de entrevista para el director de UCSFE de Sesori*  
**Universidad de El Salvador**

**Facultad Multidisciplinaria Oriental**  
**Departamento de Ingeniería y Arquitectura**  
**Sección de Ingeniería Civil**



**Guía de entrevista**

Director (Dr). Manuel Enrique Lovo

Unidad de Salud Especializada de Sesori.

Buenos días/tardes, somos estudiantes de la Universidad de El Salvador, de la Facultad Multidisciplinaria Oriental del Departamento de Ingeniería y Arquitectura, estamos realizando un trabajo de investigación en esta comunidad cuyo nombre es “Diagnóstico, evaluación y propuesta de solución a los problemas sanitarios en el municipio de Sesori, departamento de San Miguel” con fines académicos.

Pidiendo su colaboración para que responda unas preguntas, en un tiempo aproximado de 15 a 20 minutos.

**Propósito General de la Guía de Entrevista:**

Recopilar información de los casos consultados por enfermedades de origen hídrico en la ciudad de Sesori en los últimos tres años (2016- 2018).

- ✓ ¿Qué tipo de consultas atienden en las unidades rurales?
  
- ✓ ¿Cuáles son las enfermedades más comunes que se han presentado en la unidad de salud de Sesori?
  
- ✓ ¿Se han dado casos con enfermedades de origen hídrico?
  
- ✓ ¿Tienen un control sobre las enfermedades de origen hídrico?
  
- ✓ ¿Cómo se procede cuando se presentan pacientes con enfermedades leves, moderadas o graves en la unidad de salud de Sesori?
  
- ✓ ¿Con que equipo o herramientas cuentan en la unidad de salud para dar atención a los pacientes?
  
- ✓ ¿Cuándo se presenta un paciente con alguna enfermedad grave, que hacen como unidad de salud?
  
- ✓ ¿Hacia dónde realizan los traslados?
  
- ✓ ¿Tienen los porcentajes de los casos por enfermedades de origen hídrico de los últimos tres años registrados en la unidad de salud de Sesori?



9.2 Anexo 2. Imágenes.

*Imagen 62. Inicio de levantamiento topográfico.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*

*Imagen 63. . Muestreo de pozo artesanal.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*

*Imagen 64. Entrevista con el Inspector de Saneamiento Ambiental.*



*Fuente: Grupo de Tesis (2018).*

9.3 Anexo 3. Resultados de prueba de calidad de agua a pozos artesanales.

*Ensayo de calidad de agua 1. Barrio El Calvario.*

|   |  |  |                         |
|---|--|--|-------------------------|
|  | <b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD REGION ORIENTAL</b> |  | CODIGO P G - 2 8 F 1-SM |
|   | <b>REGISTRO</b>  |  | N°                      |
|   | <b>NOMBRE: INFORME DE ENSAYO DE AGUA</b>                 |  | PAGINA: 1 de 1          |
| Código de Muestra: 0  |  | Identificación de Muestra: LERO180197      |                         |
| Cliente: REQUERIMIENTO ESPECIAL, REGION ORIENTAL                                  |  | Fecha de Recepcion: 06-03-2018 Hora :13:55 |                         |
| Dirección: BARRIO EL CALVARIO, SOBRE CALLE LA RONDA, SESORI, SAN MIGUEL           |  | Fecha de Análisis: 06-03-2018 Hora: 14:10  |                         |
| Muestreador: MIGUEL ANGEL ORDOÑEZ(REGION ORIENTAL)                                |  | Tipo de Muestra Analizada: CRUDA           |                         |
| Punto de Muestreo: TUBERIA DEL POZO   |  | Parametros de acuerdo a NSO 13.07.01.08    |                         |
| Plan de Muestreo: Poblacional   |  | <b>COMPLETO</b>                            |                         |
| Fecha de Muestreo: 06-03-2018 Hora: 10:40   |  |  |                         |

| Parámetros de Campo    | Resultado | Unidad | Límite máximo Permissible | Método de Referencia                        |
|------------------------|-----------|--------|---------------------------|---|
| Cloro Residual         | CRUDA     | mg/L   | 0.3 -- 1.1                | 4500 - Cl G DPD<br>Colorimetric Method APHA |
| Temperatura de Muestra | 29.3      | °C     | No Rechazable             | 2550 B Laboratory and Field Method APHA     |

**RESULTADOS ANALITICOS**

| Parámetros de Laboratorio | Resultados | Unidad    | Límite máximo Permissible | Método de Referencia   |
|---------------------------|------------|-----------|---------------------------|--|
| Coliformes Totales        | 7,900      | NMP/100mL | <1.1                      | 9223 B Enzyme Sustrate Test APHA   |
| Escherichia Coli          | 7,900      | NMP/100mL | <1.1                      | 9223 B Enzyme Sustrate Test APHA   |
| Bacterias Heterótrofas    | 880        | UFC/mL    | 100                       | 9215-B Pour Plate Method APHA  |
| Color Verdadero           | -          | U pt-Co   | 15                        | Method 120 HACH APHA   |
| Olor                      | NINGUNO    | ---       | No rechazable             | Tabla - Organoléptico. APHA  |
| Turbidez                  | 0.29       | NTU       | 5                         | 2130 B Nephelometric Method APHA   |
| pH                        | 6.51       | ---       | 6.0 - 8.5                 | 4500-H + B Electrometric Method APHA                                       |
| Sólidos Disueltos Totales | 535        | mg/L      | 1000                      | Electrométrico APHA  |
| Sulfatos                  | 25.977     | mg/L      | 400                       | 4500 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> Turbidimetric Method APHA               |
| Aluminio                  | -          | mg/L      | 0.2                       | 3500-Al B Eriocromo Cyanine R APHA   |
| Dureza Total              | 532.954    | mg/L      | 500                       | 2340 C. EDTA Titrimetric Method APHA                                       |
| Zinc                      | -          | mg/L      | 5.0                       | 3500 - Zn B, Section 3111 B. APHA  |
| Nitratos                  | -          | mg/L      | 45                        | 4500- NO <sub>3</sub> B Metodo Espectrometrico ultravioleta selectiva APHA |
| Hierro Total              | 0.076      | mg/L      | 0.3                       | 3500- Fe B Phenantroline Method APHA                                       |
| Manganeso Total           | <0.026     | mg/L      | 0.1                       | 3500- Mn B Persulfate Method APHA  |
| Fluor                     | -          | mg/L      | 1.0                       | 4500-F-C Ión Selective Electrode APHA                                      |
| Cianuros                  | -          | mg/L      | 0.05                      | 4500-CN-F Cyanide Selective Electrode APHA                                 |
| Niquel                    | -          | mg/L      | 0.02                      | 3500 Ni Section 3111 B APHA  |

\* Metodos Acreditados

Observaciones:

Autorizado por:

LIC. CECILIA MARAVILLA DE GARCIA  
COORDINADORA DE LABORATORIO

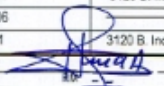
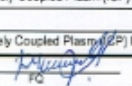


Avenida Las Magnolias, Col. Escalan, San Miguel  
Nota: Los resultados corresponden a la muestra ensayada

laboratorio@anda.gob.sv

| LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD        |   | CODIGO: PG-28F1                  |  |  |
|--|---|----------------------------------|--|--|
| REGISTRO                                 |   | N° <b>LO181578</b>               |  |  |
| NOMBRE: INFORME DE ENSAYO DE AGUA        |   | PAGINA: 1 de 1                   |  |  |
| Código de Muestra:                       | 0   | Identificación de Muestra:       | LO181578                                 |  |
| Cliente:                                 | GERENCIA REGION ORIENTAL                            | Fecha de Recepción:              | 09-03-2018 Hora: 13:30                   |  |
| Dirección:                               | Bo. EL CALVARIO S/CALLE LA RONDA, SESOR, SAN MIGUEL | Fecha de Análisis:               | 03-12-2018 Hora: 17:05                   |  |
| Punto de Muestreo:                       | TUBERIA DIRECTA DEL POZO                            | Tipo de Muestra Analizada:       | CRUDA                                    |  |
| Plan de Muestreo:                        | Poblacional   | Tipo de Analisis NSO 13.07.01.08 | COMPLETO                                 |  |
| Fecha de Muestreo:                       | 06-03-2018 Hora: 10:40                              |                                  |  |  |
| Parámetros de Laboratorio                | Resultados  | Unidad                           | Limite máximo Permisible NSO 13.07.01.08 | Método de Referencia   |
| Cloro Residual                           | CRUDA   | mg/L                             | 0.3 - 1.1                                | 4500 - Cl G. DPD Colorimetric Method. APHA   |
| Temperatura de Muestra                   | 29.3  | °C                               | No Rechazable                            | 2550 B. Laboratory and Field Method. APHA  |
| Coliformes Totales *                     | -   | NMP/100mL                        | <1.8                                     | 9223 B. Enzyme Substrate Test. a. Multiple-tube procedure. APHA                              |
| Coliformes Fecales                       | -   | NMP/100mL                        | <1.8                                     | 9221 E. Fecal Coliform Procedure. Method APHA  |
| Escherichia coli *                       | -   | NMP/100mL                        | <1.8                                     | 9223 B. Enzyme Substrate Test. a. Multiple-tube procedure. APHA                              |
| Bacterias Heterótrofas *                 | -   | UFC/mL                           | 100                                      | 9215 - B. Pour Plate Method. APHA  |
| Color Verdadero                          | -   | pt-Co                            | 15                                       | 2120 B. Visual Comparison Method. APHA   |
| Olor                                     | NINGUNO   | -----                            | No rechazable                            | Tabla - Organoleptico  |
| Turbidez *                               | -   | UNT                              | 5  | 2130 B. Nephelometric Method. APHA   |
| pH *                                     | -   | -----                            | 6.0 - 8.5                                | 4500 - H 3. Electrometric Method. APHA   |
| Sólidos Disueltos Totales                | -   | mg/L                             | 1000                                     | Electrométrico   |
| Sulfatos                                 | -   | mg/L                             | 400.00                                   | 4500 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E Turbidimetric Method. APHA                              |
| Aluminio                                 | -   | mg/L                             | 0.2                                      | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Dureza Total *                           | -   | mg/L                             | 500                                      | 2340 C. EDTA Titrimetric Method. APHA  |
| Zinc *                                   | <0.009  | mg/L                             | 5.00                                     | 3500 - Zn-A. AA Method Selection 3111B. APHA   |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | -   | mg/L                             | 45.00                                    | 4500 - NO <sub>3</sub> Nitrogeno (Nitrate) B Ultravioleta Spectrophotometric Screening. APHA |
| Nitritos (como Nitrogeno)                | -   | mg/L                             | 1.00                                     | -----  |
| Boro                                     | -   | mg/L                             | 0.30                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Hierro Total *                           | -   | mg/L                             | 0.30                                     | 3500 - Fe A. AA Method Section 3111 B. APHA  |
| Manganeso Total *                        | -   | mg/L                             | 0.1                                      | 3500 - Mn A. AA Method Section 3111 B. APHA  |
| Fluor                                    | 0.23  | mg/L                             | 1.00                                     | 4500 - F <sup>-</sup> C. Ion selective Electrode Method. APHA                                |
| Bario                                    | -   | mg/L                             | 0.70                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Arsenico *                               | <0.002  | mg/L                             | 0.01                                     | 3500 - As A. 3113 B. Electrothermal AA Spectrometric Method. APHA                            |
| Cadmio                                   | -   | mg/L                             | 0.003                                    | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Cianuros                                 | -   | mg/L                             | 0.05                                     | Metodo Spectroquant 14561  |
| Cromo                                    | -   | mg/L                             | 0.05                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Mercurio                                 | -   | mg/L                             | 0.001                                    | -----  |
| Niquel                                   | -   | mg/L                             | 0.02                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Plomo                                    | -   | mg/L                             | 0.01                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Antimonio                                | -   | mg/L                             | 0.006                                    | -----  |
| Selenio                                  | -   | mg/L                             | 0.01                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |

\* Métodos Acreditados \*\* Fuera de Rango \*\*\* Interferencia de Matriz

Revisado por:   Micro

Observaciones: PENDIENTE PARAMETROS (ICP)

Autorizado por:

J.C. DOUBLAS ERNESTO GARCIA  
JEFE DEL LABORATORIO



Ensayo de calidad de agua 2. Barrio El Centro

|   |  |                        |
|---|--|------------------------|
|  | <b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD<br/>REGION ORIENTAL</b> | CODIGOP G - 2 8 F 1-SM |
|   | <b>REGISTRO</b>  | N°                     |
|   | <b>NOMBRE: INFORME DE ENSAYO DE AGUA</b>                     | PAGINA: 1 de 1         |
| Código de Muestra: 0  | Identificación de Muestra: LERO180198                        |                        |
| Cliente: REQUERIMIENTO ESPECIAL, REGION ORIENTAL                                  | Fecha de Recepcion: 06-03-2018 Hora : 13:55                  |                        |
| Dirección: BARRIO SAN JUAN, FRENTE A CARROZA MONSEÑOR ROMERO, SESORI, SAN MIGUEL  | Fecha de Análisis: 06-03-2018 Hora: 14:10                    |                        |
| Muestreador: MIGUEL ANGEL ORDOÑEZ(REGION ORIENTAL)                                | Tipo de Muestra Analizada: CRUDA                             |                        |
| Punto de Muestreo: TUBERIA DEL POZO   | Parametros de acuerdo a NSO 13.07.01.08                      |                        |
| Plan de Muestreo: Poblacional   | COMPLETO   |                        |
| Fecha de Muestreo: 06-03-2018 Hora: 10:55   |  |                        |

| Parámetros de Campo    | Resultado | Unidad | Límite máximo Permissible | Método de Referencia                        |
|------------------------|-----------|--------|---------------------------|---|
| Cloro Residual         | CRUDA     | mg/L   | 0.3 -- 1.1                | 4500 - Cl G DPD<br>Colorimetric Method APHA |
| Temperatura de Muestra | 30.2      | °C     | No Rechazable             | 2550 B Laboratory and Field Method APHA     |

RESULTADOS ANALITICOS

| Parámetros de Laboratorio | Resultados | Unidad    | Límite máximo Permissible | Método de Referencia   |
|---------------------------|------------|-----------|---------------------------|--|
| Coliformes Totales        | <1,600     | NMP/100mL | <1.1                      | 9223 B Enzyme Substrate Test APHA  |
| Escherichia Coli          | 170        | NMP/100mL | <1.1                      | 9223 B Enzyme Substrate Test APHA  |
| Bacterias Heterótrofas    | 1600       | UFC/mL    | 100                       | 9215-B Pour Plate Method APHA  |
| Color Verdadero           | -          | U pt-Co   | 15                        | Method 120 HACH APHA   |
| Olor                      | NINGUNO    | —         | No rechazable             | Tabla - Organoléptico. APHA  |
| Turbidez                  | 0.50       | NTU       | 5                         | 2130 B Nephelometric Method APHA   |
| pH                        | 6.53       | —         | 6.0 - 8.5                 | 4500-H + B Electrometric Method APHA                                       |
| Solidos Disueltos Totales | 340        | mg/L      | 1000                      | Electrométrico APHA  |
| Sulfatos                  | 29.675     | mg/L      | 400                       | 4500 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> Turbidimetric Method APHA               |
| Aluminio                  | -          | mg/L      | 0.2                       | 3500-Al B Eriocromo Cyanine R APHA   |
| Dureza Total              | 278.347    | mg/L      | 500                       | 2340 C. EDTA Titrimetric Method APHA                                       |
| Zinc                      | -          | mg/L      | 5.0                       | 3500 - Zn B, Section 3111 B. APHA  |
| Nitratos                  | -          | mg/L      | 45                        | 4500- NO <sub>3</sub> B Metodo Espectrometrico ultravioleta selective APHA |
| Hierro Total              | <0.050     | mg/L      | 0.3                       | 3500- Fe B Phenantroline Method APHA                                       |
| Manganeso Total           | <0.026     | mg/L      | 0.1                       | 3500- Mn B Persulfate Method APHA  |
| Fluor                     | -          | mg/L      | 1.0                       | 4500-F-C Ion Selective Electrode APHA                                      |
| Cianuros                  | -          | mg/L      | 0.05                      | 4500-CN-F Cyanide Selective Electrode APHA                                 |
| Niquel                    | -          | mg/L      | 0.02                      | 3500 Ni Section 3111 B APHA  |

\* Metodos Acreditados

Observaciones:

Autorizado por:


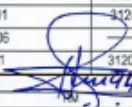
LIC. CECILIA MARAVILLA DE GARCIA

COORDINADORA DE LABORATORIO



Avenida Las Magnolias, Col. Escalen, San Miguel  
 Nota: Los resultados corresponden a la muestra ensayada

laboratorio@anda.gob.sv


|    | LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD |  | CODIGO: P G - 28 F 1                     |  |
|---|-----------------------------------|--|--|--|
|   | REGISTRO                          |  | N° <b>10181579</b>                       |  |
|   | NOMBRE: INFORME DE ENSAYO DE AGUA |  | PAGINA: 1 de 1                           |  |
| Código de Muestra: 0  |                                   | Identificación de Muestra: LO181579        |  |  |
| Cliente: GERENCIA REGION ORIENTAL   |                                   | Fecha de Recepción: 09-03-2018 Hora: 13:30 |  |  |
| Dirección: Bv. SAN JUAN FTE. A CANCHA MONSEÑOR ROMERO, SESORI, SAN MIGUEL   |                                   | Fecha de Análisis: 03-12-2018 Hora: 17:10  |  |  |
| Punto de Muestreo: TUBERIA DIRECTA DEL POZO   |                                   | Tipo de Muestra Analizada: CRUDA           |  |  |
| Plan de Muestreo: Poblacional   |                                   | Tipo de Análisis NSO 13.07.01.08: COMPLETO |  |  |
| Fecha de Muestreo: 06-03-2018 Hora: 10:55   |                                   |  |  |  |
| Parámetros de Laboratorio   | Resultados                        | Unidad                                     | Límite máximo Permisible NSO 13.07.01.08 | Método de Referencia   |
| Cloro Residual  | CRUDA                             | mg/L                                       | 0.3 - 1.1                                | 4500 - Cl G. DPD Colorimetric Method. APHA   |
| Temperatura de Muestra  | 30.3                              | °C   | No Rechazable                            | 2550 B. Laboratory and Field Method. APHA  |
| Coliformes Totales *  | -                                 | NMP/100mL                                  | <1.8                                     | 9223 B. Enzyme Substrate Test. a. Multiple-tube procedure. APHA                              |
| Coliformes Fecales  | -                                 | NMP/100mL                                  | <1.8                                     | 9221 E. Fecal Coliform Procedure. Method APHA  |
| Escherichia coli *  | -                                 | NMP/100mL                                  | <1.8                                     | 9223 B. Enzyme Substrate Test. a. Multiple-tube procedure. APHA                              |
| Bacterias Heterótrofas *  | -                                 | UFC/mL                                     | 100                                      | 9215 - B. Pour Plate Method. APHA  |
| Color Verdadero   | -                                 | pt-Co                                      | 15                                       | 2120 B. Visual Comparison Method. APHA   |
| Olor  | NINGUNO                           | ---  | No rechazable                            | Tabla - Organoleptico  |
| Turbidez *  | -                                 | UNT  | 5  | 2130 B. Nephelometric Method. APHA   |
| pH *  | -                                 | ---  | 6.0 - 8.5                                | 4500 - H *3. Electrometric Method. APHA  |
| Sólidos Disueltos Totales   | -                                 | mg/L                                       | 1000                                     | Electrométrico   |
| Sulfatos  | -                                 | mg/L                                       | 400.00                                   | 4500 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E Turbidimetric Method. APHA                              |
| Aluminio  | -                                 | mg/L                                       | 0.2                                      | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Dureza Total *  | -                                 | mg/L                                       | 500                                      | 2340 C. EDTA Titrimetric Method. APHA  |
| Zinc *  | <0.009                            | mg/L                                       | 5.00                                     | 3500-Zn-A. AA Method Section 3111B. APHA   |
| Nitros (NO <sup>2</sup> )   | -                                 | mg/L                                       | 45.00                                    | 4500 - NO <sub>3</sub> Nitrogeno (Nitrate) B Ultravioleta Spectrophotometric Screening. APHA |
| Nitritos (como Nitrogeno)   | -                                 | mg/L                                       | 1.00                                     | ---  |
| Boro  | -                                 | mg/L                                       | 0.30                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Hierro Total *  | -                                 | mg/L                                       | 0.30                                     | 3500 - Fe A. AA Method Section 3111 B. APHA  |
| Manganeso Total *   | -                                 | mg/L                                       | 0.1                                      | 3500 - Mn A. AA Method Section 3111 B. APHA  |
| Fluor   | 0.24                              | mg/L                                       | 1.00                                     | 4500 - F <sup>-</sup> C. Ion selective Electrode Method. APHA                                |
| Bario   | -                                 | mg/L                                       | 0.70                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Arsenio *   | <0.002                            | mg/L                                       | 0.01                                     | 3500 - As A. 3113 B. Electrothermal AA Spectrometric Method. APHA                            |
| Cadmio  | -                                 | mg/L                                       | 0.003                                    | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Cianuros  | -                                 | mg/L                                       | 0.05                                     | Metodo Spectroquant 14561  |
| Cromo   | -                                 | mg/L                                       | 0.05                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Mercurio  | -                                 | mg/L                                       | 0.001                                    | ---  |
| Niquel  | -                                 | mg/L                                       | 0.02                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Plomo   | -                                 | mg/L                                       | 0.01                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Antimonio   | -                                 | mg/L                                       | 0.005                                    | ---  |
| Selenio   | -                                 | mg/L                                       | 0.01                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| * Métodos Acreditados ** Fuera de Rango *** Interferencia de Matriz Revisado por:  JFC Micro |                                   |  |  |  |
| Observaciones: PENDIENTE PARAMETROS (ICP)   |                                   |  |  |  |

Autorizado por:

  
**DR. DOUGLAS ERNESTO GARCIA**  
 JEFE DEL LABORATORIO



*Ensayo de calidad de agua 3. barrio San Juan.*

|   |  |  |   |  |
|---|--|--|---|--|
|  | <b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD<br/>REGION ORIENTAL</b> |  | CODIGO: P G - 2 8 F 1-SM                    |  |
|   | <b>REGISTRO</b>  |  | N°  |  |
|   | <b>NOMBRE: INFORME DE ENSAYO DE AGUA</b>                     |  | PAGINA: 1 de 1                              |  |
| Código de Muestra: 0  |  |  | Identificación de Muestra: LERO180199       |  |
| Cliente: REQUERIMIENTO ESPECIAL, REGION ORIENTAL                                  |  |  | Fecha de Recepción: 06-03-2018 Hora : 13:55 |  |
| Dirección: BARRIO SAN JUAN, SALIDA A SAN LUIS DE LA REINA, SESORI, SAN MIGUEL     |  |  | Fecha de Análisis: 06-03-2018 Hora: 14:10   |  |
| Muestreador: MIGUEL ANGEL ORDOÑEZ (REGION ORIENTAL)                               |  |  | Tipo de Muestra Analizada: CRUDA            |  |
| Punto de Muestreo: TUBERIA DEL POZO   |  |  | Parametros de acuerdo a NSO 13.07.01.08     |  |
| Plan de Muestreo: Poblacional   |  |  | COMPLETO                                    |  |
| Fecha de Muestreo: 06-03-2018 Hora: 11:11   |  |  |   |  |

| Parámetros de Campo    | Resultado | Unidad | Límite máximo Permissible | Método de Referencia                        |
|------------------------|-----------|--------|---------------------------|---|
| Cloro Residual         | CRUDA     | mg/L   | 0.3 -- 1.1                | 4500 - Cl G DPD<br>Colorimetric Method APHA |
| Temperatura de Muestra | 29.2      | °C     | No Rechazable             | 2550 B Laboratory and Field Method APHA     |

**RESULTADOS ANALITICOS**

| Parámetros de Laboratorio | Resultados | Unidad    | Límite máximo Permissible | Método de Referencia   |
|---------------------------|------------|-----------|---------------------------|--|
| Coliformes Totales        | 7,900      | NMP/100mL | <1.1                      | 9223 B Enzyme Substrate Test APHA  |
| Escherichia Coli          | 330        | NMP/100mL | <1.1                      | 9223 B Enzyme Substrate Test APHA  |
| Bacterias Heterótrofas    | 1600       | UFC/mL    | 100                       | 9215-B Pour Plate Method APHA  |
| Color Verdadero           | -          | U pt-Co   | 15                        | Method 120 HACH APHA   |
| Olor                      | NINGUNO    | ---       | No rechazable             | Tabla - Organoléptico. APHA  |
| Turbidez                  | 1.63       | NTU       | 5                         | 2130 B Nephelometric Method APHA   |
| pH                        | 6.88       | ---       | 6.0 - 8.5                 | 4500-H + B Electrometric Method APHA                                       |
| Sólidos Disueltos Totales | 358        | mg/L      | 1000                      | Electrométrico APHA  |
| Sulfatos                  | 35.120     | mg/L      | 400                       | 4500 SO <sub>4</sub> 2- Turbidimetric Method APHA                          |
| Aluminio                  | -          | mg/L      | 0.2                       | 3500-Al B. Eriocromo Cyanine R APHA  |
| Dureza Total              | 292.905    | mg/L      | 500                       | 2340 C. EDTA Titrimetric Method APHA                                       |
| Zinc                      | -          | mg/L      | 5.0                       | 3500 - Zn B, Section 3111 B. APHA  |
| Nitratos                  | -          | mg/L      | 45                        | 4500- NO <sub>3</sub> B Metodo Espectrometrico ultravioleta selectiva APHA |
| Hierro Total              | 0.067      | mg/L      | 0.3                       | 3500- Fe B Phenantroline Method APHA                                       |
| Manganeso Total           | <0.026     | mg/L      | 0.1                       | 3500- Mn B Persulfate Method APHA  |
| Fluor                     | -          | mg/L      | 1.0                       | 4500-F-C Ión Selective Electrode APHA                                      |
| Cianuros                  | -          | mg/L      | 0.05                      | 4500-CN-F Cyanide Selective Electrode APHA                                 |
| Niquel                    | -          | mg/L      | 0.02                      | 3500 Ni Section 3111 B APHA  |

\* Metodos Acreditados

Observaciones:

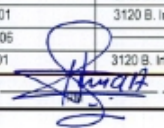

Autorizado por:

LIC. CECILIA MARAVILLA DE GARCIA  
COORDINADORA DE LABORATORIO



Avenida Las Magnolias, Col. Escuelas, San Miguel  
Nota: Los resultados corresponden a la muestra ensayada

laboratorio@anda.gob.sv

| LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  |  | CODIGO: P G - 2 8 F 1 |  |   |
|--|--|-----------------------|--|---|
| REGISTRO   |  | N° <b>10181580</b>    |  |   |
| NOMBRE: INFORME DE ENSAYO DE AGUA  |  | PAGINA: 1 de 1        |  |   |
| Código de Muestra: 0   | Identificación de Muestra: LO181580        |                       |  |   |
| Cliente: GERENCIA REGION ORIENTAL  | Fecha de Recepción: 09-03-2018 Hora: 13:30 |                       |  |   |
| Dirección: Bo. SAN JUAN SALIDA A SAN LUIS DE LA REINA, SESORI, SAN MIGUEL  | Fecha de Análisis: 16-03-2018 Hora: 15:45  |                       |  |   |
| Punto de Muestreo: TUBERIA DIRECTA DEL POZO  | Tipo de Muestra Analizada: CRUDA           |                       |  |   |
| Plan de Muestreo: Poblacional  | Tipo de Analisis NSO 13.07.01.08: COMPLETO |                       |  |   |
| Fecha de Muestreo: 06-03-2018 Hora: 11:11  |  |                       |  |   |
| Parámetros de Laboratorio  | Resultados                                 | Unidad                | Limite máximo Permisible NSO 13.07.01.08 | Método de Referencia  |
| Cloro Residual   | CRUDA                                      | mg/L                  | 0.3 - 1.1                                | 4500 - Cl G. DPD Colorimetric Method. APHA  |
| Temperatura de Muestra   | 29.2                                       | °C                    | No Rechazable                            | 2550 B. Laboratory and Field Method. APHA   |
| Coliformes Totales *   | -  | NMP/100mL             | <1.8                                     | 9223 B. Enzyme Substrate Test. a. Multiple-tube procedure. APHA                             |
| Coliformes Fecales   | -  | NMP/100mL             | <1.8                                     | 9221 E. Fecal Coliform Procedure. Method APHA   |
| Escherichia coli *   | -  | NMP/100mL             | <1.8                                     | 9223 B. Enzyme Substrate Test. a. Multiple-tube procedure. APHA                             |
| Bacterias Heterotofas *  | -  | UFC/mL                | 100                                      | 9215 - B. Pour Plate Method. APHA   |
| Color Verdadero  | -  | pt-Co                 | 15                                       | 2120 B. Visual Comparison Method. APHA  |
| Clor   | NINGUNO                                    | ---                   | No rechazable                            | Table - Organoleptico   |
| Turbidez *   | -  | UNT                   | 5  | 2130 B. Nephelometric Method. APHA  |
| pH *   | -  | ---                   | 6.0 - 8.5                                | 4500 - H *3. Electrometric Method. APHA   |
| Sólidos Disueltos Totales  | -  | mg/L                  | 1000                                     | Electrométrico  |
| Sulfatos   | -  | mg/L                  | 400.00                                   | 4500 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E Turbidimetric Method. APHA                             |
| Aluminio   | -  | mg/L                  | 0.2                                      | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA   |
| Dureza Total *   | -  | mg/L                  | 500                                      | 2340 C. EDTA Titrimetric Method. APHA   |
| Zinc *   | <0.009                                     | mg/L                  | 5.00                                     | 3500 - Zn - A. AA Method Section 3111B. APHA  |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )   | -  | mg/L                  | 45.00                                    | 4500 - NO <sub>3</sub> Nitrogen (Nitrate) B Ultravioleta Spectrophotometric Screening. APHA |
| Nitritos (como Nitrogeno)  | -  | mg/L                  | 1.00                                     | ---   |
| Boro   | -  | mg/L                  | 0.30                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA   |
| Hierro Total *   | -  | mg/L                  | 0.30                                     | 3500 - Fe A. AA Method Section 3111 B. APHA   |
| Manganeso Total *  | -  | mg/L                  | 0.1                                      | 3500 - Mn A. AA Method Section 3111 B. APHA   |
| Fluor  | 0.24                                       | mg/L                  | 1.00                                     | 4500 - F <sup>-</sup> C. Ion selective Electrode Method. APHA                               |
| Bario  | -  | mg/L                  | 0.70                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA   |
| Arsenico *   | <0.002                                     | mg/L                  | 0.01                                     | 3500 - As A. 3113 B. Electrothermal AA Spectrometric Method. APHA                           |
| Cadmio   | -  | mg/L                  | 0.003                                    | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA   |
| Cianuros   | -  | mg/L                  | 0.05                                     | Metodo Spectroquant 14561   |
| Cromo  | -  | mg/L                  | 0.05                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA   |
| Mercurio   | -  | mg/L                  | 0.001                                    | ---   |
| Niquel   | -  | mg/L                  | 0.02                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA   |
| Piomo  | -  | mg/L                  | 0.01                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA   |
| Antimonio  | -  | mg/L                  | 0.005                                    | ---   |
| Selenio  | -  | mg/L                  | 0.01                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA   |
| * Método Acreditado: ** Fuera de Rango *** Interferencia de Matriz   |  |                       |  |   |
| Revisado por:   Micro |  |                       |  |   |
| Observaciones: PENDIENTE PARAMETROS (ICP)  |  |                       |  |   |


Autorizado por:


  
LIC. DORCAS HONESTO GARCIA  
JEFE DEL LABORATORIO





*Ensayo de calidad de agua 4. Barrio La Carlota.*


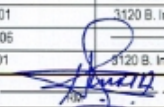
|  | <b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD<br/>REGION ORIENTAL</b> |           | CODIGO: P G - 2 8 F 1-SM                   |  |
|---|--|-----------|--|--|
|   | <b>REGISTRO</b>  |           | N°   |  |
|   | <b>NOMBRE: INFORME DE ENSAYO DE AGUA</b>                     |           | PAGINA: 1 de 1                             |  |
| Código de Muestra: 0  |  |           | Identificación de Muestra: LERO180200      |  |
| Cliente: REQUERIMIENTO ESPECIAL, REGION ORIENTAL                                  |  |           | Fecha de Recepción: 06-03-2018 Hora: 13:55 |  |
| Dirección: BARRIO LA CARLOTA, SALIDA A CHARLACA, SESORI, SAN MIGUEL               |  |           | Fecha de Análisis: 06-03-2018 Hora: 14:10  |  |
| Muestreador: MIGUEL ANGEL ORDOÑEZ (REGION ORIENTAL)                               |  |           | Tipo de Muestra Analizada: CRUDA           |  |
| Punto de Muestreo: TUBERIA DEL POZO   |  |           | Parametros de acuerdo a NSO 13.07.01.08    |  |
| Plan de Muestreo: Poblacional   |  |           | <b>COMPLETO</b>                            |  |
| Fecha de Muestreo: 06-03-2018 Hora: 12:00   |  |           |  |  |
| Parámetros de Campo   | Resultado  | Unidad    | Límite máximo Permissible                  | Método de Referencia   |
| Cloro Residual  | CRUDA  | mg/L      | 0.3 -- 1.1                                 | 4500 - Cl G DPD<br>Colorimetric Method APHA                                |
| Temperatura de Muestra  | 29.6   | °C        | No Rechazable                              | 2550 B Laboratory and Field Method APHA                                    |
| RESULTADOS ANALITICOS   |  |           |  |  |
| Parámetros de Laboratorio   | Resultados   | Unidad    | Límite máximo Permissible                  | Método de Referencia   |
| Coliformes Totales  | 790  | NMP/100mL | <1.1                                       | 9223 B Enzyme Substrate Test APHA  |
| Escherichia Coli  | 4.0  | NMP/100mL | <1.1                                       | 9223 B Enzyme Substrate Test APHA  |
| Bacterias Heterótrofas  | 680  | UFC/mL    | 100  | 9215-B Pour Plate Method APHA  |
| Color Verdadero   | -  | U pt-Co   | 15   | Method 120 HACH APHA   |
| Olor  | NINGUNO  | —         | No rechazable                              | Tabla - Organoléptico. APHA  |
| Turbidez  | 0.48   | NTU       | 5  | 2130 B Nephelometric Method APHA   |
| pH  | 7.29   | —         | 6.0 - 8.5                                  | 4500-H + B Electrometric Method APHA                                       |
| Sólidos Disueltos Totales   | 324  | mg/L      | 1000                                       | Electrométrico APHA  |
| Sulfatos  | 87   | mg/L      | 400  | 4500 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> Turbidimetric Method APHA               |
| Aluminio  | -  | mg/L      | 0.2  | 3500-Al B. Eriocromo Cyanine R APHA  |
| Dureza Total  | 293  | mg/L      | 500  | 2340 C. EDTA Titrimetric Method APHA                                       |
| Zinc  | -  | mg/L      | 5.0  | 3500 - Zn B, Section 3111 B. APHA  |
| Nitratos  | -  | mg/L      | 45   | 4500- NO <sub>3</sub> B Metodo Espectrometrico ultravioleta selectiva APHA |
| Hierro Total  | <0.050   | mg/L      | 0.3  | 3500- Fe B Phenantroline Method APHA                                       |
| Manganeso Total   | <0.026   | mg/L      | 0.1  | 3500- Mn B Persulfate Method APHA  |
| Fluor   | -  | mg/L      | 1.0  | 4500-F-C Ión Selective Electrode APHA                                      |
| Cianuros  | -  | mg/L      | 0.05                                       | 4500-CN-F Cyanide Selective Electrode APHA                                 |
| Niquel  | -  | mg/L      | 0.02                                       | 3500 Ni Section 3111 B APHA  |
| * Metodos Acreditados   |  |           |  |  |
| Observaciones:  |  |           |  |  |

Autorizado por:   
 LIC. CECILIA MARAVILLA DE GARCIA  
 COORDINADORA DE LABORATORIO



Avenida Las Magnolias, Col. Escorial, San Miguel  
 Nota: Los resultados corresponden a la muestra ensayada

laboratorio@anda.gob.s.v

|                  | LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD |           | CODIGO: P G - 2 8 F 1                      |  |
|---|-----------------------------------|-----------|--|--|
|   | REGISTRO                          |           | N° <b>LO181581</b>                         |  |
|   | NOMBRE: INFORME DE ENSAYO DE AGUA |           | PAGINA: 1 de 1                             |  |
| Código de Muestra: 0  |                                   |           | Identificación de Muestra: LO181581        |  |
| Cliente: GERENCIA REGION ORIENTAL   |                                   |           | Fecha de Recepción: 09-03-2018 Hora: 13:30 |  |
| Dirección: Bo. LA CARLOTA SALIDA A CHARLACA, SESORI, SAN MIGUEL                                   |                                   |           | Fecha de Análisis: 16-03-2018 Hora: 16:50  |  |
| Punto de Muestreo: TUBERIA DIRECTA DEL POZO   |                                   |           | Tipo de Muestra Analizada: CRUDA           |  |
| Plan de Muestreo: Potnacional   |                                   |           | Tipo de Analisis NSO 13.07.01.08 COMPLETO  |  |
| Fecha de Muestreo: 06-03-2018 Hora: 12:00   |                                   |           |  |  |
| Parámetros de Laboratorio   | Resultados                        | Unidad    | Limite máximo Permisible NSO 13.07.01.08   | Método de Referencia   |
| Cloro Residual  | CRUDA                             | mg/L      | 0.3 - 1.1                                  | 4500 - Cl G. DPO Colorimetric Method. APHA   |
| Temperatura de Muestra  | 29.6                              | °C        | No Rechazable                              | 2550 B. Laboratory and Field Method. APHA  |
| Coliformes Totales *  | -                                 | NMP/100mL | <1.8                                       | 9223 B. Enzyme Substrate Test. a. Multiple-tube procedure. APHA                              |
| Coliformes Fecales  | -                                 | NMP/100mL | <1.8                                       | 9221 E. Fecal Coliform Procedure. Method APHA  |
| Escherichia coli *  | -                                 | NMP/100mL | <1.8                                       | 9223 B. Enzyme Substrate Test. a. Multiple-tube procedure. APHA                              |
| Bacterias Heterotrofas *  | -                                 | UFC/mL    | 100  | 9215 - B. Pour Plate Method. APHA  |
| Color Verdadero   | -                                 | pt-Co     | 15   | 2120 B. Visual Comparison Method. APHA   |
| Olor  | NINGUNO                           | ---       | No rechazable                              | Tabla - Organoleptico  |
| Turbidez *  | -                                 | UNT       | 5  | 2130 B. Nephelometric Method. APHA   |
| pH *  | -                                 | ---       | 6.0 - 8.5                                  | 4500 - H *3. Electrometric Method. APHA  |
| Sólidos Disueltos Totales   | -                                 | mg/L      | 1000                                       | Electrométrico   |
| Sulfatos  | -                                 | mg/L      | 400.00                                     | 4500 SO <sub>4</sub> E Turbidimetric Method. APHA  |
| Aluminio  | -                                 | mg/L      | 0.2  | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Dureza Total *  | -                                 | mg/L      | 500  | 2340 C. EDTA Titrimetric Method. APHA  |
| Zinc *  | <0.009                            | mg/L      | 5.00                                       | 3500 - Zn - A. AA Method Selection 3111B. APHA   |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> )   | -                                 | mg/L      | 45.00                                      | 4500 - NO <sub>3</sub> Nitrogeno (Nitrate) B Ultravioleta Spectrophotometric Screening. APHA |
| Nitritos (como Nitrogeno)   | -                                 | mg/L      | 1.00                                       | ---  |
| Boro  | -                                 | mg/L      | 0.30                                       | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Hierro Total *  | -                                 | mg/L      | 0.30                                       | 3500 - Fe A. AA Method Section 3111 B. APHA  |
| Manganeso Total *   | -                                 | mg/L      | 0.1  | 3500 - Mn A. AA Method Section 3111 B. APHA  |
| Fluor   | <0.18                             | mg/L      | 1.00                                       | 4500 - F * C. Ion selective Electrode Method. APHA   |
| Bario   | -                                 | mg/L      | 0.70                                       | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Arsenico *  | <0.002                            | mg/L      | 0.01                                       | 3500 - As A. 3113 B. Electrothermal AA Spectrometric Method. APHA                            |
| Cadmio  | -                                 | mg/L      | 0.003                                      | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Cianuros  | -                                 | mg/L      | 0.05                                       | Metodo Spectroquant 14561  |
| Cromo   | -                                 | mg/L      | 0.05                                       | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Mercurio  | -                                 | mg/L      | 0.001                                      | ---  |
| Niquel  | -                                 | mg/L      | 0.02                                       | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Piomo   | -                                 | mg/L      | 0.01                                       | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| Antimonio   | -                                 | mg/L      | 0.005                                      | ---  |
| Selenio   | -                                 | mg/L      | 0.01                                       | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA  |
| * Métodos Acreditados ** Fuera de Rango *** interferencia de Matriz                               |                                   |           |  |  |
| Revisado por:  |                                   |           | Mesa                                       |  |
| Observaciones: PENDIENTE PARAMETROS (ICP)   |                                   |           |  |  |

Autorizado por:

  
LIC. DOUGLAS ERNESTO BORCIA  
JEFE DEL LABORATORIO



*Ensayo de calidad de agua 5. colonia Libertad*

|   |  |                         |
|---|--|-------------------------|
|        | <b>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD<br/>REGION ORIENTAL</b> | CODIGO P G - 2 8 F 1-SM |
|   | <b>REGISTRO</b>  | N°                      |
| <b>NOMBRE: INFORME DE ENSAYO DE AGUA</b>  |  | PAGINA: 1 de 1          |
| Código de Muestra: 0  | Identificación de Muestra: LERO180201                        |                         |
| Cliente: REQUERIMIENTO ESPECIAL, REGION ORIENTAL  | Fecha de Recepcion: 06-03-2018 Hora :13:55                   |                         |
| Dirección: BARRIO EL CALVARIO, CALLE PRINCIPAL SALIDA A CHAPELTIQUE, SESORI, SAN MIGUEL | Fecha de Análisis: 06-03-2018 Hora: 14:10                    |                         |
| Muestreador: MIGUEL ANGEL ORDOÑEZ (REGION ORIENTAL)                                     | Tipo de Muestra Analizada: CRUDA                             |                         |
| Punto de Muestreo: TUBERIA DEL POZO   | Parametros de acuerdo a NSO 13.07.01.08                      |                         |
| Plan de Muestreo: Poblacional   | <b>COMPLETO</b>  |                         |
| Fecha de Muestreo: 06-03-2018 Hora: 12:17   |  |                         |

| Parámetros de Campo    | Resultado | Unidad | Límite máximo Permissible | Método de Referencia                        |
|------------------------|-----------|--------|---------------------------|---|
| Cloro Residual         | CRUDA     | mg/L   | 0.3 -- 1.1                | 4500 - Cl G DPD<br>Colorimetric Method APHA |
| Temperatura de Muestra | 29.4      | °C     | No Rechazable             | 2550 B Laboratory and Field Method APHA     |


**RESULTADOS ANALITICOS**

| Parámetros de Laboratorio | Resultados | Unidad    | Límite máximo Permissible | Método de Referencia   |
|---------------------------|------------|-----------|---------------------------|--|
| Coliformes Totales        | 240        | NMP/100mL | <1.1                      | 9223 B Enzyme Substrate Test APHA  |
| Escherichia Coli          | <1.8       | NMP/100mL | <1.1                      | 9223 B Enzyme Substrate Test APHA  |
| Bacterias Heterótrofas    | 75         | UFC/mL    | 100                       | 9215-B Pour Plate Method APHA  |
| Color Verdadero           | -          | U pt-Co   | 15                        | Method 120 HACH APHA   |
| Olor                      | NINGUNO    | —         | No rechazable             | Tabla - Organoléptico. APHA  |
| Turbidez                  | 0.33       | NTU       | 5                         | 2130 B Nephelometric Method APHA   |
| pH                        | 6.88       | —         | 6.0 - 8.5                 | 4500-H + B Electrometric Method APHA                                       |
| Solidos Disueltos Totales | 293        | mg/L      | 1000                      | Electrométrico APHA  |
| Sulfatos                  | 14.01      | mg/L      | 400                       | 4500 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> Turbidimetric Method APHA               |
| Aluminio                  | -          | mg/L      | 0.2                       | 3500-Al B. Eriocromo Cyanine R APHA  |
| Dureza Total              | 226.762    | mg/L      | 500                       | 2340 C. EDTA Titrimetric Method APHA                                       |
| Zinc                      | -          | mg/L      | 5.0                       | 3500 - Zn B, Section 3111 B. APHA  |
| Nitratos                  | -          | mg/L      | 45                        | 4500- NO <sub>3</sub> B Metodo Espectrometrico ultravioleta selectiva APHA |
| Hierro Total              | <0.050     | mg/L      | 0.3                       | 3500- Fe B Phenantroline Method APHA                                       |
| Manganeso Total           | <0.026     | mg/L      | 0.1                       | 3500- Mn B Persulfate Method APHA  |
| Fluor                     | -          | mg/L      | 1.0                       | 4500-F-C Ión Selective Electrode APHA                                      |
| Cianuros                  | -          | mg/L      | 0.05                      | 4500-CN-F Cyanide Selective Electrode APHA                                 |
| Niquel                    | -          | mg/L      | 0.02                      | 3500 Ni Section 3111 B APHA  |

\* Metodos Acreditados

Observaciones: PARA MUESTRAS CRUDAS EL VALOR DE 1.1 NMP ES EQUIVALENTE A 1000 NMP.

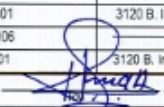
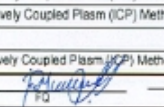
Autorizado por:

  
**LIC. CECILIA MARAVILLA DE GARCIA**  
 COORDINADORA DE LABORATORIO



Avenida Las Magnolias, Cof. Escolán, San Miguel  
 Nota: Los resultados corresponden a la muestra ensayada

laboratorio@sanda.gob.s.v

| LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  |  | CODIGO: P.G-28F1   |   |   |
|--|--|--------------------|---|---|
| REGISTRO   |  | N° <b>LO181582</b> |   |   |
| NOMBRE: INFORME DE ENSAYO DE AGUA  |  | PAGINA: 1 de 1     |   |   |
| Código de Muestra: 0   | Identificación de Muestras: LO181582       |                    |   |   |
| Cliente: GERENCIA REGION ORIENTAL  | Fecha de Recepción: 09-03-2018 Hora: 13:30 |                    |   |   |
| Dirección: Bo. EL CALVARIO C. PPAL. A CHAPELTIQUE, SESORI, SAN MIGUEL  | Fecha de Análisis: 16-03-2018 Hora: 15:55  |                    |   |   |
| Punto de Muestreo: TUBERIA DIRECTA DEL POZO  | Tipo de Muestra Analizada: CRUDA           |                    |   |   |
| Plan de Muestreo: Poblacional  | Tipo de Análisis NSO 13.07.01.08 COMPLETO  |                    |   |   |
| Fecha de Muestreo: 06-03-2018  | Hora: 12:17                                |                    |   |   |
| Parámetros de Laboratorio  | Resultados                                 | Unidad             | Limite máximo Permissible NSO 13.07.01.08 | Método de Referencia  |
| Cloro Residual   | CRUDA                                      | mg/L               | 0.3 - 1.1                                 | 4500 - Cl G. DPD Colorimetric Method. APHA                                      |
| Temperatura de Muestra   | 29.4                                       | °C                 | No Rechazable                             | 2550 B. Laboratory and Field Method. APHA                                       |
| Coliformes Totales *   | -  | NMP/100mL          | <1.8                                      | 9223 B. Enzyme Substrate Test. a. Multiple-tube procedure. APHA                 |
| Coliformes Fecales *   | -  | NMP/100mL          | <1.8                                      | 9221 E. Fecal Coliform Procedure. Method APHA                                   |
| Escherichia coli *   | -  | NMP/100mL          | <1.8                                      | 9223 B. Enzyme Substrate Test. a. Multiple-tube procedure. APHA                 |
| Bacterias Heterótrofas *   | -  | UFCA/mL            | 100                                       | 9215 - B. Pour Plate Method. APHA   |
| Color Verdadero  | -  | pt-Co              | 15  | 2120 B. Visual Comparison Method. APHA  |
| Olor   | NINGUNO                                    | ---                | No rechazable                             | Tabla - Organoleptico   |
| Turbidez *   | -  | UNT                | 5   | 2130 B. Nephelometric Method. APHA  |
| pH *   | -  | ---                | 6.0 - 8.5                                 | 4500 - H *3. Electrometric Method. APHA   |
| Sólidos Disueltos Totales  | -  | mg/L               | 1000                                      | Electrométrico  |
| Sulfatos   | -  | mg/L               | 400.00                                    | 4500 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E Turbidimetric Method. APHA                 |
| Aluminio   | -  | mg/L               | 0.2                                       | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA                             |
| Dureza Total *   | -  | mg/L               | 500                                       | 2340 C. EDTA Titrimetric Method. APHA   |
| Zinc *   | <0.009                                     | mg/L               | 5.00                                      | 3500-Zn-A. AA Method Selection 3111B. APHA                                      |
| Nitros (NO <sup>3</sup> )  | -  | mg/L               | 45.00                                     | 4500 - NCS Nitrogen (Nitrate) B Ultravioleta Spectrophotometric Screening. APHA |
| Nitritos (como Nitrogeno)  | -  | mg/L               | 1.00                                      | ---   |
| Boro   | -  | mg/L               | 0.30                                      | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA                             |
| Hierro Total *   | -  | mg/L               | 0.30                                      | 3500 - Fe A. AA Method Section 3111 B. APHA                                     |
| Manganeso Total *  | -  | mg/L               | 0.1                                       | 3500 - Mn A. AA Method Section 3111 B. APHA                                     |
| Fluor  | 0.37                                       | mg/L               | 1.00                                      | 4500 - F <sup>-</sup> C. Ion selective Electrode Method. APHA                   |
| Bario  | -  | mg/L               | 0.70                                      | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA                             |
| Arsénico *   | <0.002                                     | mg/L               | 0.01                                      | 3500 - As A. 3113 B. Electrothermal AA Spectrometric Method. APHA               |
| Cadmio   | -  | mg/L               | 0.003                                     | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA                             |
| Cianuros   | -  | mg/L               | 0.05                                      | Metodo Spectroquant 14561   |
| Cromo  | -  | mg/L               | 0.05                                      | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA                             |
| Mercurio   | -  | mg/L               | 0.001                                     | ---   |
| Niquel   | -  | mg/L               | 0.02                                      | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA                             |
| Piomo  | -  | mg/L               | 0.01                                      | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA                             |
| Antimonio  | -  | mg/L               | 0.005                                     | ---   |
| Selenio  | -  | mg/L               | 0.01                                      | 3120 B. Inductively Coupled Plasm (ICP) Method APHA                             |
| * Métodos Acreditados ** Fuera de Rango *** Interferencia de Matriz  |  |                    |   |   |
| Revisado por:   Micro |  |                    |   |   |
| Observaciones: PENDIENTE PARAMETROS (ICP)  |  |                    |   |   |

Autorizado por:

  
D. DOUGLAS ECHEVARRÍA GARCÍA  
JEFE DEL LABORATORIO



#### 9.4 Anexo 4. Normas y leyes.

*Anexo 4. 1. Norma técnica Sanitaria para la Instalación, uso y mantenimiento de  
Letrinas Secas sin Arrastre de Agua.*

**Construcción de Letrina Abonera Seca Familiar. (Artículo 13)**

Para la construcción de Letrina Abonera Seca Familiar, se debe considerar lo siguiente:

- a) El sitio donde se construirá la letrina se debe limpiar y compactar, aplicando suelo cemento cuando exista problemas de inconsistencia o problemas de humedad especialmente en suelo arcilloso.
- b) Se debe construir un emplantillado de piedra cuarta, utilizando mezcla con una proporción de 1 medida de cemento por 3 de arena. Cuando se construya en terrenos arenosos, como por ejemplo en zonas costeras, la relación de cemento y arena debe ser de 1 medida de cemento por 2 de arena, dejando un espesor de 0.01 m. de mortero en su parte superior, aplicándole a su vez un repello como acabado final incluyendo esto en sus laterales. Sus aristas deben ser bien definidas y completamente a escuadra. Todos estos detalles de acuerdo a esquema tipo de letrina (LASF).
- c) La construcción de la base se debe iniciar a 0.05 m. bajo el nivel natural del terreno de manera que sobre el referido nivel solo se visualizarán 0.10 m. de la base en mención; el espesor será de 0.15 m. en el centro y de 0.2 m. en los extremos. La fundación y el amarre en las paredes se debe hacer siguiendo el detalle estructural de la letrina (LASF).

- d) La periferia de la base debe ser protegida con un saliente inclinado o una cuneta a fin de proteger la estructura del escurrimiento superficial.
- e) La cámara debe ser construida dejando 0.05 m. libres en todo el perímetro de la base; así mismo, tomando como referencia la orilla de la pared central que divide ambas cámaras, se debe dejar un espacio libre en la parte posterior de la cámara de 0.40 m. x 0.40 m. a ambos lados, que servirá para la evacuación del material ya degradado.
- f) Para permitir el paso al conducto para drenaje de la orina, se deben hacer perforaciones en ambos laterales de la cámara, entre la primera y la segunda hilada. Este conducto debe ser de manguera plástica transparente de 1" PVC, lo que permitirá evacuar este líquido en una forma adecuada.
- g) Las perforaciones se deben hacer entre 0.20 m. y 0.30 m. sobre la base, a fin de evitar dobleces que pudieran obstruir el paso de la orina hacia el foso resumidero.
- h) El pegado entre ladrillo (sisa), deberá ser de 0.01 m. utilizando una mezcla con proporción de 1 medida de cemento por 3 de arena (1:3); el acabado externo, debe ser con un sisado de poca profundidad eliminando al mismo tiempo todos los residuos de mezcla que hayan caído en los ladrillos, a efecto que la construcción tenga una presentación aceptable y estética.

Para la construcción de las paredes de las cámaras, de preferencia debe utilizarse el siguiente material:

- 1) Bloque de concreto sólido de 0.20 m. de ancho x 0.40 m. de largo x 0.10 m. de alto.

- 2) Ladrillo de barro cocido tipo calavera de diferentes tipos puestos de lazo con repello interno y externo con un espesor de 0.02 metros, utilizando mezcla de proporción de una medida de cemento por tres de arena. Posterior a ello, se deberá pulir la base interna de las cámaras, aplicándose por último una lechada de cemento en el lado interno de las paredes verticales con el propósito de sellar las porosidades existentes y disminuir el riesgo de ingreso de humedad externa hacia el interior y viceversa.

**Losetas prefabricadas.**

Para la instalación de planchas y tazas se deben utilizar dos unidades de cada una de ellas, las cuales deben instalarse posterior a la construcción de las cámaras, utilizando para ello una mezcla de proporción de 1 medida de cemento por 3 de arena, teniendo el cuidado de orientarlas en forma correcta con respecto a la entrada; a su vez, debe conectarse la manguera de drenaje a la taza, la que debe instalarse correctamente a fin de evitar fugas cuando la letrina esté en uso.

- a) Las gradas deben construirse posterior a la instalación de las planchas y podrán ser elaboradas con ladrillo de cualquier tipo, inclusive con piedra, utilizando para ello una mezcla de proporción de 1 medida de cemento por 3 de arena (1:3). Las gradas deben ubicarse pegadas a la pared frontal de la cámara; se deben construir con una dimensión de 0.30 m. de huella y 0.20 m. de contrahuella, para un acceso seguro y uniforme. El acabado en las huellas y los laterales de la grada debe ser con repello de proporción de 1 medida de cemento por 4 de arena, lo que proporcionará mayor durabilidad, efecto antideslizante y una presentación adecuada. Cuando se utilice

bloque de concreto sólido, éste debe sisarse en sus uniones y limpiar la mezcla que haya caído sobre los bloques para brindar calidad de presentación.

- b) El foso resumidero para la orina es igual al de la letrina de Hoyo Modificada, por lo que debe considerarse lo establecido en el Artículo 10 de la presente Norma.
- c) Para la construcción de la caseta debe dejarse entre ésta y el techo, una separación de 0.10 m. para efectos de ventilación, además debe dejarse un alero de 0.30 m. en la parte frontal de la letrina y 0.30 m. en los laterales.
- d) El espacio de la puerta de la caseta debe tener un ancho mínimo de 0.70 m. y un máximo de 0.90 m. con un alto hasta la mocheta (costanera del techo) debido a que se carece de cargador.
- e) Cuando la puerta sea de madera, lámina o materiales similares, ésta debe adaptarse a las medidas anteriores, no obstante, el alto podrá ser variable pero no menor de 1.60 m. El reforzamiento de las paredes se debe hacer siguiendo el detalle estructural para la letrina LASF.
- f) Para la construcción del techo, se debe considerar lo establecido en el literal h) del artículo 10 de la presente norma, exceptuando que para este tipo de letrinas se utilizarán 3 láminas con las mismas medidas y 3 costaneras de 3 varas cada una u otro material.
- g) Las compuertas de las cámaras deben tener dimensiones de 0.40 m. de ancho x 0.40 m. largo y deben ser construidas de concreto con proporción de 1 medida de cemento por 2 de arena por 4 de grava y mezcla con proporción de 1 medida de cemento por 2 de arena, con refuerzo de hierro de  $\frac{1}{4}$ " de diámetro a cada 0.15 m. en ambos sentidos y un espesor mínimo de 0.05 m.



Cada una de las compuertas de las cámaras se debe instalar en la sección posterior de ésta, sobre los espacios destinados para la evacuación del producto depositado en su interior; utilizando para ello suficiente mezcla con una proporción de 1 medida de cemento por 2 de arena, la que también servirá como sello. Antes de la instalación de las compuertas, debe colocarse primero el drenaje para la orina.

**Características del foso resumidero para la orina. (Artículo 10)**

La orina resultante de las letrinas de hoyo modificada sin ventilación debe depositarse en un foso resumidero con lecho filtrante, con las siguientes características:

- a. Debe tener un volumen mínimo de 0.40 m. de ancho x 0.40 m. de largo x 0.50 m. de alto. Para ello, debe tomarse en cuenta si el material subyacente reúne características de material filtrante, caso contrario, debe utilizarse un depósito plástico.
- b. La excavación debe iniciarse a 0.10 m bajo el nivel del terreno natural.
- c. En lecho filtrante debe contar con una capa de 0.15 m. de arena, una capa intermedia de 0.15 m. de grava preferentemente grava número 1 o número 2 y en su parte superior un espesor de 0.10 m. de piedra cuarta.
- d. La parte superior del depósito, debe estar cubierta con una tapadera de 0.05 m. de espesor con hierro de ¼” a 0.10 m en ambos sentidos, la cual debe ser construida con una mezcla de proporción de 1 medida de cemento por 3 de arena. La tapadera debe llevar un maneral de 0.10 m. con hierro de 3/8” amarrada a la parrilla de hierro de ¼” de la tapadera.

- e. Debe contar con un brocal simple de piedra u otro material como ladrillo de barro cocido (una hilada), utilizando para pegamento una mezcla de proporción de 1 medida de cemento por 4 de arena.
- f. El extremo del tubo de drenaje dentro del depósito, debe ser instalado o ubicarse de manera que las piedras no obstruyan el paso de la orina y que pueda ser retirada en caso de obstrucción.

**Uso y mantenimiento de Letrina Abonera Seca Familiar. (Artículo 17).**

Para el uso y mantenimiento de la Letrina Abonera Seca Familiar se debe considerar lo siguiente:

- a. Cuando la letrina (LASF) esté lista para su uso, se debe sellar primero la cámara que no se utilizará; posteriormente, colocar en la cámara donde se iniciará el proceso, una capa de aproximadamente 0.03 m. de espesor de cal, ceniza o una mezcla de ambas en igual proporción, observando que la materia sólida y líquida se separen perfectamente.
- b. Después de cada defecación debe agregarse una medida equivalente a media libra de material secante, de tal manera que cubra los excrementos, teniendo el cuidado de no obstruir la salida de la orina al momento de aplicar dicho material.
- c. El contenido de la cámara debe revolverse como mínimo una vez por semana a fin de homogenizar el material en proceso de degradación; continuando de esta manera hasta su llenado. Para tal efecto, debe utilizarse un utensilio preferiblemente de madera cuyo extremo permita realizar este procedimiento y que solamente sea utilizado para tal fin.

- d. Cuando el nivel de llenado ha llegado aproximadamente a 0.10 m. de la loseta o plancha, debe cubrirse con cal, ceniza o una mezcla de ambas en igual proporción hasta llegar a la plancha, sellando la tapadera con mezcla de cemento pobre de proporción de 1 medida de cemento por 8 de arena o utilizando plástico con hule para su sostén. Posteriormente, debe iniciarse el uso de la segunda cámara siguiendo el mismo procedimiento.
- e. Cuando la segunda cámara esté por llenarse, se debe extraer el producto de la primera cámara; siempre y cuando haya transcurrido un tiempo mínimo de reposo de 6 meses.
- f. Cuando el contenido extraído de las cámaras tenga un aspecto seco y no presentara malos olores, éste debe enterrarse de inmediato a una profundidad no mayor de los 0.60 m. con una cubierta de tierra de 0.30 m.; y en caso de que sea pastoso o que el nivel freático sea demasiado superficial éste debe asolearse hasta lograr que esté seco, teniendo cuidado en la manipulación del mismo y verificando que el lugar destinado para el secado sea adecuado, a fin de evitar riesgos de contaminación en el agua y los alimentos, malos olores y proliferación de insectos.
- g. Los materiales secantes que deben aplicarse a las letrinas (LASF) son los siguientes: cal, ceniza, cal y ceniza mezcladas en iguales proporciones.
- h. Dentro de la letrina debe ubicarse un depósito de 20 Litros para el almacenamiento de material secante a utilizar y un depósito más pequeño que pueda contener un aproximado de media libra como mínimo (de material secante), con el que se realizará la aplicación directa después de cada uso.

- i. Con la finalidad de optimizar la capacidad de las cámaras y el proceso de degradación del material contenido en éstas, no debe depositarse el papel de desecho dentro de las cámaras de la letrina. El papel de desecho debe manejarse de acuerdo a lo descrito en el artículo 16, literal c).
- j. Debe cerciorarse que la cámara contenga suficiente material secante y su aspecto seco y de color oscuro (gris á negro).
- k. Aproximadamente a los 6 meses (tiempo promedio), se debe realizar el vaciado de la cámara respectiva previa separación de la compuerta ubicada en la parte trasera de la cámara, utilizando para ello las herramientas adecuadas.
- l. Se debe revisar frecuentemente la salida del drenaje de la orina a fin de eliminar cualquier objeto que pudiera obstruirlo o producir malos olores.
- m. Se debe realizar limpieza periódica de la letrina, dentro y en el entorno de la misma, esto incluye, la limpieza del asiento con agua y jabón o detergentes (utilizando para ello, esponjas o similares como tela húmeda), a fin de evitar al máximo que caiga agua dentro de la cámara. Al depósito de la orina, debe aplicársele suficiente agua con cal a efecto que disminuyan los malos olores, limpie las mangueras de drenaje y evite al máximo la proliferación de insectos que son propios de estos ambientes. Posterior a este proceso de limpieza, se debe tomar las medidas higiénicas necesarias para evitar daños a la salud.
- n. El piso debe permanecer limpio y completamente seco.
- o. La taza debe permanecer completamente tapada.
- p. Se debe realizar en forma pronta y oportuna cualquier reparación que amerite en su infraestructura.

- q. Se debe propiciar a la infraestructura de la letrina, las condiciones de estética que se consideren pertinentes a fin de que esta brinde una vista y ambiente agradable en la vivienda.
- r. No debe usarse como bodega, ni darle otros usos distintos para los que fue construida.
- s. Antes de usar nuevamente una de las cámaras de la letrina a la cual ya se le haya extraído el material degradado, debe esperarse a que ésta se encuentre completamente seca y depositar una capa de material secante de aproximadamente 0.03 m. de espesor.
- t. Cuando la cámara presente humedad sin presencia de gusanos, se debe duplicar la cantidad de material secante. La remoción se debe realizar diariamente, hasta que el problema desaparezca. Será preciso, investigar la causa que provoca el problema de humedad en la cámara, a fin de corregir el problema en forma definitiva.
- u. Cuando la cámara presente humedad con presencia de gusanos, se debe aplicar ceniza caliente, teniendo cuidado de no dañar la manguera que evacúa la orina, duplicando la dosis de material secante y removiendo diariamente hasta que el problema desaparezca.

*Anexo 4. 2. Normativas para residuos sólidos.*

**NORMA TÉCNICA COLOMBIANA (GTC 24)**

**Gestión Ambiental.**

**Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente.**

**Objeto.**

La presente guía técnica brinda las pautas para realizar la separación de los materiales que constituyen los residuos no peligrosos en las diferentes fuentes de generación: doméstica, industrial, comercial, institucional y de servicios. Igualmente, de orientaciones para facilitar la recolección selectiva en la fuente.

Con el fin de planear las actividades de separación en la fuente se recomienda realizar un diagnóstico previo. Este diagnóstico debería tener en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Identificación de la legislación ambiental vigente: la identificación de la legislación ambiental vigente, tanto nacional como local, permite conocer los requisitos legales relacionados con los tipos de residuos generados, su manejo, acopio, aprovechamiento, entrega y disposición. Esto puede además servir como herramienta para determinar cuáles entidades están autorizadas para prestar cada uno de los diferentes servicios relacionados con residuos sólidos.
- ✓ Identificación de residuos según su tipo (Ver Tabla 77). La identificación de los tipos de residuos generados permite determinar el número de contenedores en los que se debería realizar la separación.
- ✓ Cuantificación de cada uno de los residuos: mediante la cuantificación de los residuos se puede determinar la capacidad requerida por cada uno de los contenedores en los que se va a realizar la separación.

- ✓ Identificación de las áreas de almacenamiento temporal internas según la frecuencia de recolección: conociendo los tipos de residuos generados y su cantidad, la identificación de las áreas de acopio existentes permite determinar si estas son suficientes y si la frecuencia de la recolección es adecuada o si por el contrario se requiere de mayor área o de mayor frecuencia de recolección.
- ✓ Identificación de los receptores o prestadores del servicio de manejo de residuos de acuerdo con el cumplimiento de la legislación ambiental vigente, la capacidad instalada y la relación comercial a establecer.

Para las actividades de clasificación se recomienda tener en cuenta, además de los resultados del diagnóstico, los siguientes criterios.

- ✓ Separar los residuos en peligroso y no peligrosos.
- ✓ Clasificar los residuos no peligrosos teniendo en cuenta la Tabla 77.
- ✓ Orientar el tipo de acopio y clasificación teniendo en cuenta adicionalmente las recomendaciones o condiciones del recolector.
- ✓ Manejar los residuos peligrosos de acuerdo con la legislación vigente aplicable.

La orientación para la separación en la fuente se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 77. Tipos de residuos para la separación en la fuente.**

| Tipo de residuo          | Clasificación                        | Elementos  |
|--------------------------|--------------------------------------|--|
| Residuos no Peligrosos   | Aprovechable                         | Cartón y papel (hojas, plegadiza, periódico, carpetas).  |
|                          |                                      | Vidrio (Botellas, recipientes)   |
|                          |                                      | Plásticos (bolsas, garrafas, envases, tapas)   |
|                          |                                      | Residuos metálicos (chatarra, tapas, envases)  |
|                          |                                      | Textiles (ropa, trapos)  |
|                          |                                      | Madera (aserrín, palos, cajas, guacales)   |
|                          |                                      | Cuero (Ropa, accesorios)   |
|                          |                                      | Empaques compuestos (Cajas de leche, cajas de jugo, cajas de licores, vasos y contenedores desechables)            |
|                          | No aprovechable                      | Papeles tissue (papel higiénico, paños húmedos, pañales, toallas de mano, toallas sanitarias, protectores diarios) |
|                          |                                      | Papeles encerados, plastificados, metalizados  |
|                          |                                      | Cerámicas  |
|                          |                                      | Vidrio plano   |
|                          |                                      | Huesos   |
|                          |                                      | Material de barrido  |
|                          |                                      | Materiales de empaque  |
| Orgánicos biodegradables | Residuos de comida                   |  |
|                          | Corte y poda de materiales vegetales |  |
|                          | Hojasca                              |  |

Fuente: Guía Técnica Colombiana (GTC 24).



**ORDENANZA MUNICIPAL DE CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DEL MUNICIPIO DE SESORI, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL**

**OBJETO:**

Art. 1.- La presente Ordenanza tiene por objeto:

- a) Regular el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y no renovables.
- b) Regular el servicio de aseo, barrido de calles, recolección y disposición final de la basura.
- c) Evitar la contaminación de los mantos acuíferos, cuencas de los ríos y quebradas, que estén dentro de la jurisdicción municipal.
- d) Coordinar y concertar esfuerzos con otros municipios del departamento y del país, con instituciones gubernamentales, no gubernamentales y Organismos locales con el fin de realizar acciones, que promuevan, protejan y conserven el medio ambiente.

**FUNCIONES:**

Art. 4.- Las funciones de la Alcaldía municipal serán:

- a) Fomentar la organización de comités ecológicos en barrios, colonias, cantones y caseríos.
- b) Formar las unidades ambientales correspondientes.

- c) Elaborar un Plan de manejo ambiental con participación de todos los actores del Municipio, concertado, funcional y aceptado por la mayoría de la población.

## **CAPITULO II**

### **ASEO MUNICIPAL**

Art. 6.- Para efectos de la presente Ordenanza se entiende como residuos sólidos todos aquellos desechos que no son gaseosos ni líquidos, resultantes de las actividades públicas, comerciales, industriales, agropecuarios y domésticas.

Art. 7.- Tendrán la consideración de basura domiciliaria:

- a) Los desperdicios de la alimentación y el consumo doméstico.
- b) Los envoltorios y papeles procedentes de los establecimientos industriales, comerciales y públicos, cuando puedan ser recogidos en un solo recipiente.
- c) Los escombros procedentes de pequeñas reparaciones o el producto de la poda de plantas, siempre que tales residuos quepan en el recipiente normalmente utilizado.
- d) El producto del barrido de las aceras.
- e) Las cenizas resultantes de la cremación de cualquiera de las materias enunciadas.

Art. 8.- Serán consideradas como basuras no domiciliarias:

- a) Los residuos o cenizas industriales de fábrica y talleres.
- b) Los desechos de funerarias, clínicas y locales de parteras autorizadas.
- c) Los desperdicios de mataderos, mercados, laboratorios y demás establecimientos públicos similares.
- d) El estiércol de establos, granjas y corrales.

- e) Los desperdicios de los establecimientos del ramo de hotelería y comedores.
- f) Los animales muertos.
- g) Los restos de mobiliario, jardinería o poda de árboles, salvo lo dispuesto en el Artículo anterior; y
- h) Cualquiera otro producto análogo.

Art. 9.- Se consideran materiales y residuos procedentes de limpieza o barrido de aceras aquellos que se obtengan con motivo de la actividad de limpieza de las mismas, efectuado por los particulares o realizado de oficio por la Municipalidad con arreglo a lo establecido en la presente Ordenanza.

### **CAPITULO III**

#### **DEL ASEO DE LAS VÍAS PÚBLICAS URBANAS Y RURALES**

Art. 10.- Toda persona natural o jurídica tiene la obligación de mantener permanentemente aseada la acera y arriates en todo el frente del inmueble que ocupa, ya sea como propietario, arrendatario o poseedor a cualquier otro título, barriéndolas diariamente de escombros, malezas y obstáculos que impidan el libre tránsito peatonal.

Art. 11.- El barrido de las aceras se hará en el sentido de afuera hacia adentro del inmueble y no hacia el exterior, recogándose el producto que deberá depositarse junto con la basura domiciliaria.

Art. 12.- Se prohíbe botar sobre las calles, aceras, acequias, cauces de ríos o canales, plazas, parques y demás lugares públicos, excretas, basuras o desperdicios de cualquier tipo, escombros y demás desechos, así como vaciamiento o escurrimiento de aguas

servidas hacia la calle (ver arto 16); así mismo se prohíbe la quema de basura u otros desechos y hacer depósitos de los mismos en lugares no autorizados por la Municipalidad.

Los desperdicios y basuras de cualquier tipo deberán ser depositados en los recipientes instalados por la municipalidad con este fin. Los escombros u otros materiales sólo podrán depositarse en la vía pública, previo permiso Municipal.

Art. 13.- Las personas que ordenan o hagan cargar o descargar cualquier clase de mercaderías o materiales, deberán barrer y retirar los residuos que hayan quedado en la vía pública. Si se desconociere la persona que dio la orden, se hará responsable al conductor o el propietario del vehículo y falta de éstos, lo será el ocupante de la propiedad donde se haya efectuado la carga o descarga.

#### **CAPITULO IV**

#### **RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

Art. 25.- La municipalidad será la responsable de retirar la basura domiciliaria doméstica, entendiéndose por tal, la que resulta de la permanencia de las personas en locales habitados, así como los residuos de la vida casera y los productos de los aseos de los locales.

También retirará los desechos provenientes de las actividades públicas Industriales, comerciales y agrícolas que no excedan de dos barriles de 55 galones de capacidad cada uno, excepto los materiales señalados en el Artículo veintiocho de esta Ordenanza.

El servicio de recolección de desperdicios, industriales y comerciales se efectuará de forma periódica y en ningún caso accidental.

**EVACUACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

Art. 35.- Los desechos resultantes de la industria, el comercio y otros, deberán ser colocados en la acera correspondiente, treinta minutos antes del horario señalado para el paso del camión recolector, en los recipientes que al efecto indica la presente Ordenanza, debiendo guardarse inmediatamente después de vaciados.

Art. 37.- La basura no podrá colocarse en los recipientes en forma tal que pueda desbordarse, ni podrá botarse al suelo.

Art. 38.- Se prohíbe botar basura domiciliaria y desechos industriales o comerciales, en los recipientes para papeles situados en la vía pública: igualmente se prohíbe entregarla a los encargados de barrido de calles.

9.5 Anexo 5. Tablas

*Tabla 78. Matriz para juicio del profesional en cuanto al contenido.*

| Objetivo Especifico | Variable | N° Ítem | Contenido |             | Observaciones |
|---------------------|----------|---------|-----------|-------------|---------------|
|                     |          |         | Claridad  | Congruencia |               |
|                     |          |         |           |             |               |
|                     |          |         |           |             |               |
|                     |          |         |           |             |               |

Fuente: IUTAV, 2010

**Criterio:** Validez de criterio, por medio de la claridad y congruencia de cada ítem, y se realiza mediante juicio de expertos

**Instrucciones:** en las columna de claridad y congruencia indique con una "C", si se considera correcta o con una "I", si se considera incorrecta la relación de cada aspecto con el ítem, en función de la variable correspondiente. Si lo cree conveniente, adicione sus observaciones.

**Datos de identificación del experto:**

**Nombre y Apellidos:**

**Profesión:**

**Teléfono Contacto:**

**Firma:**

Una vez que se obtienen las evaluaciones de los expertos, se procede a contrastar las opiniones con respecto a cada ítem. Se aceptará como válido el criterio de la mayoría, modificando aquellos ítems en los que el criterio que predomine sea el de mejorar o cambiar algún aspecto de los mismos.

**Tabla 79. Matriz de validación del instrumento de recolección de información.**

| ¿En qué medida afectan los problemas sanitarios a la salud de los habitantes de la ciudad de Sessori, departamento de San Miguel?                |   |  |   |  |
|--|---|--|---|--|
| OBJETIVOS ESPECIFICOS  | VARIABLE  | DIMENSIONES  | INDICADORES   | ITEMS  |
| Conocer la fuente de abastecimiento de agua para consumo y la calidad de esta en función a las características físicas, en la ciudad de Sessori. | V. Independiente<br>Problemas sanitarios.                         | Agua de consumo (higiene y aseo personal, lavado de ropa y utensilios de cocina, preparación de alimentos y beber) | ✓ Fuente de abastecimiento  | 1, 15, 18, 26, 36, 44  |
|  | V. Dependiente<br>Salud de los habitantes de la ciudad de Sessori |  | 1. Red<br>2. Pozo<br>3. Río<br>4. Agua lluvia<br>5. Agua envasada |  |
|  |   |  | ✓ Uso y almacenamiento del agua                                   | 2, 3, 4, 6, 19, 20, 21, 22, 29, 30, 31, 32, 37, 38, 39, 40, 47, 48 |

|  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
|  |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Calidad del agua               <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Color</li> <li>2. Olor</li> <li>3. Sabor</li> <li>4. Materia suspendida</li> </ul> </li> <li>✓ Tratamiento del agua</li> <li>✓ Salud               <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Enfermedades<br/>Gastrointestinales</li> <li>2. Parasitarias</li> </ul> </li> <li>✓ Cantidad de agua               <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Suficiente</li> <li>2. Insuficiente</li> </ul> </li> </ul> | <p>7, 24, 34, 42,<br/>50</p> <p>6, 23, 33, 41,<br/>49</p> <p>8, 25, 35, 43,<br/>51</p> <p>9, 10, 11, 12,<br/>13, 14, 16, 17,<br/>27, 28, 45, 46</p> |
|--|--|--|--|---|



|   |   |                                    |  |   |
|---|---|------------------------------------|--|---|
| <p>Identificar el manejo que están dando los pobladores del municipio de Sesori a las aguas residuales domésticas y excretas.</p> | <p>Problemas sanitarios</p> <p>Salud de los habitantes de la ciudad de Sesori</p> | <p>Aguas residuales y excretas</p> | <p>✓ Manejo de aguas grises.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Suelo</li> <li>2. Calle</li> <li>3. Sistema de tratamiento</li> </ol> <p>✓ Salud</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocimiento sobre la contaminación de:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Rios y quebradas</li> <li>b. Aire</li> <li>c. Suelo</li> <li>d. Proliferación de moscas y mosquitos</li> </ol> </li> </ol> <p>✓ Manejo de excretas</p> | <p>52, 53, 54</p> <p>55, 56, 57, 58</p> <p>59, 60, 31, 62, 63, 64, 65, 66, 67</p> |
| <p>Describir el manejo que dan los pobladores del municipio de Sesori a los residuos sólidos.</p>                                 | <p>Problemas sanitarios</p> <p>Salud de los habitantes de la ciudad de Sesori</p> | <p>Residuos sólidos</p>            | <p>✓ Tipo de residuos sólidos</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Orgánicos</li> <li>2. Inorgánicos             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Papel y cartón</li> </ol> </li> </ol>  | <p>68, 69</p>   |

|  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
|  |  |  | <p>b. Latas</p> <p>c. Vidrio</p> <p>d. Plástico</p> <p>✓ Recipiente para almacenar</p> <p>✓ Disposición de residuos</p> <p>✓ Salud</p> <p>1. Proliferación de moscas, mosquitos, ratas y cucarachas</p> <p>✓ Tratamiento de residuos sólidos</p> | <p>70, 71</p> <p>72, 73, 74, 76</p> <p>75, 80, 81</p> <p>82, 83, 84, 85</p> <p>77, 78, 79, 86</p> |
|--|--|--|--|---|

---

---

|  |  |  |                                       |  |
|--|--|--|---------------------------------------|--|
|  |  |  | ✓ Calidad del servicio de recolección |  |
|--|--|--|---------------------------------------|--|

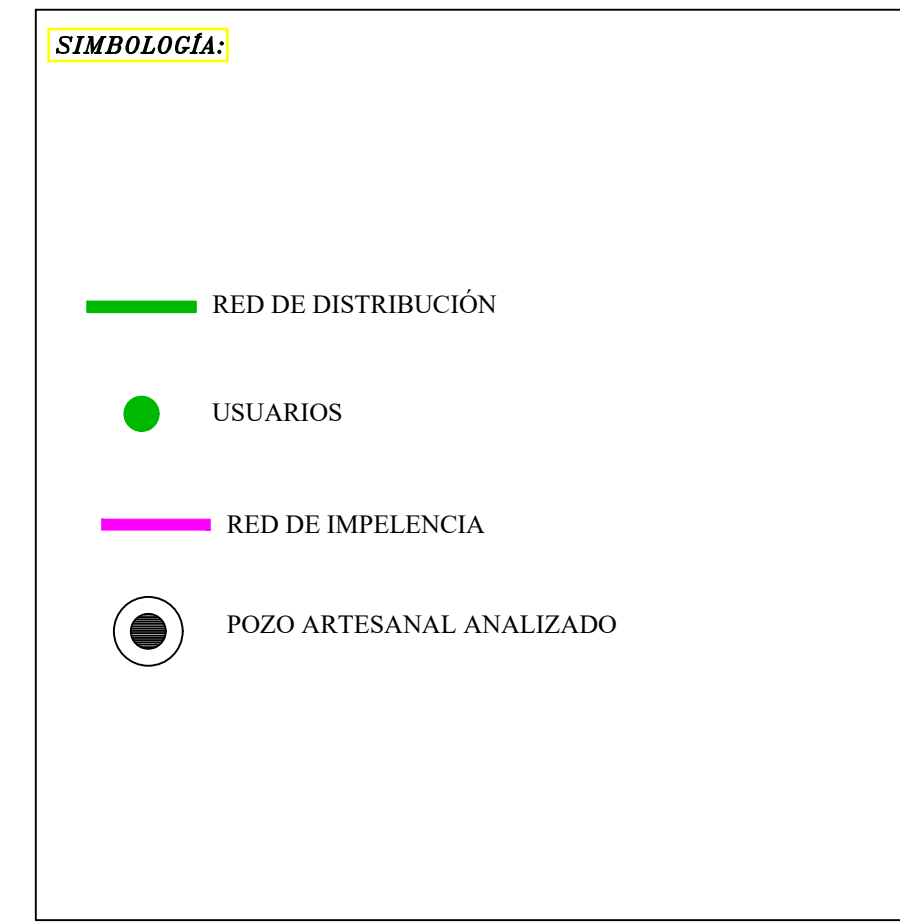
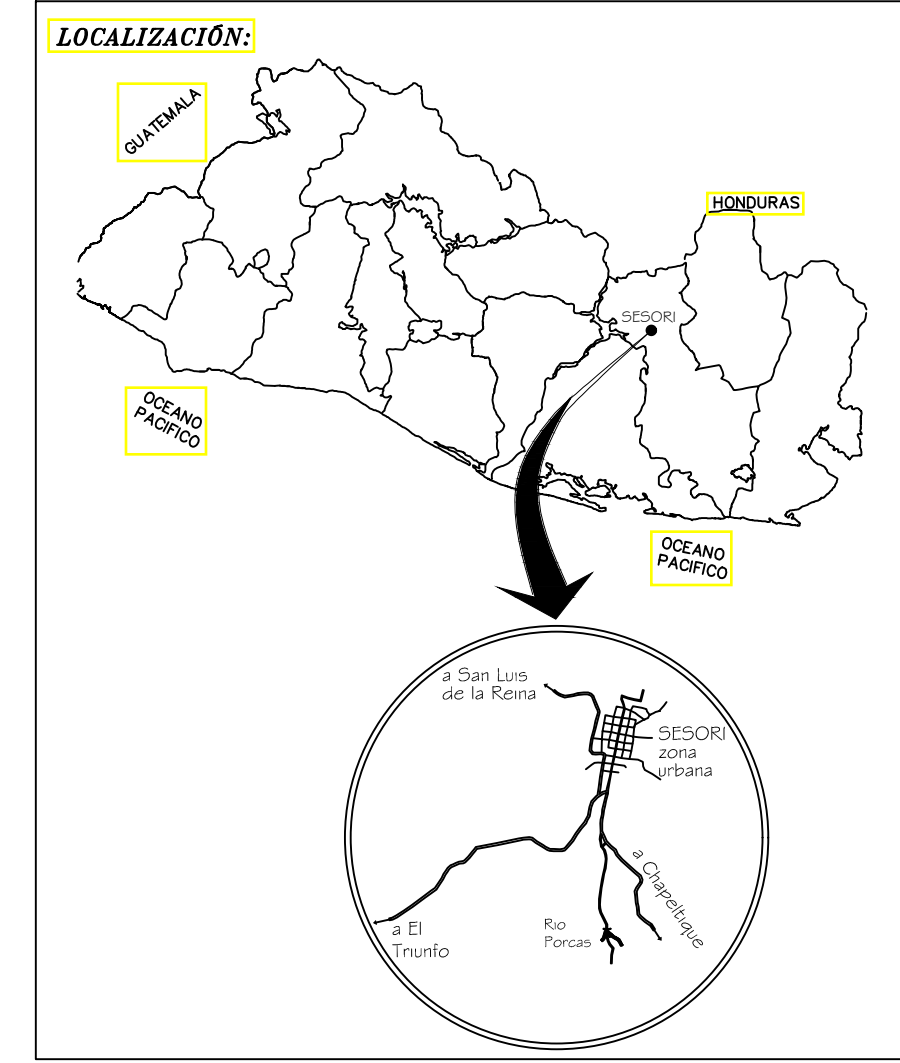
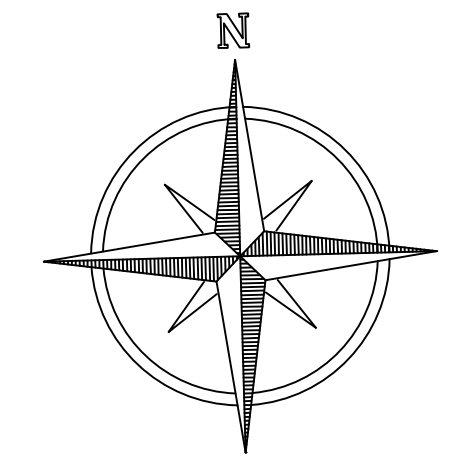
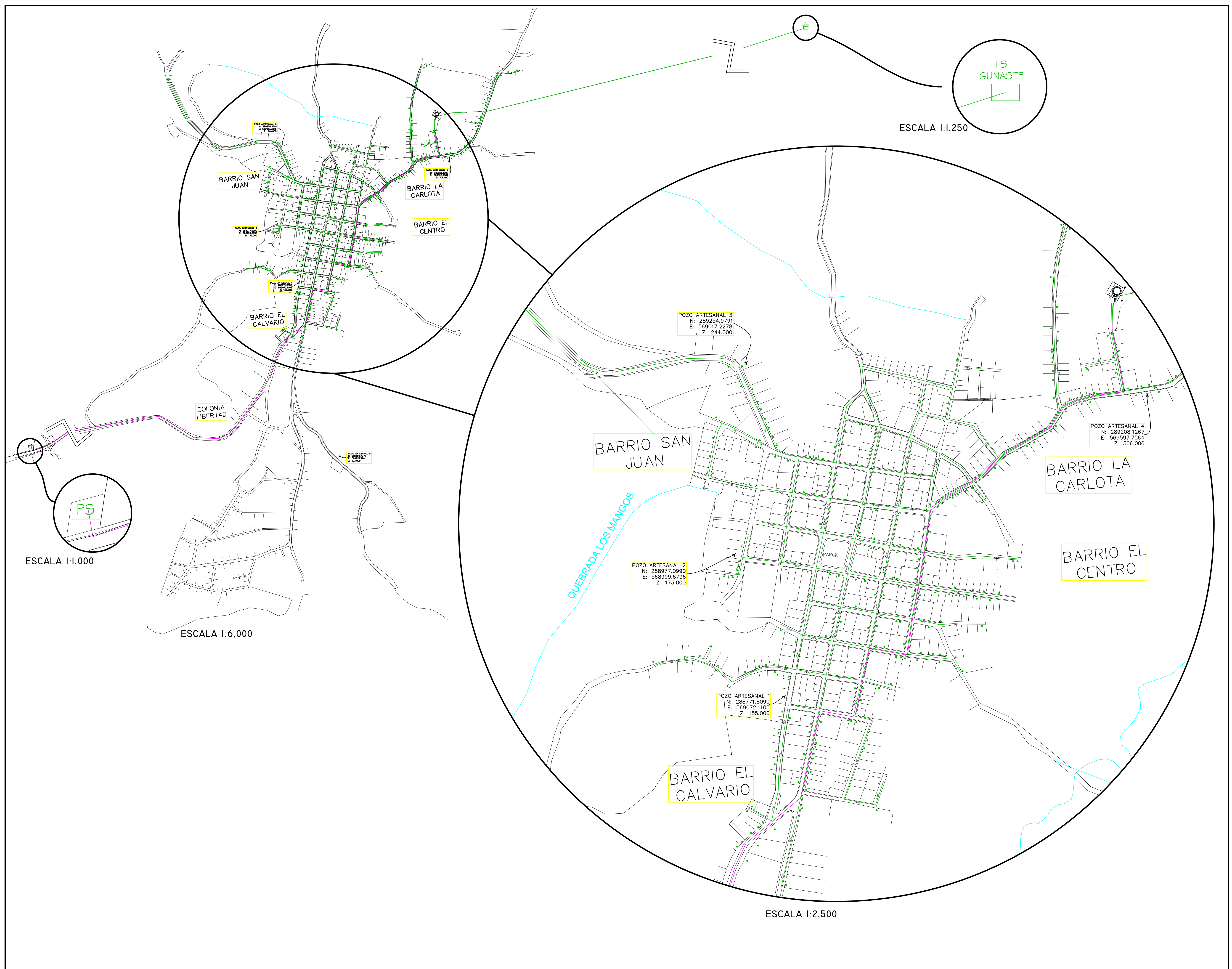
**Tabla 80. Resultados de pruebas de infiltración realizadas en el proyecto de “mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Sesori”.**

| No. Prueba              | Fecha    | Ubicación          | Beneficiario     | Hora inicial                   | Hora final | Tiempo de infiltración | Lectura inicial | Lectura final | Diferencia |  |
|-------------------------|----------|--------------------|------------------|--------------------------------|------------|------------------------|-----------------|---------------|------------|--|
| 1                       | 09-12-13 | Barrio El Calvario | Carlos Chavarría | 10:05 a.m.                     | 10:07:48   | 2:48 min               | 35 cm           | 32.5 cm       | 2.5 cm     |  |
| 2                       | 10-12-13 | Barrio El Centro   | Rafael Portillo  | 9:04 a.m.                      | 9:23:00    | 19:00 min              | 35 cm           | 32.5 cm       | 2.5 cm     |  |
| 3                       | 10-12-13 | Barrio El Calvario | María Rodríguez  | 9:50 a.m.                      | 9:53:00    | 3:00 min               | 35 cm           | 32.5 cm       | 2.5 cm     |  |
| 4                       | 15-12-13 | Barrio La Carlota  | Santos Villareal | 2:40 p.m.                      | 2:41:38    | 1:38 min               | 35 cm           | 32.5 cm       | 2.5 cm     |  |
| 5                       | 16-12-13 | Barrio El Centro   | Wilmer Rivera    | 10:30 a.m.                     | 10:44:00   | 14:00 min              | 35 cm           | 32.5 cm       | 2.5 cm     |  |
| <b>Promedio general</b> |          |                    |                  | <b>40:43 min/5 = 8.086 min</b> |            |                        |                 |               |            |  |

El promedio general que dio es de 8:086 min, equivalente a un coeficiente de 2.25 m<sup>2</sup>/día/persona.

**9.6 Anexo 6. Red de distribución de la ciudad de Sesori y ubicación de pozos  
artesanales analizados.**

Fuente: *ANDA*



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**TRABAJO DE GRADUACIÓN:**  
DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS SANITARIOS EN EL MUNICIPIO DE SESORI, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

**PRESENTADO POR:**  
Br. CAMPOS LOVO, NELSON JOSAEI  
Br. HERNÁNDEZ SALMERÓN, KATHERINE DENISSE  
Br. MARAVILLA SEGOVIA, OSCAR EDUARDO  
Br. TOBAR RIVAS, DANIEL ANTONIO

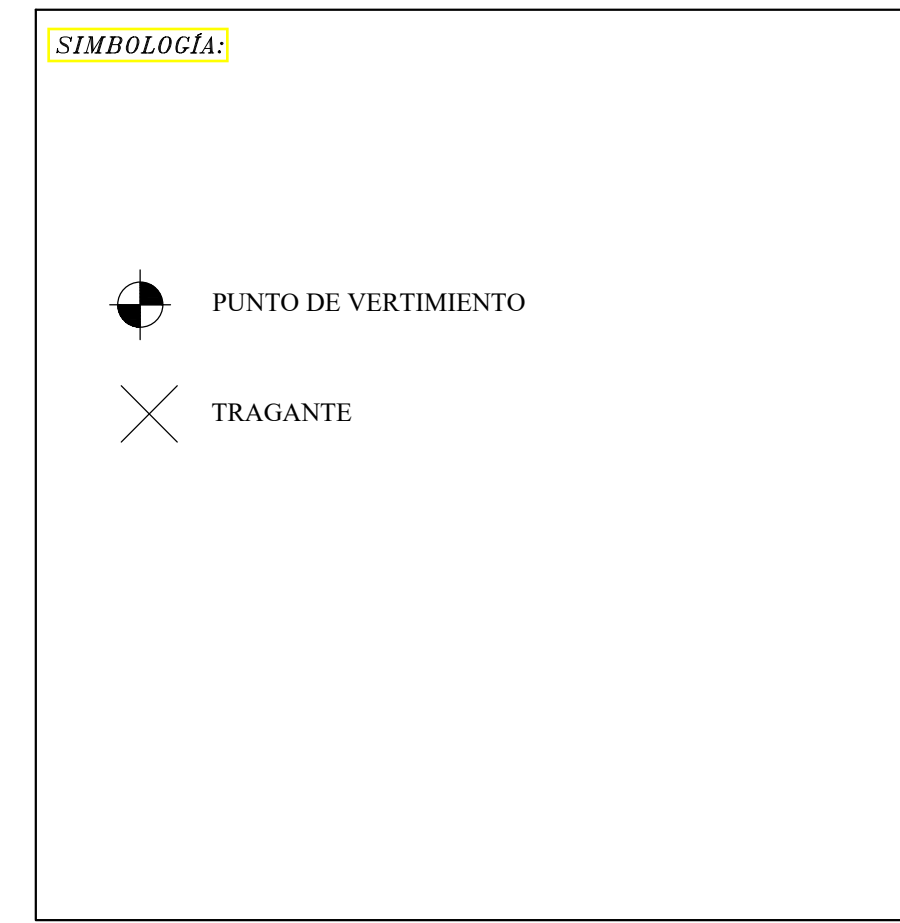
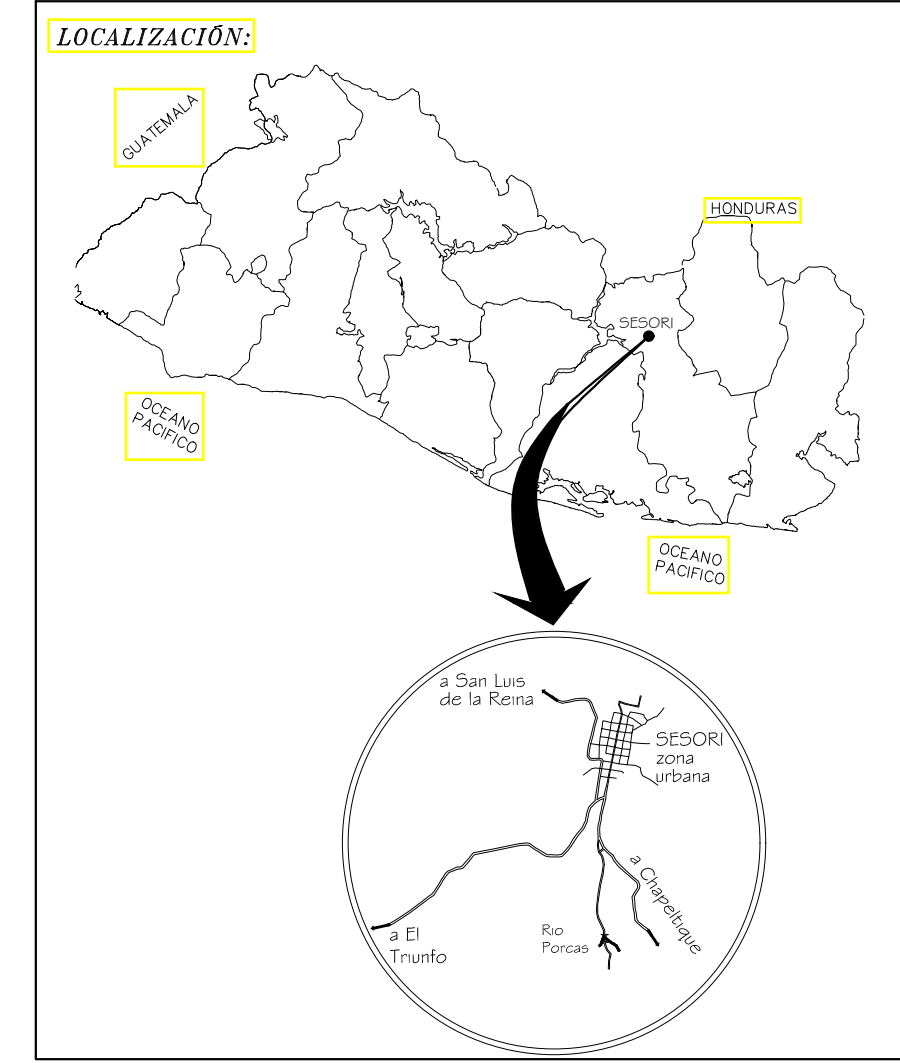
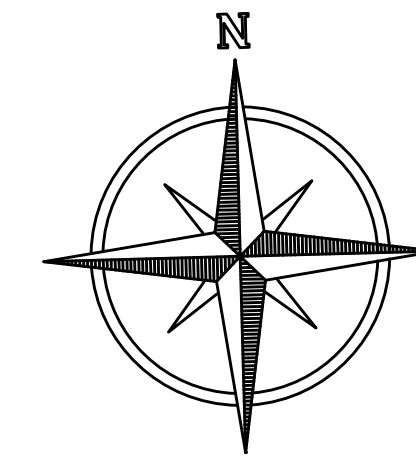
**DOCENTE ASESOR:**  
ING. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ RIVERA

**CONTENIDO:**  
RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CIUDAD DE SESORI (PROPORCIONADO POR ANDA) Y UBICACIÓN DE LOS POZOS ARTESANALES ANALIZADOS

**PLANO:** ANEXO 6      **ESCALA:** INDICADAS      **FECHA:** noviembre 2018

**9.7 Anexo 7. Tragantes de aguas residuales y sus puntos de vertimientos en la ciudad de Sesori.**

*Fuente: Grupo de Tesis (2018)*



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

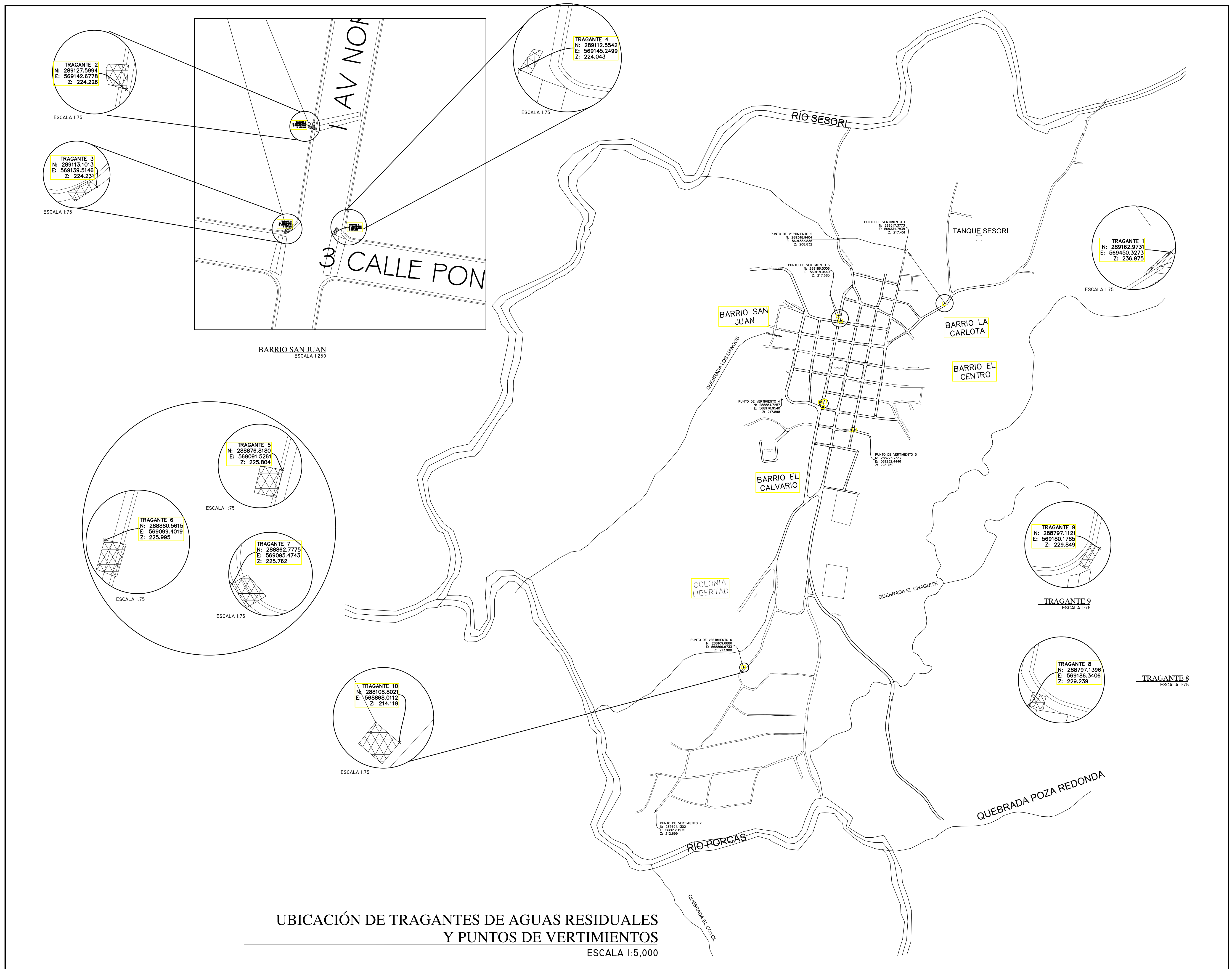
**TRABAJO DE GRADUACIÓN:**  
 DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS SANITARIOS EN EL MUNICIPIO DE SESORI, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

**PRESENTADO POR:**  
 Br. CAMPOS LOVO, NELSON JOSAEI  
 Br. HERNÁNDEZ SALMERÓN, KATHERINE DENISSE  
 Br. MARAVILLA SEGOVIA, OSCAR EDUARDO  
 Br. TOBAR RIVAS, DANIEL ANTONIO

**DOCENTE ASESOR:**  
 ING. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ RIVERA

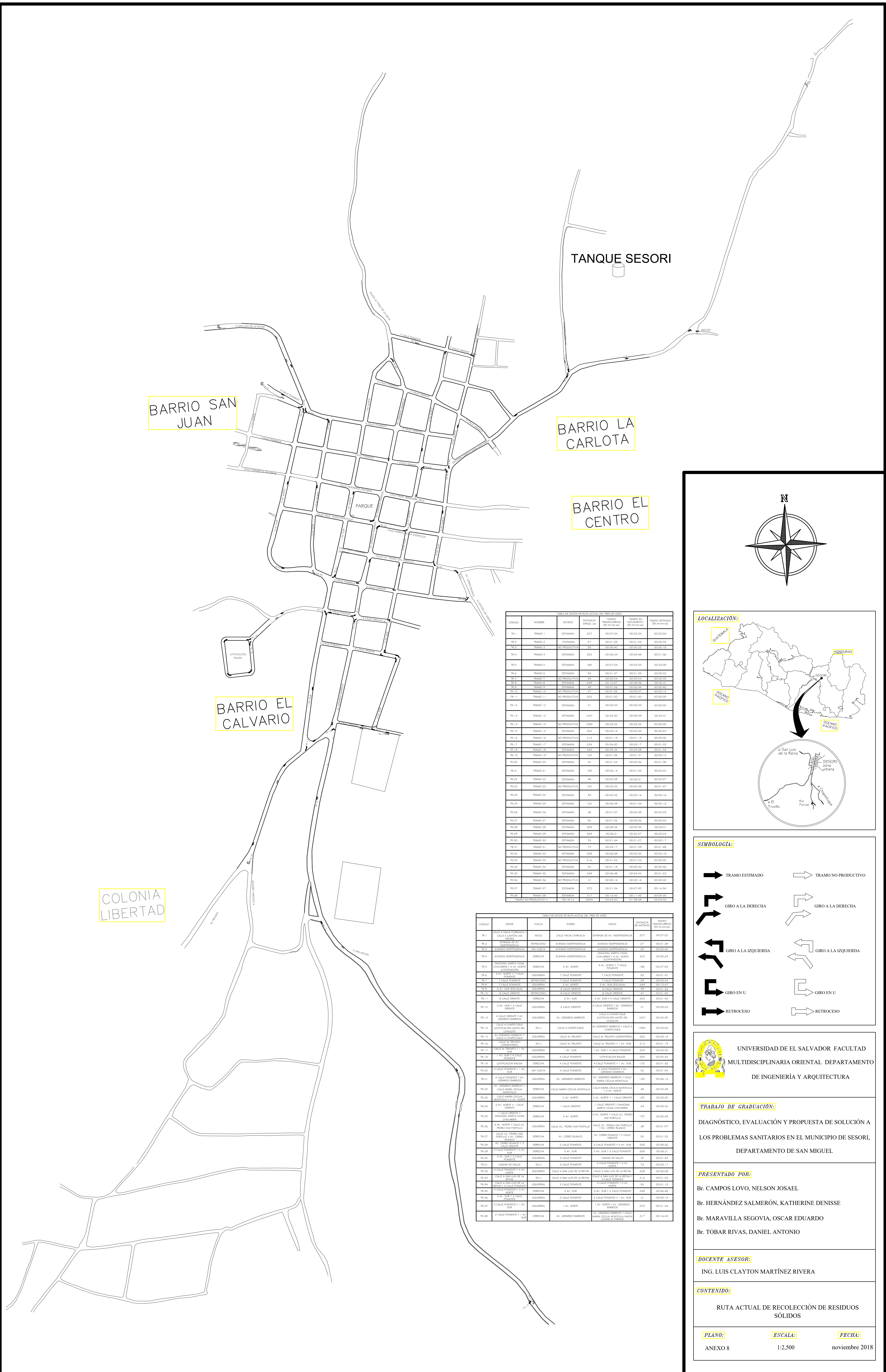
**CONTENIDO:**  
 TRAGANTES DE AGUAS RESIDUALES Y SUS PUNTOS DE VERTIMIENTOS EN LA CIUDAD DE SESORI

**PLANO:** ANEXO 7      **ESCALA:** INDICADAS      **FECHA:** noviembre 2018





**9.8 Anexo 8. Ruta actual de recolección de residuos sólidos.**



BARRIO SAN JUAN

BARRIO LA CARLOTA

BARRIO EL CENTRO

BARRIO EL CALVARIO

COLONIA LIBERTAD

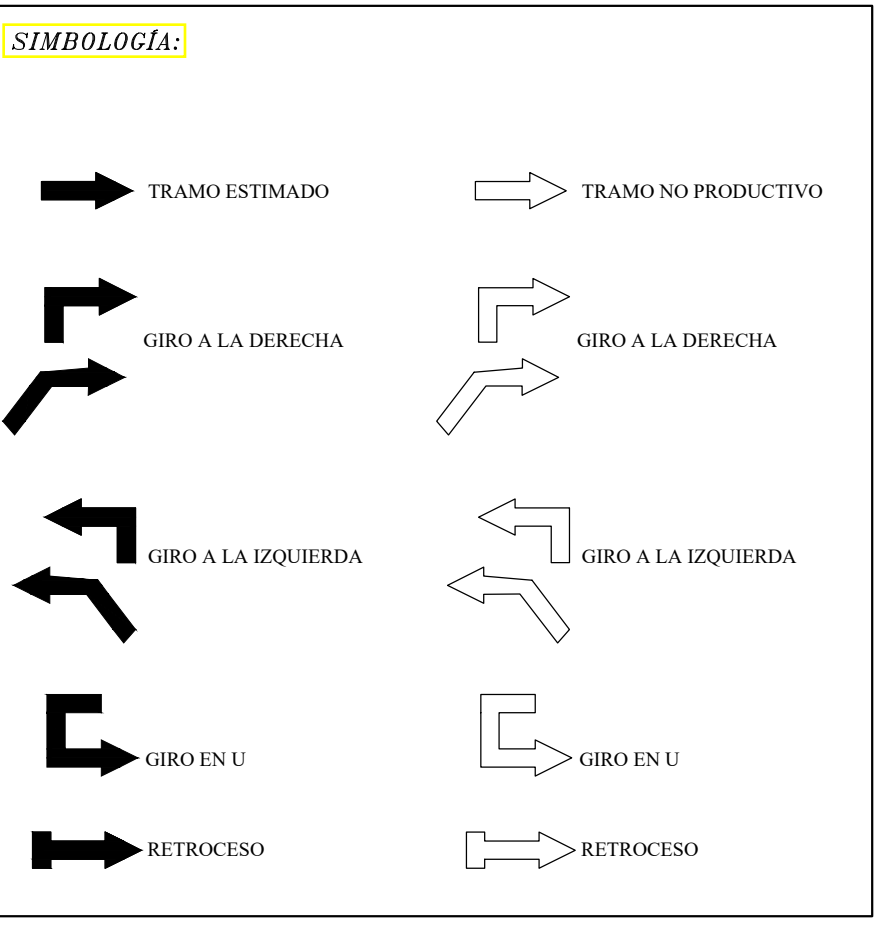
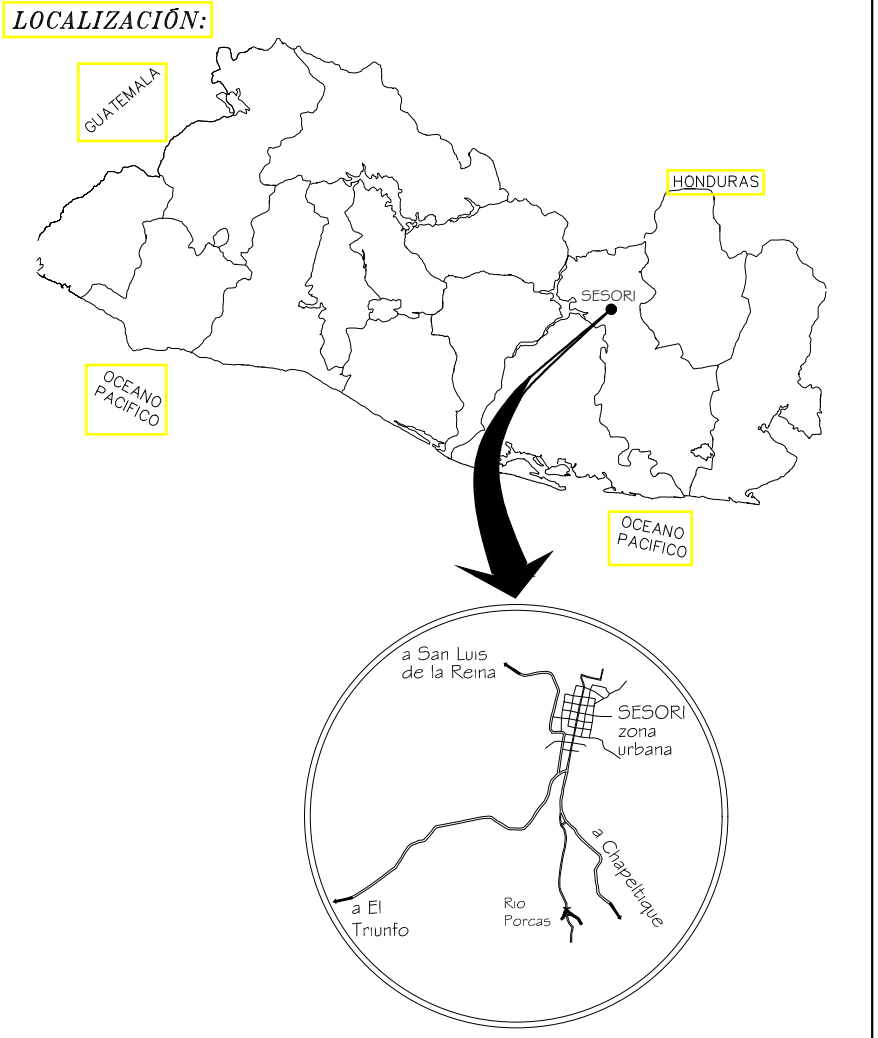
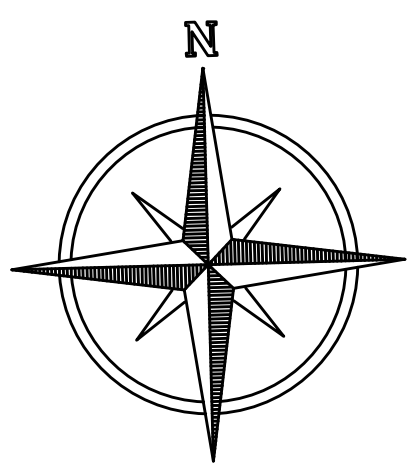
TANQUE SESORI

Tabla de Datos de Ruta Actual del Mes de Años

| CÓDIGO | NOMBRE   | ESTADO        | DISTANCIA ANTES DEL AÑO | TIEMPO EN MOVIMIENTO EN HORAS | TIEMPO EN MOVIMIENTO EN MINUTOS |
|--------|----------|---------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| TR-1   | TRAMO 1  | ESTANCA       | 227                     | 00:07:02                      | 00:05:04                        |
| TR-2   | TRAMO 2  | ESTANCA       | 29                      | 00:01:39                      | 00:01:04                        |
| TR-3   | TRAMO 3  | NO PRODUCTIVA | 29                      | 00:02:40                      | 00:02:22                        |
| TR-4   | TRAMO 4  | ESTANCA       | 252                     | 00:06:34                      | 00:04:44                        |
| TR-5   | TRAMO 5  | ESTANCA       | 188                     | 00:07:04                      | 00:05:55                        |
| TR-6   | TRAMO 6  | ESTANCA       | 93                      | 00:01:47                      | 00:01:05                        |
| TR-7   | TRAMO 7  | NO PRODUCTIVA | 48                      | 00:02:54                      | 00:02:54                        |
| TR-8   | TRAMO 8  | NO PRODUCTIVA | 48                      | 00:02:47                      | 00:02:42                        |
| TR-9   | TRAMO 9  | NO PRODUCTIVA | 49                      | 00:01:56                      | 00:01:49                        |
| TR-10  | TRAMO 10 | NO PRODUCTIVA | 29                      | 00:01:52                      | 00:01:47                        |
| TR-11  | TRAMO 11 | NO PRODUCTIVA | 203                     | 00:01:00                      | 00:01:00                        |
| TR-12  | TRAMO 12 | ESTANCA       | 51                      | 00:00:33                      | 00:00:33                        |
| TR-13  | TRAMO 13 | ESTANCA       | 1247                    | 00:43:30                      | 00:39:32                        |
| TR-14  | TRAMO 14 | NO PRODUCTIVA | 1094                    | 00:39:02                      | 00:35:02                        |
| TR-15  | TRAMO 15 | ESTANCA       | 252                     | 00:05:14                      | 00:02:24                        |
| TR-16  | TRAMO 16 | NO PRODUCTIVA | 214                     | 00:01:19                      | 00:01:19                        |
| TR-17  | TRAMO 17 | ESTANCA       | 224                     | 00:04:20                      | 00:03:17                        |
| TR-18  | TRAMO 18 | ESTANCA       | 300                     | 00:05:43                      | 00:04:09                        |
| TR-19  | TRAMO 19 | NO PRODUCTIVA | 133                     | 00:01:26                      | 00:01:21                        |
| TR-20  | TRAMO 20 | ESTANCA       | 52                      | 00:01:04                      | 00:00:46                        |
| TR-21  | TRAMO 21 | ESTANCA       | 149                     | 00:02:14                      | 00:01:52                        |
| TR-22  | TRAMO 22 | ESTANCA       | 49                      | 00:02:39                      | 00:02:21                        |
| TR-23  | TRAMO 23 | NO PRODUCTIVA | 105                     | 00:02:25                      | 00:00:36                        |
| TR-24  | TRAMO 24 | ESTANCA       | 44                      | 00:00:32                      | 00:00:16                        |
| TR-25  | TRAMO 25 | ESTANCA       | 152                     | 00:02:49                      | 00:01:33                        |
| TR-26  | TRAMO 26 | ESTANCA       | 88                      | 00:01:07                      | 00:00:58                        |
| TR-27  | TRAMO 27 | ESTANCA       | 50                      | 00:01:33                      | 00:00:50                        |
| TR-28  | TRAMO 28 | ESTANCA       | 305                     | 00:08:20                      | 00:05:35                        |
| TR-29  | TRAMO 29 | ESTANCA       | 249                     | 00:06:21                      | 00:03:57                        |
| TR-30  | TRAMO 30 | ESTANCA       | 76                      | 00:01:44                      | 00:01:27                        |
| TR-31  | TRAMO 31 | NO PRODUCTIVA | 73                      | 00:03:17                      | 00:01:29                        |
| TR-32  | TRAMO 32 | ESTANCA       | 228                     | 00:05:06                      | 00:03:18                        |
| TR-33  | TRAMO 33 | NO PRODUCTIVA | 216                     | 00:01:53                      | 00:01:53                        |
| TR-34  | TRAMO 34 | ESTANCA       | 38                      | 00:01:18                      | 00:00:52                        |
| TR-35  | TRAMO 35 | ESTANCA       | 245                     | 00:06:44                      | 00:04:55                        |
| TR-36  | TRAMO 36 | NO PRODUCTIVA | 31                      | 00:00:14                      | 00:00:14                        |
| TR-37  | TRAMO 37 | ESTANCA       | 370                     | 00:12:34                      | 00:07:00                        |
| TR-38  | TRAMO 38 | ESTANCA       | 317                     | 00:14:43                      | 00:09:00                        |
| TR-39  | TRAMO 39 | NO PRODUCTIVA | 203                     | 00:43:00                      | 00:35:35                        |

Tabla de Datos de Ruta Actual del Mes de Años

| CÓDIGO | DESDE   | VUELTA    | SIGUIENTE             | HASTA   | DISTANCIA EN METROS | TIEMPO EN MOVIMIENTO EN HORAS |
|--------|---|-----------|-----------------------|---|---------------------|-------------------------------|
| TR-1   | CALLE A TRUJILLO (COMUNICACION CALLE A COMON LAGO)  | AVISO     | CALLE RICA CHAGUACA   | ESTANCA DE AV. INDEPENDENCIA                        | 227                 | 00:07:02                      |
| TR-2   | CALLE A TRUJILLO (COMUNICACION CALLE A COMON LAGO)  | RETROCESO | AVENIDA INDEPENDENCIA | AVENIDA INDEPENDENCIA                               | 29                  | 00:01:39                      |
| TR-3   | AVENIDA INDEPENDENCIA                               | ESQUERDA  | AVENIDA INDEPENDENCIA | AVENIDA INDEPENDENCIA                               | 29                  | 00:02:40                      |
| TR-4   | AVENIDA INDEPENDENCIA                               | ESQUERDA  | AVENIDA INDEPENDENCIA | AVENIDA INDEPENDENCIA                               | 252                 | 00:06:34                      |
| TR-5   | AVENIDA INDEPENDENCIA                               | ESQUERDA  | AVENIDA INDEPENDENCIA | AVENIDA INDEPENDENCIA                               | 188                 | 00:07:04                      |
| TR-6   | AV. NORTE Y 7.º CALLE PONIENTE                      | ESQUERDA  | 7.º CALLE PONIENTE    | 7.º CALLE PONIENTE                                  | 93                  | 00:01:47                      |
| TR-7   | 7.º CALLE PONIENTE                                  | ESQUERDA  | 7.º CALLE PONIENTE    | 7.º CALLE PONIENTE                                  | 48                  | 00:02:54                      |
| TR-8   | 7.º CALLE PONIENTE                                  | ESQUERDA  | 7.º CALLE PONIENTE    | 7.º CALLE PONIENTE                                  | 48                  | 00:02:47                      |
| TR-9   | 7.º CALLE PONIENTE                                  | ESQUERDA  | 7.º CALLE PONIENTE    | 7.º CALLE PONIENTE                                  | 49                  | 00:01:56                      |
| TR-10  | 7.º CALLE PONIENTE                                  | ESQUERDA  | 7.º CALLE PONIENTE    | 7.º CALLE PONIENTE                                  | 29                  | 00:01:52                      |
| TR-11  | 8.º CALLE ORIENTE                                   | ESQUERDA  | 2.º AV. SUR           | 2.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 203                 | 00:01:00                      |
| TR-12  | 2.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 4.º CALLE ORIENTE     | 4.º CALLE ORIENTE Y AV. GERARDO BARROS              | 51                  | 00:00:33                      |
| TR-13  | 4.º CALLE ORIENTE Y AV. GERARDO BARROS              | ESQUERDA  | AV. GERARDO BARROS    | CALLE A CHAPTALQUE                                  | 1247                | 00:43:30                      |
| TR-14  | CALLE A CHAPTALQUE                                  | EN U      | CALLE A CHAPTALQUE    | AV. GERARDO BARROS Y CALLE A CHAPTALQUE             | 1094                | 00:39:02                      |
| TR-15  | AV. GERARDO BARROS Y CALLE A CHAPTALQUE             | ESQUERDA  | CALLE AL TRUJILLO     | CALLE AL TRUJILLO (COMUNICACION CALLE A COMON LAGO) | 252                 | 00:05:14                      |
| TR-16  | CALLE AL TRUJILLO (COMUNICACION CALLE A COMON LAGO) | EN U      | CALLE AL TRUJILLO     | CALLE AL TRUJILLO Y 1.º AV. SUR                     | 214                 | 00:01:19                      |
| TR-17  | CALLE AL TRUJILLO Y 1.º AV. SUR                     | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 224                 | 00:04:20                      |
| TR-18  | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 4.º CALLE ORIENTE     | LOTIFICACION RAUDA                                  | 300                 | 00:05:43                      |
| TR-19  | LOTIFICACION RAUDA                                  | ESQUERDA  | 4.º CALLE ORIENTE     | 4.º CALLE ORIENTE Y AV. GERARDO BARROS              | 133                 | 00:01:26                      |
| TR-20  | 4.º CALLE ORIENTE Y AV. GERARDO BARROS              | EN VUELTA | 3.º CALLE PONIENTE    | 3.º CALLE PONIENTE Y AV. GERARDO BARROS             | 52                  | 00:01:52                      |
| TR-21  | AV. GERARDO BARROS Y CALLE MARIA CECILIA MONTOLLA   | ESQUERDA  | AV. GERARDO BARROS    | AV. GERARDO BARROS Y CALLE MARIA CECILIA MONTOLLA   | 149                 | 00:02:14                      |
| TR-22  | AV. GERARDO BARROS Y CALLE MARIA CECILIA MONTOLLA   | ESQUERDA  | AV. GERARDO BARROS    | AV. GERARDO BARROS Y CALLE MARIA CECILIA MONTOLLA   | 48                  | 00:01:56                      |
| TR-23  | CALLE MARIA CECILIA MONTOLLA Y 1.º AV. SUR          | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 105                 | 00:02:25                      |
| TR-24  | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 44                  | 00:00:32                      |
| TR-25  | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 152                 | 00:02:49                      |
| TR-26  | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 88                  | 00:01:07                      |
| TR-27  | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 50                  | 00:01:33                      |
| TR-28  | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 305                 | 00:08:20                      |
| TR-29  | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 249                 | 00:06:21                      |
| TR-30  | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 76                  | 00:01:44                      |
| TR-31  | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 73                  | 00:03:17                      |
| TR-32  | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 228                 | 00:05:06                      |
| TR-33  | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 216                 | 00:01:53                      |
| TR-34  | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 38                  | 00:01:18                      |
| TR-35  | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 245                 | 00:06:44                      |
| TR-36  | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 31                  | 00:00:14                      |
| TR-37  | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 370                 | 00:12:34                      |
| TR-38  | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 317                 | 00:14:43                      |
| TR-39  | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | ESQUERDA  | 1.º AV. SUR           | 1.º AV. SUR Y 4.º CALLE ORIENTE                     | 203                 | 00:43:00                      |



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

TRABAJO DE GRADUACIÓN: DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS SANITARIOS EN EL MUNICIPIO DE SESORI, DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

PRESENTADO POR: Br. CAMPOS LOVO, NELSON JOSAEEL; Br. HERNÁNDEZ SALMERÓN, KATHERINE DENISSE; Br. MARAVILLA SEGOVIA, OSCAR EDUARDO; Br. TOBAR RIVAS, DANIEL ANTONIO

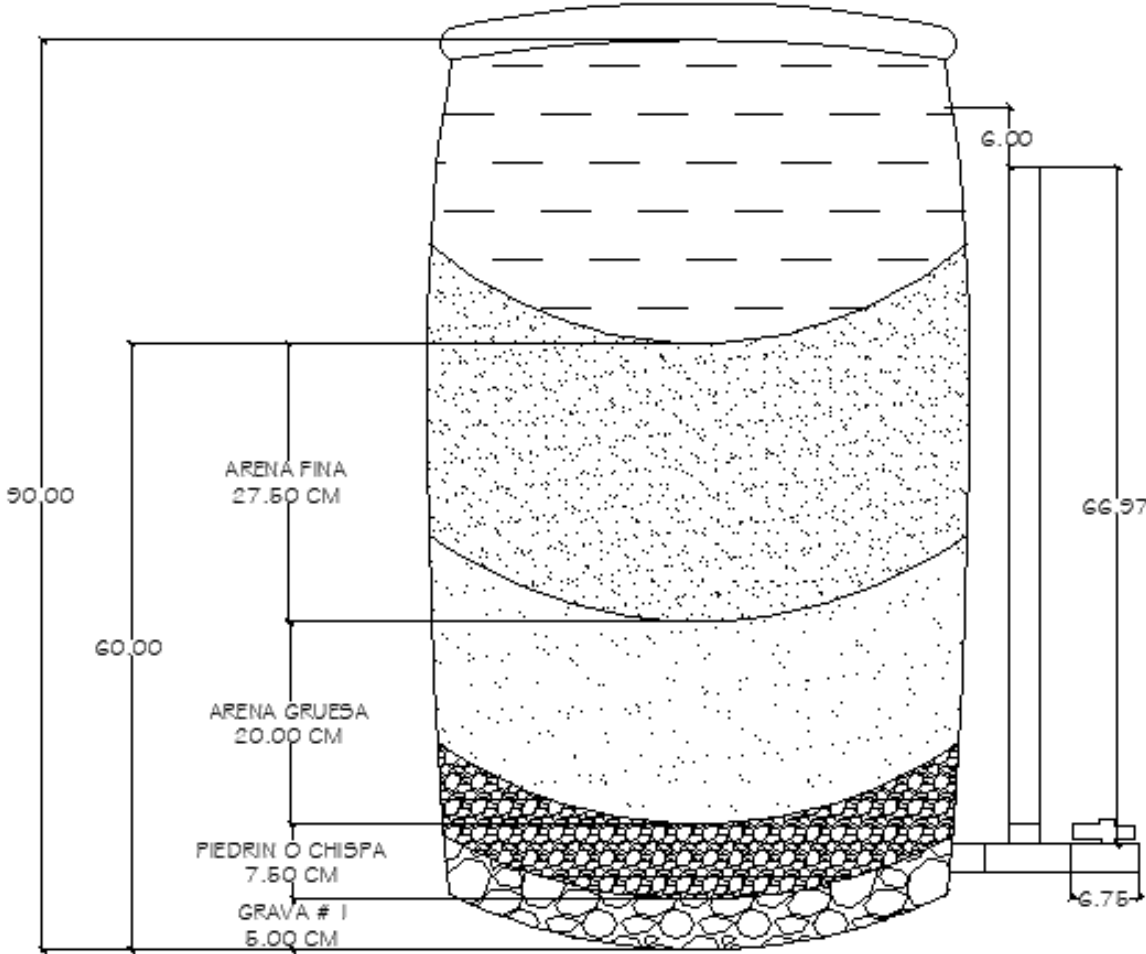
DOCENTE ASESOR: ING. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ RIVERA

CONTENIDO: RUTA ACTUAL DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

PLANO: ANEXO 8; ESCALA: 1:2,500; FECHA: noviembre 2018

**9.9 Anexo 9: Propuesta de solución para el agua potable en ciudad de Sesori (Filtro lento de arena).**

Barril de 55 galones.



### 9.9.1 Proceso constructivo

✓ Preparar el recipiente

Primeramente, realizamos un agujero pequeño de ½” de diámetro en la parte inferior del recipiente o barril plástico de aproximadamente 1 metro de altura (0.93 m), a través del cual saldrá el agua filtrada.

Ahora, limpiamos bien el recipiente, primero con lavavajillas y después con algún jabón antibacterial líquido y enjuagamos con abundante agua. Seguidamente, repetimos este procedimiento de limpieza con los materiales filtrantes (grava).

✓ Instalación de tubería

En el orificio realizado se inserta el tubo PVC de ½”, y se procede a la instalación de un codo PVC, del cual saldrá una tubería vertical que servirá para conducir el agua y luego se agrega otro codo, seguido de un tramo de PVC 1/2” y la válvula al final de la tubería horizontal. Todas las uniones deben ir selladas con pegamento PVC y cinta teflón.

✓ Armado del filtro de arena

El proceso de armado es sencillo: sólo debemos colocar los materiales en capas homogéneas para evitar que se mezclen entre sí.

A continuación, les vamos a mostrar el orden estricto en el que deben colocarse las capas de materiales dentro del recipiente o barril plástico. (A mayor altura mayor los cm de materiales).

1° capa (fondo): 5 cm de grava # 1

2° capa: 7.5 cm de piedrín o chispa

3° capa: 20 cm de arena gruesa (hormigón)

4° capa: 27.5 cm de arena fina

✓ Placa difusora

Puede ser construida de varios materiales que puedan ser sumergidos en agua tales como, plástico duro, acrílico, plexiglás o metal galvanizado. Se perforan 100 agujeros, no mayores a 1/8" de diámetro, en el material siguiendo un cuadrillado de (2.5 x 2.5) cm (1 x 1)". Su función es no perturbar la superficie de la arena cuando se vierte agua en el filtro.

✓ Tapadera del filtro

Una tapa bien ajustada previene la contaminación del agua y la presencia de insectos, puede ser hecha de madera o metal galvanizado, adecuándola al diámetro del barril.

**Calculo de personas abastecidas:**

Cabe aclarar que el cálculo para la cantidad de personas abastecidas con el filtro domiciliario debe realizarse, tomando en cuenta el volumen de agua necesaria para cada persona o de ingesta diaria, y no así con el valor de dotación diaria. Siendo este valor el siguiente.

Volumen de ingesta diaria = 8 L/hab-día

Filtración del equipo: 150 litros

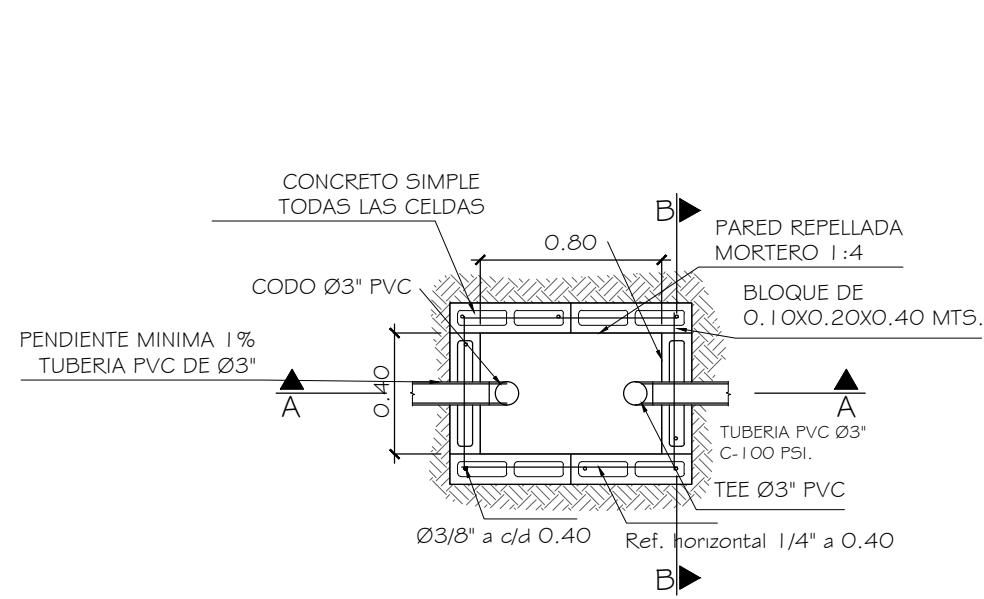
No de personas = (150 litros /8 L/hab-día)

No de personas = **18**

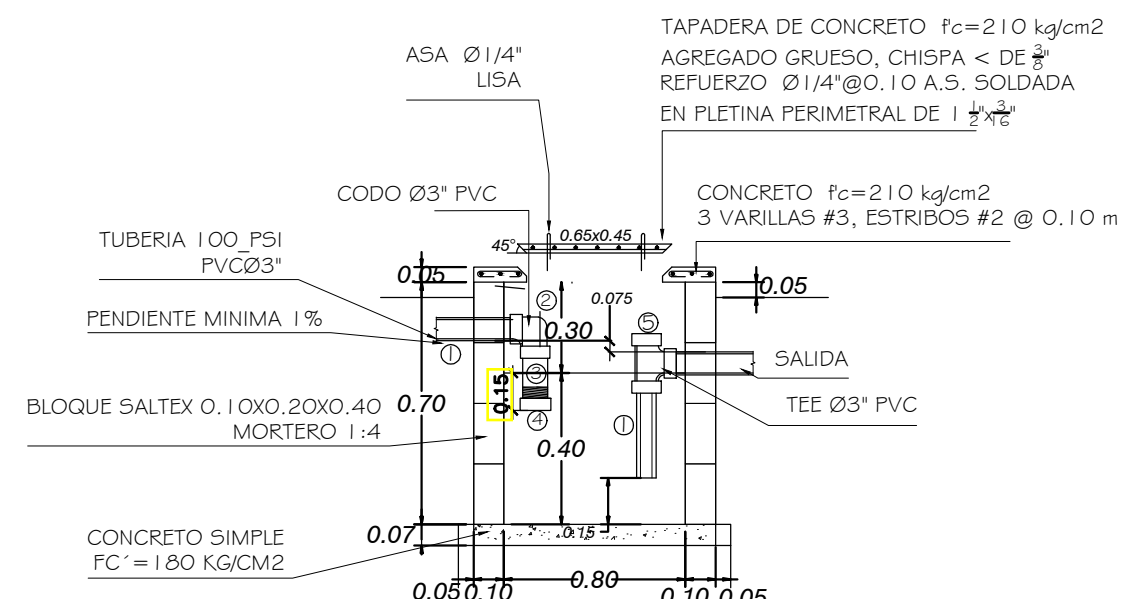
9.9.2 Presupuesto

| <b>Filtro Lento de Arena</b> |               |                 |               |                 |
|------------------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
| <b>Materiales</b>            | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio</b> | <b>Subtotal</b> |
| Barril Plástico              | c/u           | 1               | \$ 26.00      | \$ 26.00        |
| Tubo PVC 1/2"                | ml            | 1               | \$ 1.90       | \$ 1.90         |
| Codo de 1/2"                 | c/u           | 1               | \$ 0.75       | \$ 0.75         |
| Valvula 1/2"                 | c/u           | 1               | \$ 1.25       | \$ 1.25         |
| Grava # 1                    | Carretillada  | 0.5             | \$ 3.75       | \$ 1.88         |
| Gravilla (Chispa)            | Carretillada  | 0.5             | \$ 3.75       | \$ 1.88         |
| Arena Gruesa                 | Carretillada  | 1               | \$ 2.25       | \$ 2.25         |
| Arena Fina                   | Carretillada  | 1               | \$ 2.25       | \$ 2.25         |
| Pegamento PVC                | c/u           | 1               | \$ 3.00       | \$ 3.00         |
| Cinta Teflón                 | c/u           | 1               | \$ 0.50       | \$ 0.50         |
| Lamina Lisa Zinc-Alum        | m             | 1               | \$ 6.50       | \$ 6.50         |
|                              |               | <b>Total</b>    |               | <b>\$ 48.16</b> |

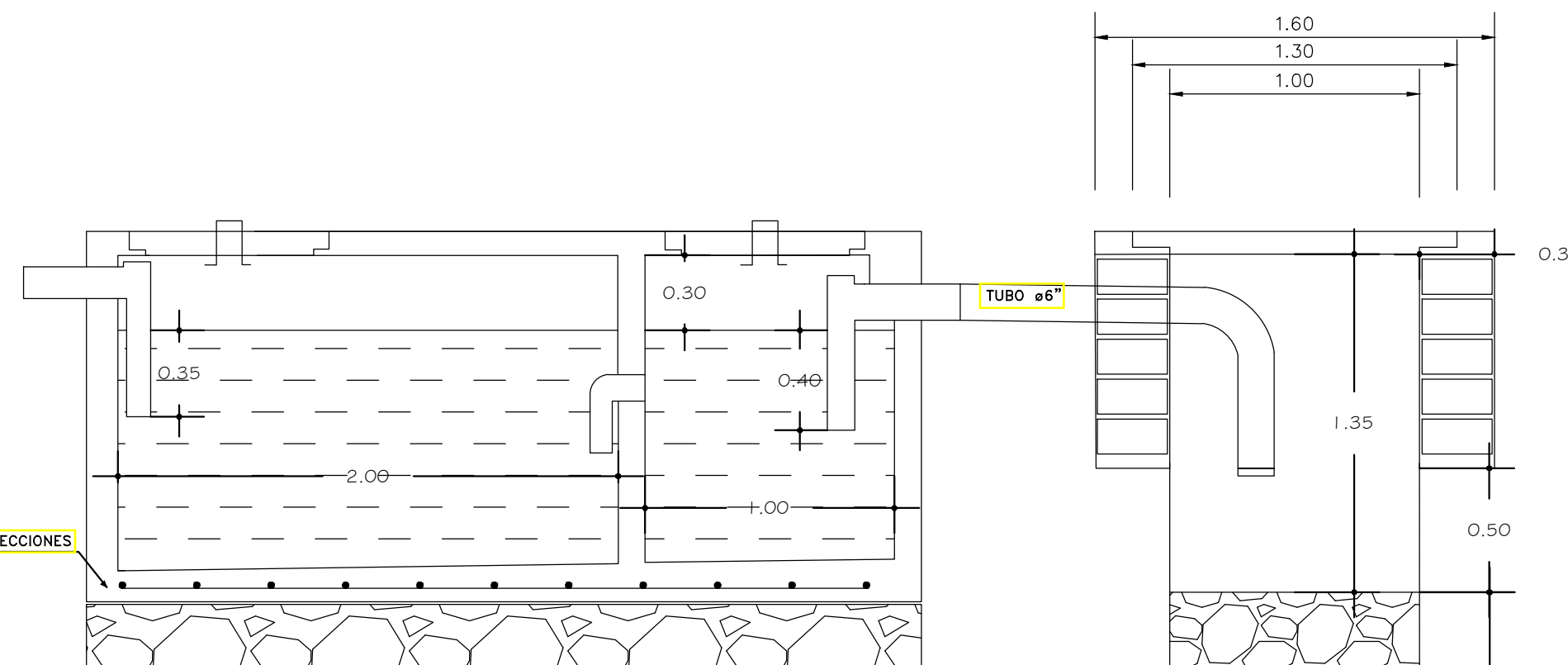
**9.10 Anexo 10. Propuesta de solución de aguas residuales en la colonia Libertad. Biojardineras para el tratamiento de las aguas grises.**



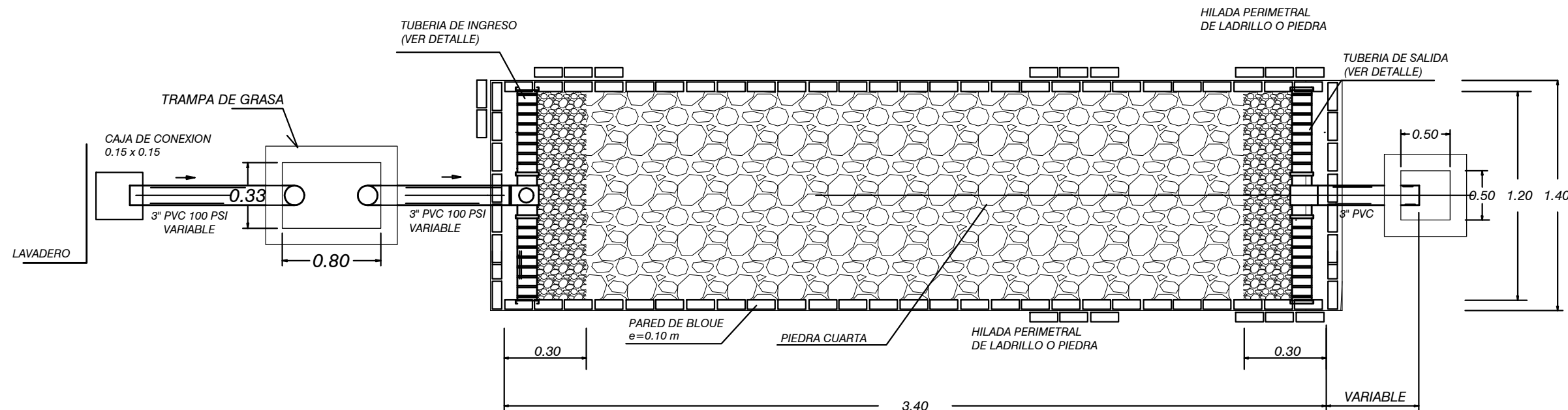
**PLANTA**  
SIN ESCALA  
**TRAMPA PARA GRASA**  
ESCALA 1:25



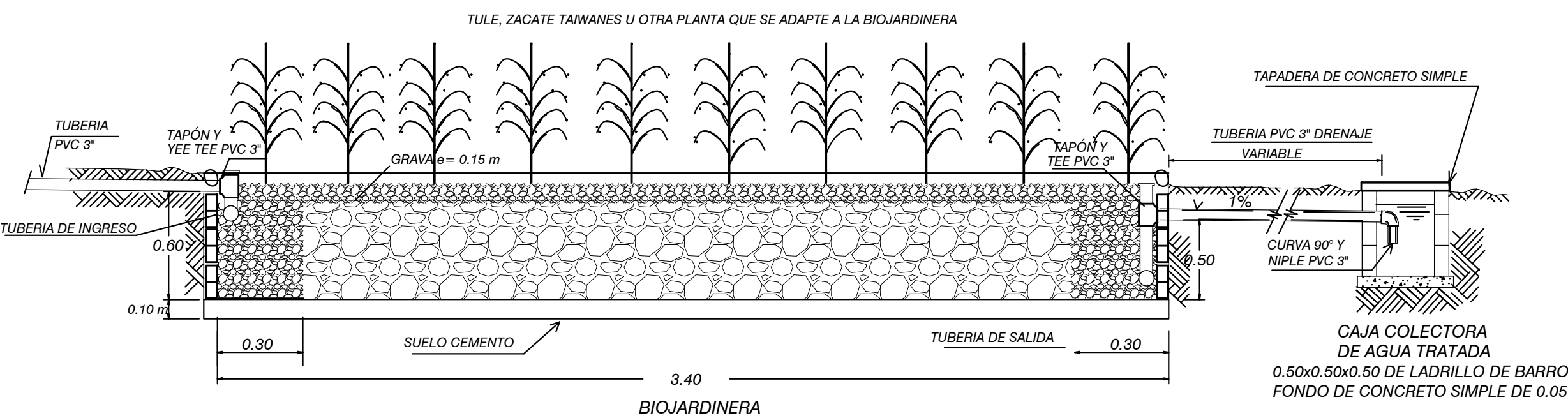
**SECCION A-A**



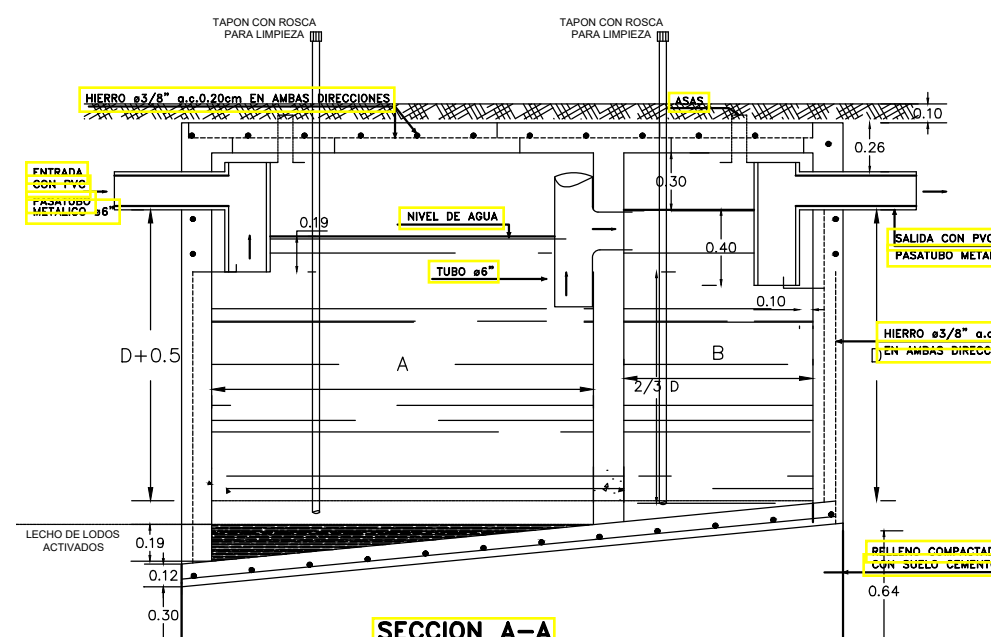
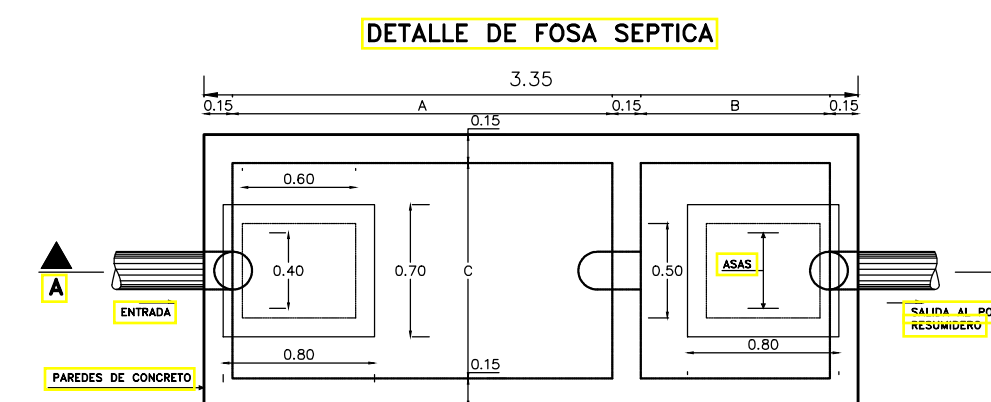
**TANQUE SÉPTICO Y POZO DE ABSORCIÓN**  
PARA LOS BARRIOS DE LA CIUDAD DE SESORI  
ESCALA 1:25



**TRAMPA PARA GRASA Y BIOJARDINERA**  
ESCALA 1:25



**TRAMPA PARA GRASA Y BIOJARDINERA PARA LA COLONIA LIBERTAD**  
ESCALA 1:25



**SECCIONES DE TANQUE SÉPTICO Y POZO DE**  
**ABSORCIÓN**  
ESCALA 1:25



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD  
MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**TRABAJO DE GRADUACIÓN:**  
DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y PROPUESTA  
DE SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS  
SANITARIOS EN EL MUNICIPIO DE SESORI,  
DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

**PRESENTA:**  
Br. CAMPOS LOVO, NELSON JOSAEEL  
Br. HERNÁNDEZ SALMERÓN, KATHERINE DENISSE  
Br. MARAVILLA SEGOVIA, OSCAR EDUARDO  
Br. TOBAR RIVAS, DANIEL ANTONIO

**DOCENTE DIRECTOR:**  
ING. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ RIVERA

**CONTENIDO:**  
PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA LA  
DISPOSICIÓN SANITARIA DE AGUAS RESIDUALES

**PLANO:** ANEXOS 10 Y 11  
**ESCALA:** INDICADAS  
**FECHA:** noviembre 2018



### **9.10.1 Proceso constructivo del sistema la biojardinera.**

#### Construcción de la trampa de grasas.

1. Hacer todas las conexiones necesarias del ramal de aguas jabonosas de la propiedad, para que éstas se dirijan a la trampa de grasas.
2. Nivelar y compactar una superficie de 110 centímetros x 70 centímetros en la ubicación deseada.
3. Colar una base de 7 centímetros de espesor y las dimensiones mencionadas.
4. Permitir suficiente tiempo de fraguado (por lo menos dos días).
5. Desplantar muros de bloque Saltex cuatrapeados en las esquinas hasta una altura de 80 centímetros Prever la entrada y la salida de la trampa de grasas.
6. Repellar con mortero todo el interior de la trampa; si así lo desea, agregar a la mezcla el impermeabilizante para mortero. Permitir suficiente tiempo de secado (por lo menos un día).
7. Colocar los codos y las extensiones de PVC (es mejor pegarlos hasta el final de toda la construcción), prestando especial atención a los niveles y las pendientes. Es decir, una vez que se decida la ubicación de la biojardinera, calcular las alturas de salida de la trampa y entrada respectivamente, de tal forma que se obtenga una pendiente de por lo menos 1%.

#### Construcción de la biojardinera.

1. Nivelar y compactar una superficie de 3.70 metros x 1.50 metros para permitir el desplante de los muros de bloque.
2. Desplantar muros de bloque cuatrapeados en las esquinas hasta una altura de 75 centímetros. Prever la entrada y la salida del biojardinera.

3. Repellar con mortero todo el interior de la biojardinera; si así lo desea, agregar a la mezcla el impermeabilizante para cemento. Permitir suficiente tiempo de secado (por lo menos un día).
4. Para determinar las zonas de grava, medir la longitud total interior de la biojardinera, será de 0.30 metros las partes laterales y de 2.80 metros la parte central.
5. Una vez delimitadas las distintas zonas, colocar tablonces transversalmente dentro de la biojardinera para que actúen como barreras temporales mientras éste se rellena.
6. Rellenar las secciones alternativamente para que el peso de cada material mantenga en su lugar los tablonces. Por ejemplo, poner algunas paladas de grava en la sección 1, una carretilla de piedra cuarta en la sección 2 y algunas paladas de grava en la sección 3. Avanzar sucesivamente hasta unos 10 cm del borde de la biojardinera.
7. Al llegar a este punto, en la sección 1, tomar en cuenta lo siguiente: Si prefiere que el agua proveniente de la trampa entre de forma directa a la biojardinera, asegúrese que el tubo quede ahogado en la parte central superior de la capa de la sección 1.

Por otro lado, si prefiere que el agua pretratada se distribuya en la biojardinera por medio de un tubo perforado, éste debe construirse de la siguiente manera:

- a. Cortar un tubo de PVC de 3 pulgadas, del ancho de la biojardinera.
- b. Marcar una línea horizontal a lo largo del tubo, que sirva de guía para hacer las perforaciones.
- c. Perforar cada 5 centímetros, con una broca de aproximadamente 0.5 cm de diámetro.

- d. Tapar una extremidad del tubo perforado (es posible que se tenga que calentar el tubo para colocar la tapa).
  - e. Conectar el tubo perforado, por medio de un cople, al tubo de entrada del filtro, asegurándose que las perforaciones queden hacia abajo y que exista una leve pendiente.
8. En la sección 2, sembrar las plantas, tomando en cuenta que el tallo no debe quedar demasiado profundo.
  9. Terminar de rellenar las secciones hasta el borde de la biojardinera. Si así se desea, la última capa de la sección 2 puede ser grava.
  10. Remover los tablones.
  11. Conectar la salida de la trampa de grasas con la entrada del filtro por medio de un tubo de PVC de 3 pulgadas, evitando lo más posible codos, desviaciones y cambios abruptos de nivel (subidas y bajadas). Antes de la sección del tubo que sube a la entrada de la biojardinera, es recomendable colocar una “T” con su respectiva tapa, para que sirva de acceso al tubo en caso de que se tape por exceso de sólidos.
  12. Pegar todas las conexiones con pegamento de PVC, excepto las del tubo de distribución (las perforaciones se pueden tapar eventualmente y es recomendable poder quitarlo para darle mantenimiento).

### 9.10.1.1 Especificaciones técnicas.

#### Trampa para grasas.

- ✓ La caja de conexión al lavadero o pila será de 0.15 metros x 0.15 metros con profundidad según se defina en campo.
- ✓ La tubería de PVC de 3 pulgadas de diámetro que va desde la caja de conexión a la trampa para grasas deberá tener una pendiente mínima de 1%.
- ✓ Consiste en una caja de paredes de bloque Saltex de (0.10 x 0.20 x 0.80) metros repelladas y afinadas.
- ✓ Las paredes estarán repelladas con mortero 1:4.
- ✓ La base tendrá 7 centímetros de espesor con un concreto de simple de  $f'c=180$  Kg/cm<sup>2</sup>.
- ✓ Todas las celdas de los bloques estarán llenas de concreto simple.
- ✓ Los bloques tendrán refuerzo horizontal de hierro de ¼ pulgada @ 0.10 metros.
- ✓ Dimensiones de 0.80 metros x 0.40 metros y 0.80 metros de profundidad.
- ✓ La ubicación constructiva debe instalarse a la salida de los artefactos que generan aguas grises como lo es el lavadero, pila o grifo.
- ✓ Se debe ubicar en lugares bajo sombra para mantener bajas temperaturas, para que la grasa se solidifique mejor y no se mezcle con el agua, lo que permite la reducción de olores desagradables.
- ✓ La tapadera de concreto ( $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>) reforzada con 2 varillas #3, estribos #2 @ 0.10 centímetros.
- ✓ La tapadera tendrá un marco de pletina de 1 1/2 pulgadas x 3/16 pulgadas colocadas a 45°.

Biojardinera.

- ✓ La ubicación será cerca de la pila, lavadero.
- ✓ Las dimensiones de la biojardinera son de 3.40 mts de largo, 1.20 mts de ancho y 0.75 mts de profundidad.
- ✓ El nivel de la tubería de entrada será de 10 cm más que la tubería de salida.
- ✓ La tubería de entrada y salida será de 3 pulgadas PVC tipo sanitaria de 100 psi tal como aparecen en el plano. Ambos tendrán orificios o agujeros.
- ✓ Las paredes serán de bloque Saltex de (0.10x0.20x0.40) mts sin refuerzo. El fondo será compactado con suelo cemento (material existente) teniendo un espesor de 0.10 mts.
- ✓ El material filtrante será piedra cuarta (de 8 a 12 cm de diámetro) limpia, no lisa, de 60 cm de profundidad más una capa de 15 cm con grava #2 limpia, en toda la parte superior que protegerá la tubería de entrada y salida, que evitará la exposición del agua. En la entrada y salida será de grava de 0.30 mts de espesor respectivamente.
- ✓ Perimetralmente en la superficie debe colocarse una hilera de piedra, bloque o ladrillo de obra para evitar el ingreso del agua superficial.

Caja colectora de agua tratada.

- ✓ Al final de la biojardinera se colocará una caja colectora de 0.50x0.50x0.50 mts para almacenar el agua tratada y reusarla, como en el riego del patio o plantas ornamentales.
- ✓ Se utilizará ladrillo de barro para levantar las paredes de la caja colectora de agua tratada y tendrá un fondo de concreto simple de 0.05 mts de espesor.

### 9.10.2 Presupuesto.

#### 9.10.2.1 Memoria de cálculo para el diseño del sistema de biojardinera.

##### Trampa para grasa.

Para el diseño de la trampa para grasa se consideró las dimensiones de 0.80 metros de largo, 0.40 metros de ancho y 0.80 metros de profundidad (dimensiones internas).

$$\text{Volumen} = 0.80 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} \times 0.80 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = \mathbf{256 \text{ litros.}}$$

Donde 256 litros > 120 litros; Según la Guía técnica sanitaria para la instalación y mantenimiento de sistemas individuales de aguas negras y grises, la capacidad o volumen disponible de la trampa para grasa debe ser mayor o igual a 120 litros.

##### Biojardinera.

Para el diseño de la biojardinera se consideró la siguiente información:

- ✓ Habitantes por vivienda (promedio de 1357 hab./402 viv.) = 3.38 hab./viv
- ✓ Dotación por persona = 125 l/p/d (según Normas Técnicas para abastecimiento de agua potable (ANDA) numeral 5: Consumo de agua. Vivienda mínima).
- ✓ Caudal de retorno = 100 l/p/d (según Normas técnicas de ANDA el caudal de retorno es del 80%).
- ✓ Caudal total

$$100 \text{ l/p/d} \times 3.38 \text{ hab./viv} = 338 \text{ l/d} \times 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ litros} = 0.338 \text{ m}^3/\text{día}$$

- ✓ Tiempo de sedimentación = 0.1 día
- ✓ Tiempo de biodigestión = 43.79 días
- ✓ Temperatura = 30°C
- ✓ Tiempo de almacenamiento = 0.15 años

- ✓ Concentración de entrada de coliformes fecales  $C_{col}$  (NMP/100 ml) = 10000
- ✓ Concentración de entrada de  $DBO_5$ ,  $C_e$   $DBO$  (mg/l) = 90
- ✓ Pendiente  $i$  (%) = 1.0
- ✓ Porosidad del material filtrante  $n$  (%) = 40.0
- ✓ Profundidad útil  $h$  (m) = 0.5
- ✓ Conductividad hidráulica  $K_f$  (m/s) = 0.0012
- ✓ Tiempo de retención  $TRH$  = 3 a 5 días
- ✓ Carga hidráulica  $C_H$  (m/año) = 37
- ✓ Constante reacción (valores Masaya UNI-BIOMASA).

$$K_{DBO} \text{ (m/año)} = 81.8$$

$$K \text{ col. fec. (m/año)} = 170$$

- ✓ Carga orgánica, menor a  $C_o$  15 g  $DBO$ ( $m^2$ día)

### Cálculo de las dimensiones.

*Ancho mínimo.*

$$\text{Ancho mínimo} = \frac{Q}{K_f t h} = \frac{0.338 \frac{m^3}{día}}{(0.0012 \frac{m}{s})(0.01)(0.5 m)} = \frac{0.000003912 \frac{m^3}{s}}{0.00000 m^2/s} = 0.652 m$$

$$0.338 \frac{m^3}{día} \times 1 \text{ día} / 86400 s = 0.000003912 \frac{m^3}{s}$$

$$\text{Ancho mínimo} = B' = 0.652 m.$$

$$B = 1.3 m$$

*Largo.*

$$\text{Largo} = \frac{Q}{B C_H} = \frac{0.338 \frac{m^3}{día}}{(1.30 m)(0.1014 \frac{m}{d})} = 2.51 m = L'$$

$$C_H = 37 \text{ m/año} \times 1 \text{ año} / 365 \text{ días} = 0.1014 \text{ m/d}$$

*Validación de las dimensiones.*

*Tiempo de Retención Hidráulica (TRH).*

$$TRH = \frac{V \text{ útil}}{Q} = \frac{L'B'hn}{Q} = \frac{(2.51 \text{ m})(0.652 \text{ m})(0.5 \text{ m})(0.40)}{0.338 \text{ m}^3/\text{día}} = 0.97 \text{ días}$$

Como  $TRH < 3$  días.

Entonces  $L = 5.0$  m y  $B = 1.30$  m.

$$TRH = \frac{(5.0 \text{ m})(1.30 \text{ m})(0.50 \text{ m})(0.40)}{0.338 \text{ m}^3/\text{día}} = 3.85 \text{ días} > 3 \text{ días}$$

TRH es aceptable, pero las dimensiones mayores aumentan los costos.

$L = 4.0$  m y  $B = 1.30$  m

$$TRH = \frac{(4.0 \text{ m})(1.30 \text{ m})(0.50 \text{ m})(0.40)}{0.338 \text{ m}^3/\text{día}} = 3.08 \text{ días} > 3 \text{ días.}$$

*Concentración de salida de DBO<sub>5</sub>.*

$$C_s DBO = e^{-KDBO/CH} (C_e DBO)$$

$$C_s DBO = e^{\left(-\frac{81.8}{37}\right)} (90 \text{ mg/l}) = 9.87 \text{ mg/l}$$

*Concentración de Carga Orgánica.*

$$CO = \frac{Q C_e DBO}{L'B'} = \frac{(338 \frac{\text{l}}{\text{d}})(0.09 \text{ g})}{(4.0 \text{ m})(1.30 \text{ m})} = 5.85 \text{ g DBO (m}^2 \text{ día)} < 15 \text{ g DBO (m}^2 \text{ día)}$$

$$Q = 0.338 \text{ m}^3/\text{día} \times 1000 \text{ litro/ 1 m}^3 = 338 \text{ l/d}$$

$$C_e DBO = 90 \text{ mg/litro} \times 1 \text{ g/1000 mg}$$

*Concentración de salida de coliformes fecales.*

$$C_s \text{ col. fec.} = e^{\left(-\frac{K_{\text{col.fec.}}}{CH}\right)} C_e \text{ col. fec.}$$

$$C_s \text{ col. fec.} = e^{\left(-\frac{170}{37}\right)} 10000 \text{ (NMP/100 ml)}$$

$$C_s \text{ col. fec.} = 101.06 \text{ NMP/100 ml}$$



Entonces, las dimensiones propuestas son las siguientes:

Largo (L) = 4.0 metros; donde L1=3.20 metros, L2 Y L3 = 0.40 metros.

Ancho (B) = 1.30 metros

Profundidad (H) = 0.75 metros.

MEMORIA DE CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE MATERIALES PARA EL SISTEMA DE BIOJARDINERA.

Biojardinera.

***Paredes (No de bloques).***

Área de pared (Ap) =  $2(4.20 \text{ m} \times 0.80 \text{ m}) + 2(1.40 \text{ m} \times 0.80 \text{ m})$

Ap = 8.96 m<sup>2</sup>.

Bloque Saltex (10x20x40) cm

No de bloques = Ap (12 unidades/m<sup>2</sup>) (Fd); donde Fd= Factor de desperdicio.

No de bloques = 8.96 m<sup>2</sup> (12.5 unidades/m<sup>2</sup>) (1.10)

No de bloques = 123.2.

Por cada 1 m<sup>2</sup> existen 10 bloques enteros y 5 mitades

Área total ≈ 9 m<sup>2</sup>

No de bloques enteros = 10 x 9 = 90

No de bloques mitad = 5 x 9 = 45

***Mortero para pegar bloque entero (mezcla 1:6).***

Volumen de mortero = (0.40m + 0.20 m) (0.10m) (0.01m); donde la siza = 0.01 m.

V mortero = 0.0006 m<sup>3</sup>

V mortero total = 0.0006 m<sup>3</sup> x 90 bloques

V mortero total = 0.054 m<sup>3</sup>

***Mortero para pegar bloque mitad (mezcla 1:6).***

$$V \text{ mortero} = (0.20 \text{ m} + 0.20 \text{ m}) (0.10 \text{ m}) (0.01 \text{ m})$$

$$V \text{ mortero} = 0.0004 \text{ m}^3$$

$$V \text{ mortero total} = 0.0004 \text{ m}^3 \times 45 \text{ bloques}$$

$$V \text{ mortero total} = 0.018 \text{ m}^3$$

*Volumen de mortero para bloques enteros y mitades.*

$$V \text{ mortero} = 0.054 \text{ m}^3 + 0.018 \text{ m}^3$$

$$V \text{ mortero} = 0.072 \text{ m}^3; \text{Fd: } 1.10$$

$$\text{Cemento: } 0.25 \text{ bolsas} \times 0.072 \times 1.10 = 0.0198 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.037 \text{ m}^3 \times 0.072 \times 1.10 = 0.0029 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 8 \text{ litros} \times 0.072 \times 1.10 = 0.63 \text{ litros}$$

***Llenado de los huecos del bloque Saltex.***

*Bloque entero (0.10 x 0.20 x 0.40) metros*

$$\text{Área de huecos} = (40 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - 2 \text{ cm}) (10 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}) (2 \text{ huecos})$$

$$\text{Área de huecos} = 408 \text{ cm}^2 = 0.0408 \text{ m}^2$$

Volumen de huecos

$$V = 0.0408 \text{ m}^2 \times 0.20 \text{ m}$$

$$V = 0.00816 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total} = 0.00816 \text{ m}^3 \times 90 \text{ bloques enteros}$$

$$V \text{ total} = 0.7344 \text{ m}^3$$

*Bloque mitad (0.10 x 0.20 x 0.20) metros*

$$\text{Área de huecos} = (20 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - 2 \text{ cm}) (10 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - 2 \text{ cm})$$

$$\text{Área de huecos} = 96 \text{ cm}^2$$

Volumen de huecos

$$V = 0.0096 \text{ m}^2 \times 0.20 \text{ m}$$

$$V = 0.00192 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total} = 0.0096 \text{ m}^3 \times 45 \text{ bloques mitades}$$

$$V \text{ total} = 0.0864 \text{ m}^3$$

*Volumen de huecos total (bloques enteros y mitades)*

$$V = 0.7344 \text{ m}^3 + 0.0864 \text{ m}^3$$

$$V = 0.8208 \text{ m}^3$$

Llenado de bloques con concreto (mezcla 1:2:4)

$$\text{Cemento: } 7.3 \text{ bolsas} \times 0.8208 \times 1.10 = 6.59 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.41 \text{ m}^3 \times 0.8208 \times 1.10 = 0.37 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava: } 0.82 \text{ m}^3 \times 0.8208 \times 1.10 = 0.74 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 211 \text{ litros} \times 0.8208 \times 1.10 = 190.51 \text{ litros}$$

***Elaboración de mortero para repello de las paredes (mezcla 1:4).***

$$A_p = 8.96 \text{ m}^2$$

$$\text{Espesor de repello} = 1.5 \text{ cm} = 0.015 \text{ m}$$

$$\text{Volumen de repello} = 8.96 \text{ m}^2 \times 0.015 \text{ m}$$

$$\text{Volumen de repello} = 0.1344 \text{ m}^3.$$

$$\text{Cemento: } 9.9 \text{ bolsas} \times 0.1344 \times 1.10 = 1.46 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena} = 1.12 \text{ m}^3 \times 0.1344 \times 1.10 = 0.17 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 230 \text{ litros} \times 0.1344 \times 1.10 = 34 \text{ litros}$$

Elaboración de suelo cemento.

$$\text{Volumen: } 4.20 \text{ m} \times 1.50 \text{ m} \times 0.10 \text{ m.}$$

$$\text{Volumen: } 0.63 \text{ m}^3$$

*Volumen de Piedra cuarta.*

$$V = 3.20 \text{ m} \times 1.30 \text{ m} \times 0.60 \text{ m}$$

$$V = 2.50 \text{ m}^3$$

*Volumen de grava.*

$$V = 2 (0.40 \text{ m} \times 1.30 \text{ m} \times 0.60 \text{ m}) + (4.0 \text{ m} \times 1.30 \text{ m} \times 0.15 \text{ m})$$

$$V = 0.624 \text{ m}^3 + 0.78 \text{ m}^3$$

$$V = 1.404 \text{ m}^3$$

Trampa para grasa.

***Elaboración de base (concreto simple  $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$ ).***

$$\text{Volumen} = 1.10 \text{ m} \times 0.80 \text{ m} \times 0.07 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = 0.0616 \text{ m}^3$$

Se trabajará con una mezcla 1:2:2.5

$$\text{Cemento: } 9.1 \text{ bolsas} \times 0.0616 \times 1.10 = 0.62 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.51 \text{ m}^3 \times 0.0616 \times 1.10 = 0.03 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava: } 0.64 \text{ m}^3 \times 0.0616 \times 1.10 = 0.04 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 226 \text{ litros} \times 0.0616 \times 1.10 = 15.31 \text{ litros}$$

***Paredes (No de bloques).***

Área de paredes (bloque Saltex 0.10 m x 0.20 m x 0.40 m)

$$A_p = 2(1.0\text{m} \times 0.80\text{m}) + 2(0.40\text{m} \times 0.80\text{m})$$

$$A_p = 1.6\text{m}^2 + 0.64\text{m}^2$$

$$A_p = 2.24 \text{ m}^2$$

$$\text{No de bloques} = 2.24 \text{ m}^2 \times 12.5 \text{ unidades/m}^2 \times 1.10$$

$$\text{No de bloques} = 30.8$$

Para 1m<sup>2</sup> existen 10 bloques enteros y 5 mitades

$$\frac{x}{0.64 \text{ m}^2} = \frac{10 \text{ bloques}}{0.80 \text{ m}^2}$$

$$X = \frac{0.64 \text{ m}^2(10\text{bloques})}{0.80 \text{ m}^2} = 8 \text{ bloques enteros}$$

$$\text{Para } A_p = 1.6 \text{ m}^2$$

$$1.6 \text{ m}^2 \times 10 \text{ bloques} = 16 \text{ bloques enteros}$$

$$1.6 \text{ m}^2 \times 5 \text{ bloques} = 8 \text{ bloques mitades}$$

***Mortero para pegar bloque entero (mezcla 1:6)***

$$V = 0.0006 \text{ m}^3$$

$$V \text{ mortero total} = 0.0006 \text{ m}^3 \times 24 \text{ bloques}$$

$$V \text{ mortero total} = 0.0144 \text{ m}^3$$

***Mortero para pegar bloque mitad (mezcla 1:6)***

$$V \text{ mortero} = 0.0004 \text{ m}^3$$

$$V \text{ mortero total} = 0.0004 \text{ m}^3 \times 8 \text{ bloques}$$

$$V \text{ mortero total} = 0.0032 \text{ m}^3$$

Volumen de mortero para bloques enteros y mitades.

$$V_{\text{total}} = 0.0144 \text{ m}^3 + 0.0032 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total}} = 0.0176 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento: } 7 \text{ bolsas} \times 0.0176 \times 1.10 = 0.14 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 12 \text{ m}^3 \times 0.0176 \times 1.10 = 0.23 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 210 \text{ litros} \times 0.0176 \times 1.10 = 4.07 \text{ litros}$$

***Llenado de bloques.***

Volumen de huecos (bloque entero)

$$V = 0.00816 \text{ m}^3 \times 24 \text{ bloques}$$

$$V = 0.20 \text{ m}^3$$

Volumen de huecos (bloque mitad)

$$V = 0.00192 \text{ m}^3 \times 8 \text{ bloques}$$

$$V = 0.015 \text{ m}^3$$

Volumen total

$$V_{\text{total}} = 0.20 \text{ m}^3 + 0.015 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total}} = 0.215 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento: } 7.3 \text{ bolsas} \times 0.215 \times 1.10 = 1.73 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.41 \text{ m}^3 \times 0.215 \times 1.10 = 0.097 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava: } 0.82 \text{ m}^3 \times 0.215 \times 1.10 = 0.194 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 211 \text{ litros} \times 0.215 \times 1.10 = 49.90 \text{ litros}$$

***Elaboración de repello (e=1.5cm) (mezcla 1:4).***

$$\text{Volumen} = 0.80 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} \times 0.015 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = 0.0048 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento: } 9.9 \text{ bolsas} \times 0.0048 \times 1.10 = 0.05 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 1.12 \text{ m}^3 \times 0.0048 \times 1.10 = 0.0059 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 230 \times 0.0048 \times 1.10 = 1.21 \text{ litros}$$

***Acero.***

$$6 \text{ varillas No 3} \times 0.40 \text{ m} = 2.40 \text{ m}$$

$$4 \text{ varillas No 3} \times 0.80 \text{ m} = 3.20 \text{ m}$$

$$\text{Total de varillas No 3} = 5.6 \text{ metros}$$

$$7 \text{ varillas } \emptyset 1/4'' \times 0.40 \text{ m} = 2.80 \text{ m}$$

$$6 \text{ varillas } \emptyset 1/4'' \times 0.80 \text{ m} = 4.80 \text{ m}$$

$$\text{Total de varillas} = 7.6 \text{ m}$$

$$\text{Varillas } 3/8'' = 5.6 \text{ m} \times 1.10 \times \frac{1}{6 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ q}}{14 \text{ varillas}} = 0.073 \text{ q}$$

$$\text{Varillas } 1/4'' = 7.6 \text{ m} \times 1.10 \times \frac{1}{6 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ q}}{30 \text{ varillas}} = 0.046 \text{ q}$$

***Acero (estribos).***

$$\text{Varilla No 2 } \emptyset 1/4''$$

$$0.15 \text{ m} \left( \frac{0.80 \text{ m}}{0.10 \text{ m}} + 1 \right) (1.10) \times \frac{1 \text{ varilla}}{6 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ q}}{30 \text{ varillas}} \times 2 = 0.0165 \text{ q}$$

***Alambre de amarre.***

$$0.0165 \text{ q} \times 6 \text{ lb/q} = 0.099 \text{ libras.}$$

**Caja colectora de agua tratada.**

***Pared de ladrillo de barro.***

$$\text{Ladrillo de } (7 \times 14 \times 28) \text{ cm}$$

$$\text{Área de pared} = 0.67 \text{ m} \times 0.50 \text{ m}$$

$$\text{Área de pared} = 0.335 \text{ m}^2 \times 1.10$$

$$\text{Área de pared} = 0.37 \text{ m}^2$$

*Número de ladrillos.*

Para  $1 \text{ m}^2$  existen 42 ladrillos enteros y 14 mitades

$$0.37 \text{ m}^2 \times 42 \text{ ladrillos} = 15.54 \approx 16$$

$$0.37 \text{ m}^2 \times 14 \text{ ladrillos} = 5.18 \approx 5$$

***Mortero para pegar ladrillo entero.***

Volumen de mortero.

$$V = (0.28 + 0.14) (0.07) (0.02); \text{ siza de } 2 \text{ cm}$$

$$V = 0.000588 \text{ m}^3 \times 16$$

$$V = 0.0094 \text{ m}^3$$

Mortero para pegar ladrillo mitad.

Volumen de mortero.

$$V = (0.14 + 0.14) (0.07) (0.02)$$

$$V = 0.000392 \text{ m}^3 \times 5$$

$$V = 0.00196 \text{ m}^3$$

Volumen total.

$$V \text{ total} = 0.0094 \text{ m}^3 + 0.00196 \text{ m}^3$$

$$V = 0.01136 \text{ m}^3$$

***Elaboración de base de concreto simple ( $e = 0.05 \text{ m}$ ).***

Volumen de concreto.

$$V = 0.74 \text{ m} \times 0.74 \times 0.05 \text{ m}$$

$$V = 0.02738 \text{ m}^3$$



Mezcla de concreto (1:2:2.5)

Cemento:  $9.1 \text{ bolsas} \times 0.02738 \times 1.10 = 0.27 \text{ bolsas}$

Arena:  $0.51 \text{ m}^3 \times 0.02738 \times 1.10 = 0.015 \text{ m}^3$

Grava:  $0.64 \text{ m}^3 \times 0.02738 \times 1.10 = 0.019 \text{ m}^3$

Agua:  $226 \text{ litros} \times 0.02738 \times 1.10 = 6.81 \text{ litros}$

***Fabricación de bordes de concreto ( $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ).***

Volumen de bordes.

$V1 = 0.05 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 2$

$V1 = 0.015 \text{ m}^3$

$V2 = 0.05 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} \times 2$

$V2 = 0.006 \text{ m}^3$

$V \text{ total} = 0.015 \text{ m}^3 + 0.006 \text{ m}^3$

$V \text{ total} = 0.021 \text{ m}^3$

Mezcla 1:2:2 ( $f'c = 217 \text{ Kg/cm}^2$ )

Cemento:  $9.8 \text{ bolsas} \times 0.021 \times 1.10 = 0.23 \text{ bolsas}$

Arena:  $0.55 \text{ m}^3 \times 0.021 \times 1.10 = 0.013 \text{ m}^3$

Grava:  $0.55 \text{ m}^3 \times 0.021 \times 1.10 = 0.013 \text{ m}^3$

Agua:  $227 \text{ litros} \times 0.021 \times 1.10 = 4.99 \text{ litros}$

***Fabricación de tapadera de concreto. ( $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ).***

Volumen de concreto.

$V = 0.70 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} \times 0.05 \text{ m} \rightarrow V = 0.014 \text{ m}^3$

Cemento:  $9.8 \text{ bolsas} \times 0.014 \times 1.10 = 0.15 \text{ bolsas}$

Arena:  $0.55 \text{ m}^3 \times 0.14 \times 1.10 = 0.0085 \text{ m}^3$

Grava:  $0.55 \text{ m}^3 \times 0.014 \times 1.10 = 0.0085 \text{ m}^3$

Agua:  $227 \text{ litros} \times 0.014 \times 1.10 \text{ litros}$

**9.10.2.2 Presupuesto para la instalación de biojardinera.**

| MATERIAL                           | CANTIDAD | UNIDAD         | PRECIO UNITARIO | SUB- TOTAL |
|------------------------------------|----------|----------------|-----------------|------------|
| Bloque Saltex (0.10x0.20x0.40) m   | 114      | unidad         | \$0.48          | \$ 54.72   |
| Bloque Saltex (0.10x0.20x0.20)     | 53       | unidad         | \$0.35          | \$ 18.55   |
| Ladrillo de barro (0.07x0.14x0.28) | 21       | unidad         | \$0.25          | \$ 5.25    |
| Cemento                            | 11.26    | bolsas         | \$8.85          | \$ 98.53   |
| Arena                              | 0.94     | m <sup>3</sup> | \$25.00         | \$ 5.64    |
| Grava                              | 2.41     | m <sup>3</sup> | \$42.00         | \$ 38.56   |
| Piedra cuarta                      | 2.5      | m <sup>3</sup> | \$50.00         | \$ 37.50   |
| Chispa                             | 0.0085   | m <sup>3</sup> | \$42.00         | \$ 0.13    |
| Agua                               | 310.93   | litros         | \$0.01          | \$ 1.55    |
| Acero Ø 3/8"                       | 0.073    | quintal        | \$44.00         | \$ 3.50    |
| Acero Ø1/4"                        | 0.0625   | quintal        | \$38.00         | \$ 2.75    |
| Alambre de amarre No. 15           | 0.099    | libras         | \$1.00          | \$ 0.10    |
| Tubo PVC 3" 100 PSI                | 3        | unidad         | \$6.25          | \$ 18.75   |
| Curva 90°                          | 1        | unidad         | \$3.00          | \$ 3.00    |
| Niple PVC 3"                       | 1        | unidad         | \$3.50          | \$ 3.50    |
| Tapón                              | 2        | unidad         | \$2.00          | \$ 4.00    |
| Yee Tee PVC 3"                     | 1        | unidad         | \$3.50          | \$ 3.50    |
| Tee PVC 3"                         | 1        | unidad         | \$3.50          | \$ 3.50    |
|                                    |          |                | TOTAL           | \$ 303.03  |

**9.11 Anexo 11. Propuesta de solución de aguas residuales en los barrios de la ciudad de Sesori. Trampa para grasa con pozo de absorción para el tratamiento de las aguas grises.**

**9.11.1 Proceso constructivo.**

Construcción de la trampa de grasas.

1. Hacer todas las conexiones necesarias del ramal de aguas jabonosas de la propiedad, para que éstas se dirijan a la trampa de grasas.
2. Nivelar y compactar una superficie de 110 centímetros x 70 centímetros en la ubicación deseada.
3. Colar una base de 7 centímetros de espesor y las dimensiones mencionadas.
4. Permitir suficiente tiempo de fraguado (por lo menos dos días).
5. Desplantar muros de bloque Saltex cuatrapeados en las esquinas hasta una altura de 80 centímetros Prever la entrada y la salida de la trampa de grasas.
6. Repellar con mortero todo el interior de la trampa; si así lo desea, agregar a la mezcla el impermeabilizante para mortero. Permitir suficiente tiempo de secado (por lo menos un día).
7. Colocar los codos y las extensiones de PVC (es mejor pegarlos hasta el final de toda la construcción), prestando especial atención a los niveles y las pendientes. Es decir, una vez que se decida la ubicación de la biojardinera, calcular las alturas de salida de la trampa y entrada respectivamente, de tal forma que se obtenga una pendiente de por lo menos 1%.

Construcción del pozo de absorción.

Para la construcción de pozos de absorción se deberán cumplir los siguientes lineamientos:

- ✓ Su ubicación será a 1.5 metros distantes de construcciones, límites de terrenos, a 3.0 metros distantes de árboles y de cualquier punto de redes públicas de abastecimiento de agua.
- ✓ La distancia a pozos y cuerpos de agua de cualquier naturaleza utilizados para consumo humano será de 15 metros.
- ✓ La distancia vertical entre el fondo del pozo y el nivel freático en época de lluvia será como mínimo de 3.0 metros.
- ✓ Los pozos se recomiendan tenga un diámetro de 1 hasta 2 metros, los cuales deberán de asegurarse su forma por lo que deberán ser ademados ya sea rellenándose de piedra cuarta o con paredes perforadas y filtro de grava 0.20 metros entre la pared y el suelo en forma perimetral.
- ✓ La separación entre pozos de absorción deberá ser como mínimo 6 metros medidos de pared de infiltración.
- ✓ Durante la excavación y perfilado de las paredes de los pozos, se adoptarán todas las medidas de seguridad reglamentarias.
- ✓ Todas las tuberías utilizadas deberán ser de PVC C-160 PSI SDR 26 ASTM D-2241 y los accesorios de PVC DWV SCH 40, ASTM D-2665. (ASIA, 2015)

### 9.11.2 Presupuesto

#### 9.11.2.1 Memoria de cálculo para el diseño del sistema de trampa para grasa y pozo de absorción.

##### Trampa para grasa.

Para el diseño de la trampa para grasa se consideró las dimensiones de 0.80 metros de largo, 0.40 metros de ancho y 0.80 metros de profundidad (dimensiones internas).

$$\text{Volumen} = 0.80 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} \times 0.80 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = \mathbf{256 \text{ litros.}}$$

Donde 256 litros > 120 litros; Según la Guía técnica sanitaria para la instalación y mantenimiento de sistemas individuales de aguas negras y grises, la capacidad o volumen disponible de la trampa para grasa debe ser mayor o igual a 120 litros.

##### Pozo de absorción.

Para el diseño del pozo de absorción se consideró los resultados de las pruebas de infiltración que se realizaron por parte del personal de la Unidad de Medio Ambiente de la Alcaldía Municipal de Sesori con el desarrollo del proyecto Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Sesori en el año 2014. En base a estas pruebas, se propuso un diámetro interno del pozo de 1.0 metros, la profundidad del pozo de 3.58 metros; donde la capa de arena, grava y piedra cuarta es de 0.86 metros cada una y 1.0 metros libre.

Memoria de cálculo para el sistema de trampa para grasa y pozo de absorción.

Trampa para grasa.

***Elaboración de base (concreto simple  $f'c= 180 \text{ Kg/cm}^2$ ).***

Volumen = 1.10 m x 0.80 m x 0.07 m

Volumen = 0.0616 m<sup>3</sup>

Se trabajará con una mezcla 1:2:2.5

Cemento: 9.1 bolsas x 0.0616 x 1.10 = 0.62 bolsas

Arena: 0.51 m<sup>3</sup>x 0.0616 x 1.10 = 0.03 m<sup>3</sup>

Grava: 0.64 m<sup>3</sup> x 0.0616 x 1.10 = 0.04 m<sup>3</sup>

Agua: 226 litros x 0.0616 x 1.10 = 15.31 litros

***Paredes (No de bloques).***

Área de paredes (bloque Saltex 0.10 m x 0.20 m x 0.40 m)

$A_p = 2(1.0\text{m} \times 0.80\text{m}) + 2(0.40\text{m} \times 0.80\text{m})$

$A_p = 1.6\text{m}^2 + 0.64\text{m}^2$

$A_p = 2.24 \text{ m}^2$

No de bloques = 2.24 m<sup>2</sup> x 12.5 unidades/m<sup>2</sup> x 1.10

No de bloques = 30.8

Para 1m<sup>2</sup> existen 10 bloques enteros y 5 mitades

$$\frac{x}{0.64 \text{ m}^2} = \frac{10 \text{ bloques}}{0.80 \text{ m}^2}$$

$$X = \frac{0.64 \text{ m}^2(10\text{bloques})}{0.80 \text{ m}^2} = 8 \text{ bloques enteros}$$

Para  $A_p = 1.6 \text{ m}^2$

1.6 m<sup>2</sup> x 10 bloques = 16 bloques enteros

$$1.6 \text{ m}^2 \times 5 \text{ bloques} = 8 \text{ bloques mitades}$$

***Mortero para pegar bloque entero (mezcla 1:6)***

$$V = 0.0006 \text{ m}^3$$

$$V \text{ mortero total} = 0.0006 \text{ m}^3 \times 24 \text{ bloques}$$

$$V \text{ mortero total} = 0.0144 \text{ m}^3$$

***Mortero para pegar bloque mitad (mezcla 1:6)***

$$V \text{ mortero} = 0.0004 \text{ m}^3$$

$$V \text{ mortero total} = 0.0004 \text{ m}^3 \times 8 \text{ bloques}$$

$$V \text{ mortero total} = 0.0032 \text{ m}^3$$

Volumen de mortero para bloques enteros y mitades.

$$V \text{ total} = 0.0144 \text{ m}^3 + 0.0032 \text{ m}^3$$

$$V \text{ total} = 0.0176 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento: } 7 \text{ bolsas} \times 0.0176 \times 1.10 = 0.14 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 12 \text{ m}^3 \times 0.0176 \times 1.10 = 0.23 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 210 \text{ litros} \times 0.0176 \times 1.10 = 4.07 \text{ litros}$$

***Llenado de bloques.***

Volumen de huecos (bloque entero)

$$V = 0.00816 \text{ m}^3 \times 24 \text{ bloques}$$

$$V = 0.20 \text{ m}^3$$

Volumen de huecos (bloque mitad)

$$V = 0.00192 \text{ m}^3 \times 8 \text{ bloques}$$

$$V = 0.015 \text{ m}^3$$

Volumen total



$$V \text{ total} = 0.20 \text{ m}^3 + 0.015 \text{ m}^3$$

$$V \text{ total} = 0.215 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento: } 7.3 \text{ bolsas} \times 0.215 \times 1.10 = 1.73 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.41 \text{ m}^3 \times 0.215 \times 1.10 = 0.097 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava: } 0.82 \text{ m}^3 \times 0.215 \times 1.10 = 0.194 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 211 \text{ litros} \times 0.215 \times 1.10 = 49.90 \text{ litros}$$

***Elaboración de repello (e=1.5cm) (mezcla 1:4).***

$$\text{Volumen} = 0.80 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} \times 0.015 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = 0.0048 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento: } 9.9 \text{ bolsas} \times 0.0048 \times 1.10 = 0.05 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 1.12 \text{ m}^3 \times 0.0048 \times 1.10 = 0.0059 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 230 \times 0.0048 \times 1.10 = 1.21 \text{ litros}$$

***Acero.***

$$6 \text{ varillas No 3} \times 0.40 \text{ m} = 2.40 \text{ m}$$

$$4 \text{ varillas No 3} \times 0.80 \text{ m} = 3.20 \text{ m}$$

$$\text{Total de varillas No 3} = 5.6 \text{ metros}$$

$$7 \text{ varillas } \emptyset 1/4'' \times 0.40 \text{ m} = 2.80 \text{ m}$$

$$6 \text{ varillas } \emptyset 1/4'' \times 0.80 \text{ m} = 4.80 \text{ m}$$

$$\text{Total de varillas} = 7.6 \text{ m}$$

$$\text{Varillas } 3/8'' = 5.6 \text{ m} \times 1.10 \times \frac{1}{6 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ q}}{14 \text{ varillas}} = 0.073 \text{ q}$$

$$\text{Varillas } 1/4'' = 7.6 \text{ m} \times 1.10 \times \frac{1}{6\text{m}} \times \frac{1q}{30 \text{ varillas}} = 0.046 \text{ q}$$

***Acero (estribos).***

Varilla No 2 Ø 1/4''

$$0.15 \text{ m} \left( \frac{0.80\text{m}}{0.10\text{m}} + 1 \right) (1.10) \times \frac{1 \text{ varilla}}{6 \text{ m}} \times \frac{1q}{30 \text{ varillas}} \times 2 = 0.0165 \text{ q}$$

***Alambre de amarre. (No.15)***

$$0.0165 \text{ q} \times 6 \text{ lb/q} = 0.099 \text{ libras.}$$

Pozo de absorción.

Área de pozo.

$$A = \pi r^2 / 2 = \pi (0.50 \text{ m})^2 / 2$$

$$A = 0.3925 \text{ m}^2$$

***Volumen de piedra.***

$$V = 0.3927 \text{ m}^3 \times 0.86 \text{ m}$$

$$V = 0.34 \text{ m}^3$$

***Volumen de grava.***

$$V = 0.3927 \text{ m}^2 \times 0.86 \text{ m}$$

$$V = 0.34 \text{ m}^3$$

***Volumen de arena.***

$$V = 0.3927 \text{ m}^2 \times 0.86 \text{ m}$$

$$V = 0.34 \text{ m}^3$$

***Tubo Ø 4''***

1 unidad

***Tapadera de concreto. ( $f'c=217 \text{ Kg/cm}^2$ )***

Espesor de tapadera: 0.10 metros

Diámetro de tapadera = 1.30 metros

$$\text{Área} = \pi r^2 / 2 = \pi (0.65 \text{ m})^2 / 2$$

$$\text{Área} = 0.66 \text{ m}^2$$

**Volumen de tapadera**

$$V = 0.66 \text{ m}^2 \times 0.10 \text{ m}$$

$$V = 0.066 \text{ m}^3$$

Mezcla 1:2:2

$$\text{Cemento: } 9.8 \text{ bolsas} \times 0.066 \times 1.10 = 0.71 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.55 \text{ m}^3 \times 0.066 \times 1.10 = 0.04 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava: } 0.55 \times 0.066 \times 1.10 = 0.04 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 227 \text{ litros} \times 0.066 \times 1.10 = 16.48 \text{ litros}$$

***Acero.***

12 varillas  $\emptyset 3/8'' @ 0.10$  metros

$$12 \text{ varillas} \times 2 \text{ lados} \times 1.30 \text{ metros} \times 1/6 \text{ metros} \times 1 \text{ quintal}/14 \text{ varillas} = 0.37 \text{ quintales}$$

***Alambre de amarre. (No. 18)***

$$0.37 \text{ quintales} \times 10 \text{ libras/quintal} = 3.70 \text{ libras}$$

***Pared circular (No. De ladrillos).***

Profundidad (h): 0.50 metros

Diámetro externo (D): 1.30 metros

Diámetro interno (d): 1.0 metros

Dimensiones del ladrillo (0.14 m x 0.10 m x 0.30 m)

Perímetro del diámetro interno.

$$L = 2\pi r = 2\pi (0.50 \text{ metros}) = 3.1416 \text{ metros}$$

Número de ladrillos perimetrales.

$$N = \frac{\text{Perímetro del diámetro interno}}{\text{Ancho del ladrillo}} = \frac{3.1416 \text{ metros}}{0.14 \text{ metros}} = 22.44 \text{ ladrillos}$$

La profundidad (h) es de 0.50 metros y cada ladrillo tiene 0.10 metros de alto; por lo tanto, son 5 hiladas de ladrillos.

$$N = 22.44 \text{ ladrillos} \times 5 \text{ hiladas}$$

$$N = 112.2 \text{ ladrillos}$$

***Mortero para pegar ladrillo.***

Dimensiones del ladrillo: (0.14x0.10x0.30) m

Espesor de siza: 0.01 metro

Mezcla para mortero 1:6

Cemento: 7 bolsas x 0.08064 x 1.15 = 0.65 bolsas

Arena: 12 m<sup>3</sup> x 0.08064 x 1.15 = 1.11 m<sup>3</sup>

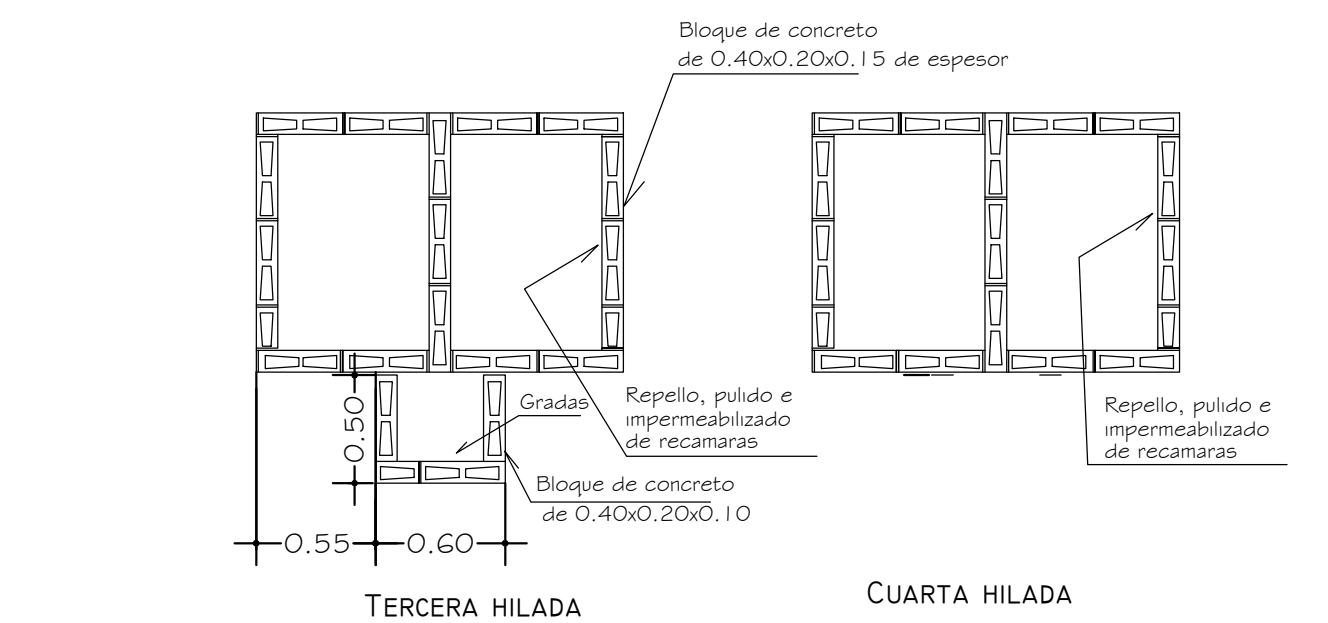
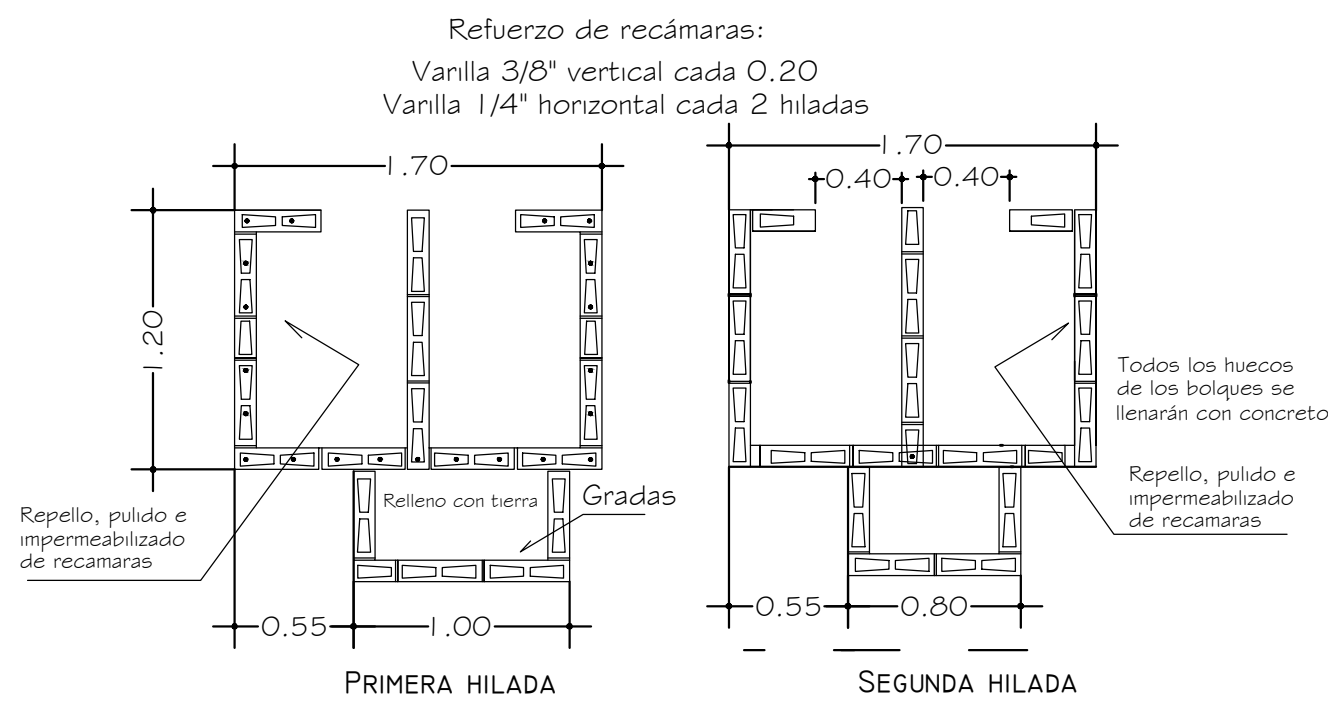
Agua: 210 litros x 0.08064 x 1.15 = 19.97 litros.

**9.11.2.2 Presupuesto de la cantidad de materiales para el sistema de trampa para grasa y pozo de absorción.**

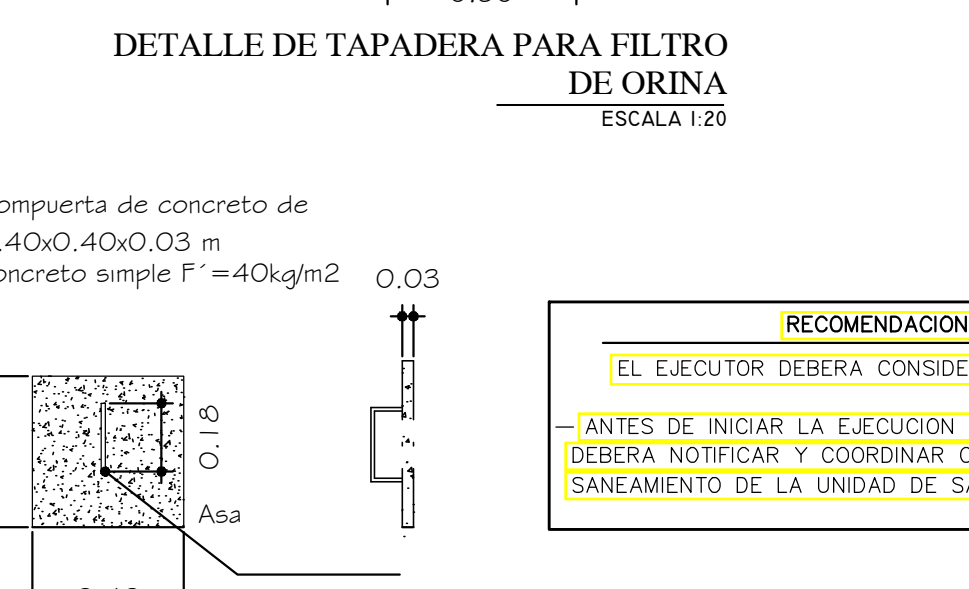
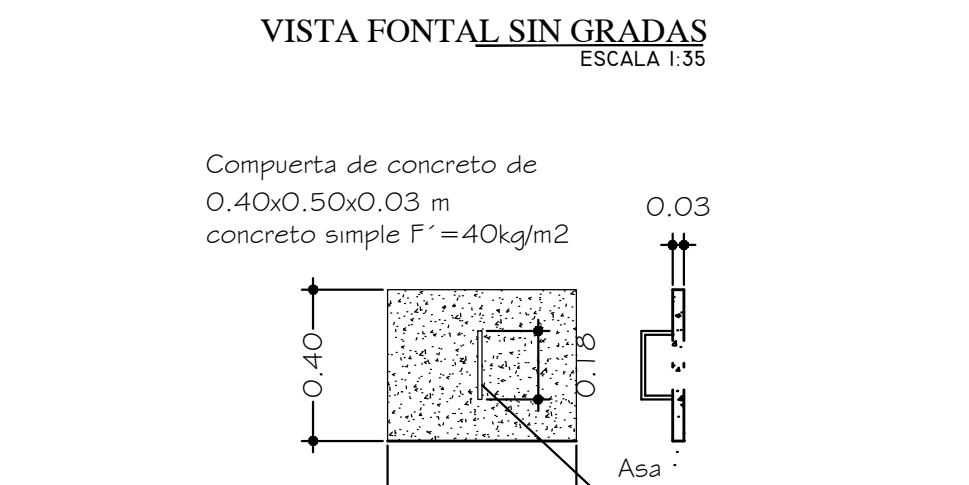
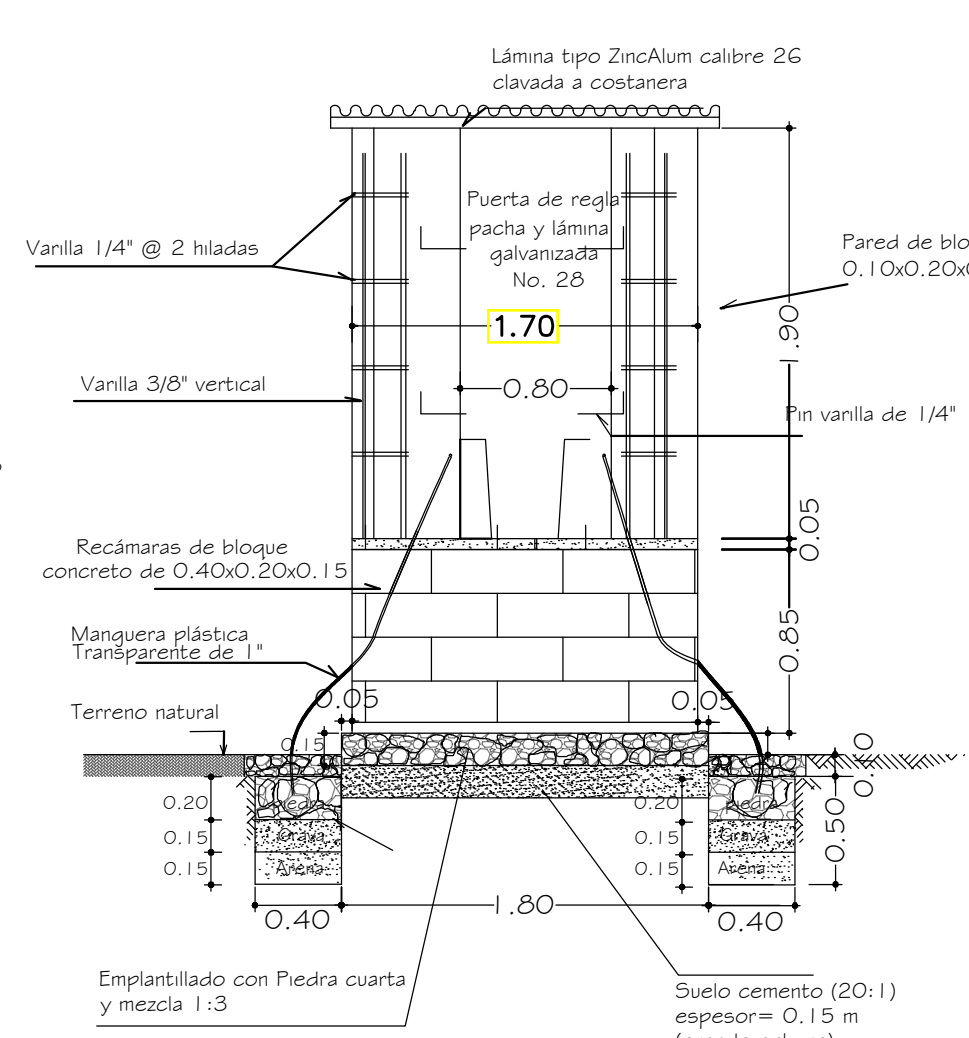
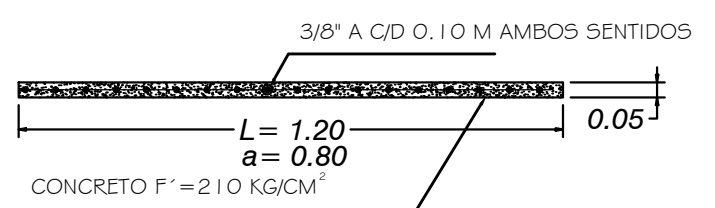
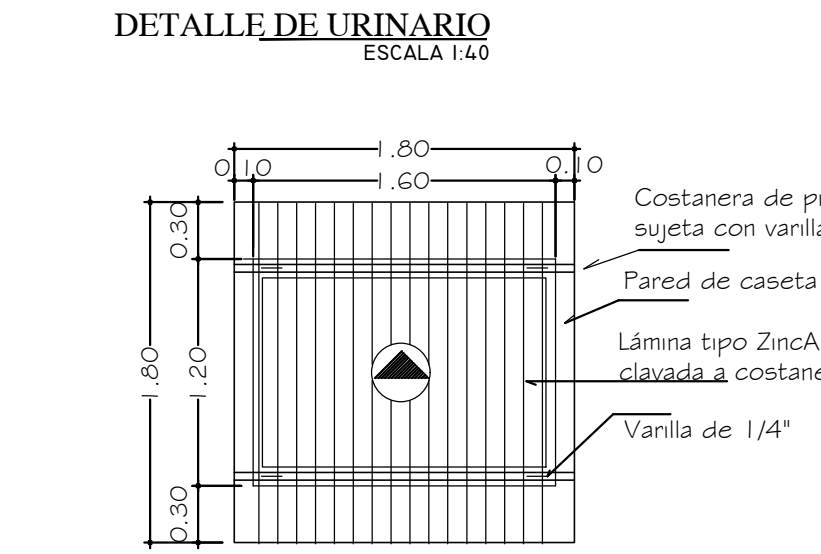
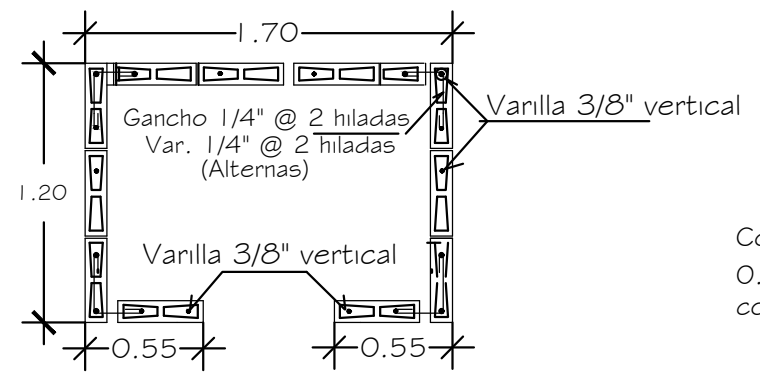
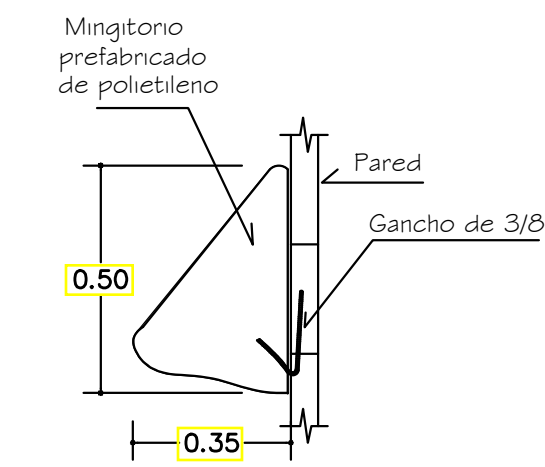
| MATERIAL                                | CANTIDAD | UNIDAD         | PRECIO UNITARIO | SUB TOTAL |
|---|----------|----------------|-----------------|-----------|
| Cemento                                 | 3.88     | Bolsas         | \$8.85          | \$34.34   |
| Arena                                   | 1.85     | m <sup>3</sup> | \$25.00         | \$46.25   |
| Grava                                   | 0.97     | m <sup>3</sup> | \$42.00         | \$40.74   |
| Agua                                    | 106.94   | litros         | \$0.01          | \$0.53    |
| Bloque Saltex<br>(0.10x0.20x0.40) m     | 24       | unidad         | \$0.48          | \$11.52   |
| Bloque Saltex<br>(0.10x0.20x0.40)       | 8        | unidad         | \$0.35          | \$2.80    |
| Acero Ø1/4''                            | 0.0625   | quintal        | \$38.00         | \$2.38    |
| Acero Ø3/8''                            | 0.443    | quintal        | \$44.00         | \$19.49   |
| Alambre de amarre<br>No. 15             | 0.099    | libras         | \$1.00          | \$0.10    |
| Alambre de amarre<br>No. 18             | 3.7      | libras         | \$1.25          | \$4.63    |
| Piedra cuarta                           | 0.34     | m <sup>3</sup> | \$50.00         | \$17.00   |
| Tubo Ø4''                               | 1        | unidad         | \$11.00         | \$11.00   |
| Ladrillo de barro<br>(0.10x0.14x0.30) m | 112      | unidad         | \$0.25          | \$28.00   |
|   |          |                | TOTAL           | \$207.89  |

**9.12 Anexo 12. Propuesta de solución para el manejo de excretas.**

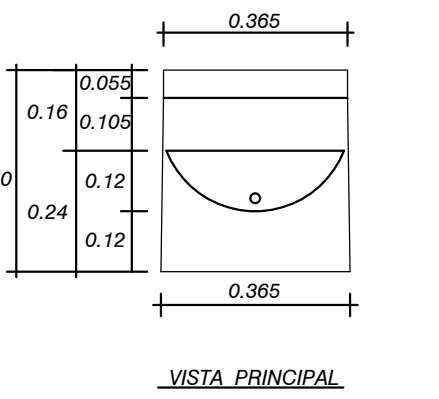
***Letrina Abonera Seca Familiar (LASF)***



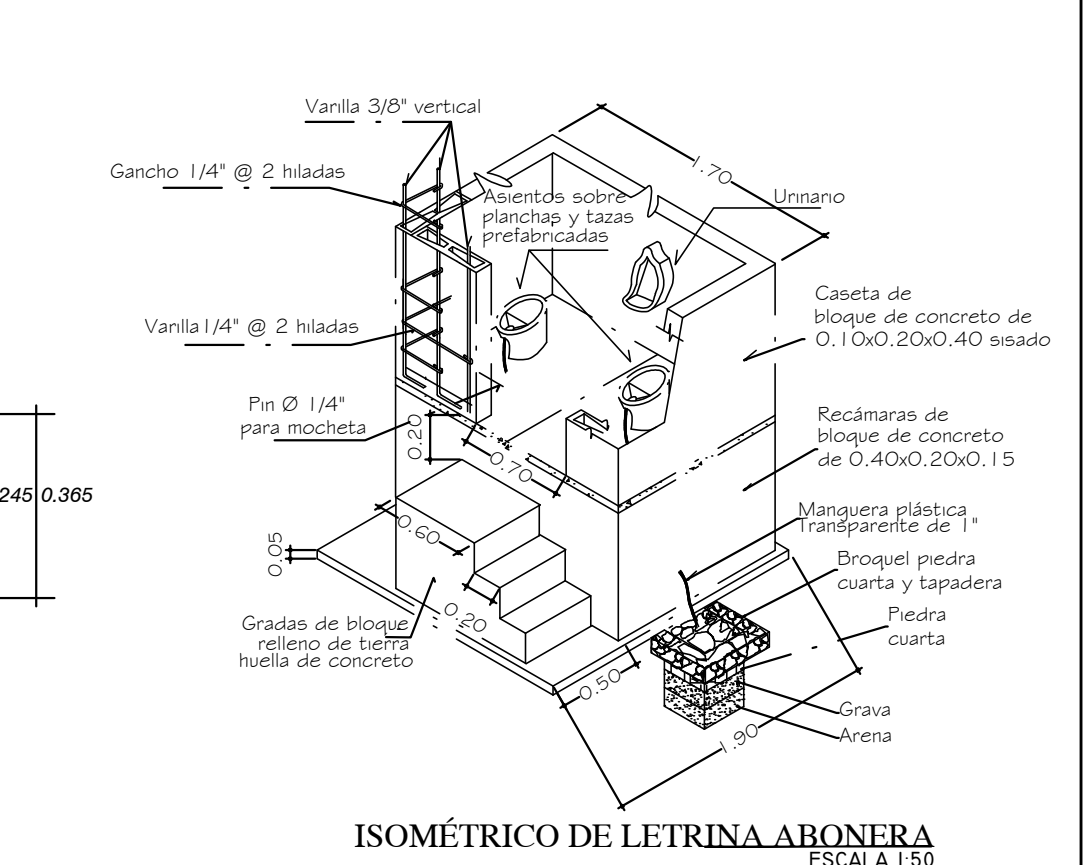
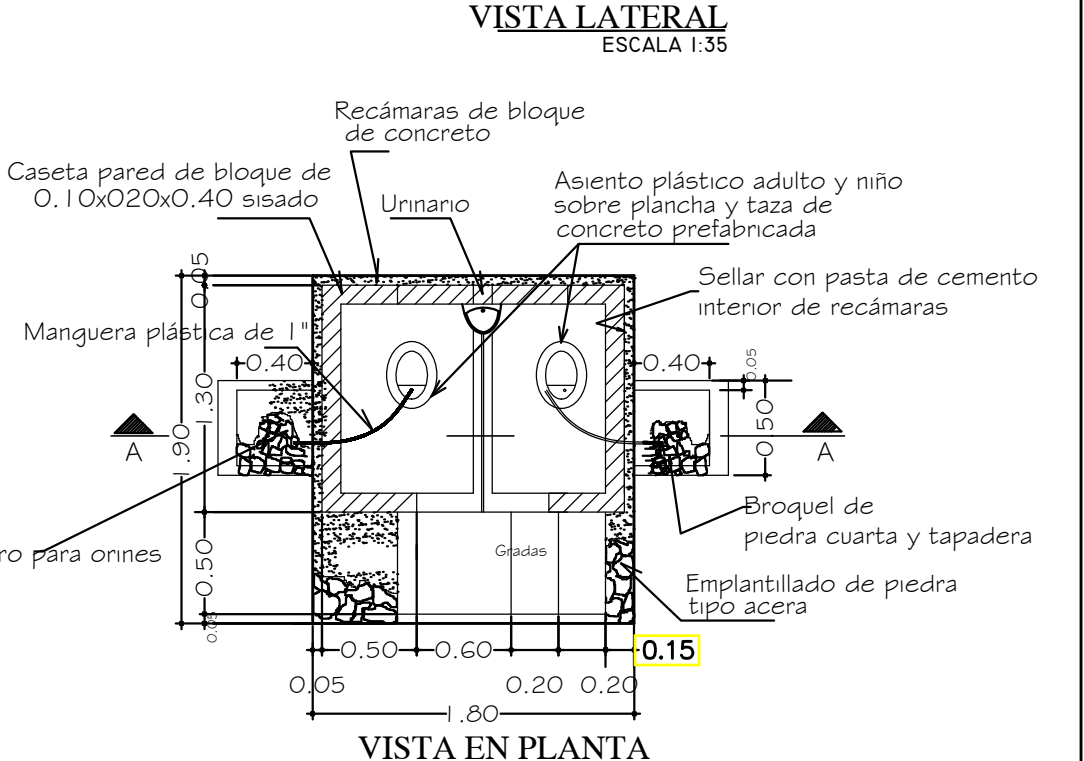
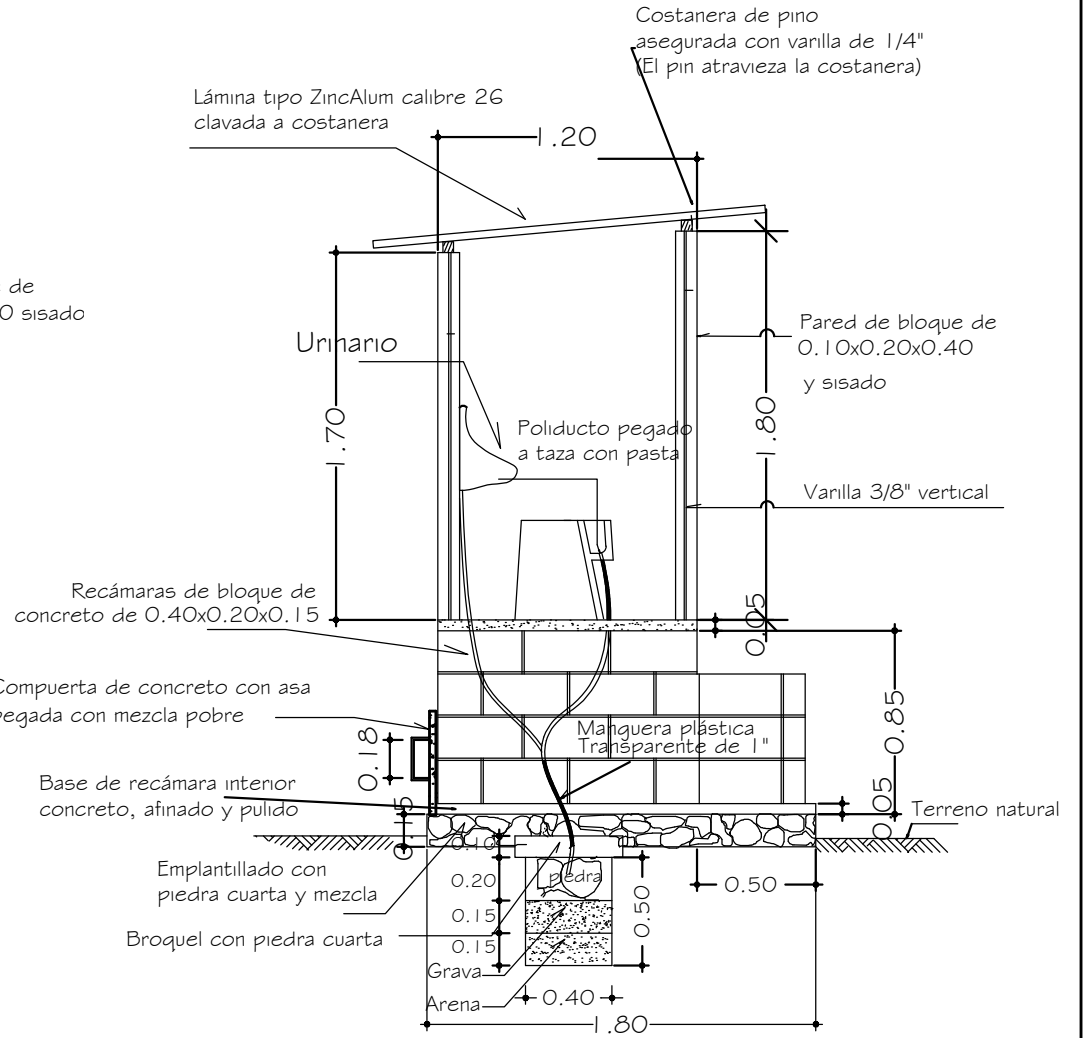
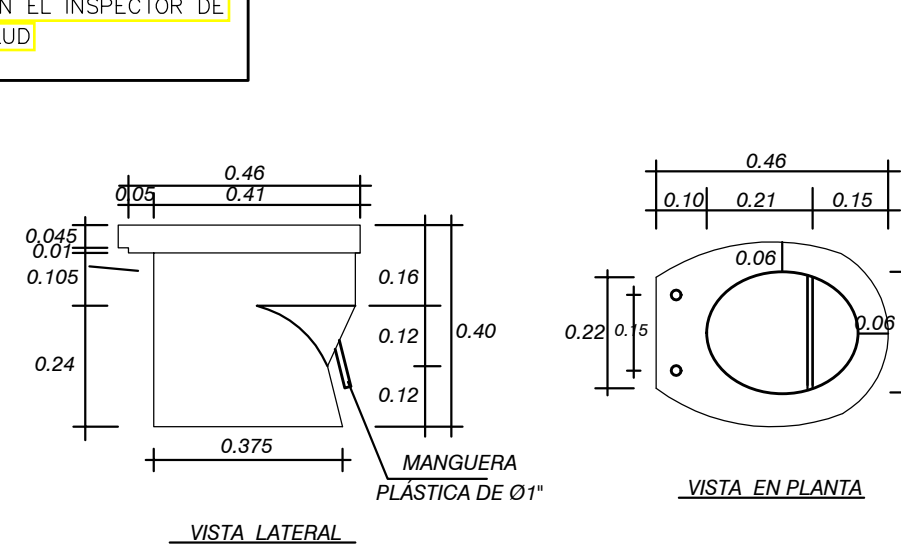
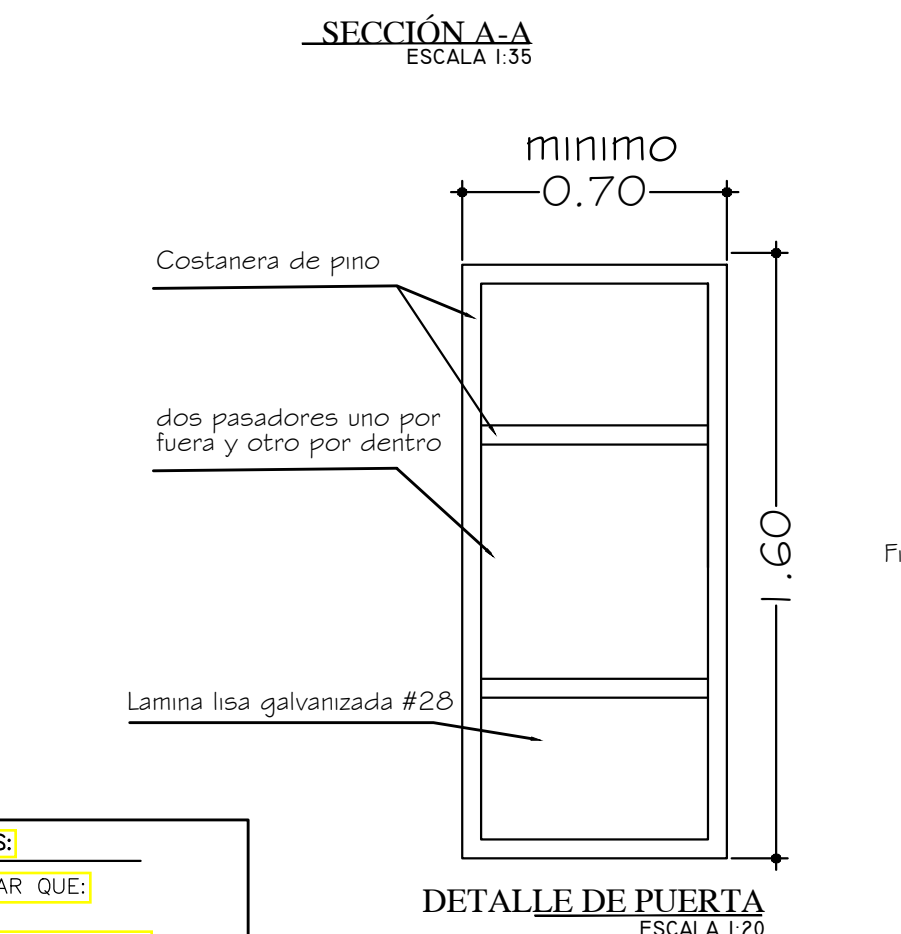
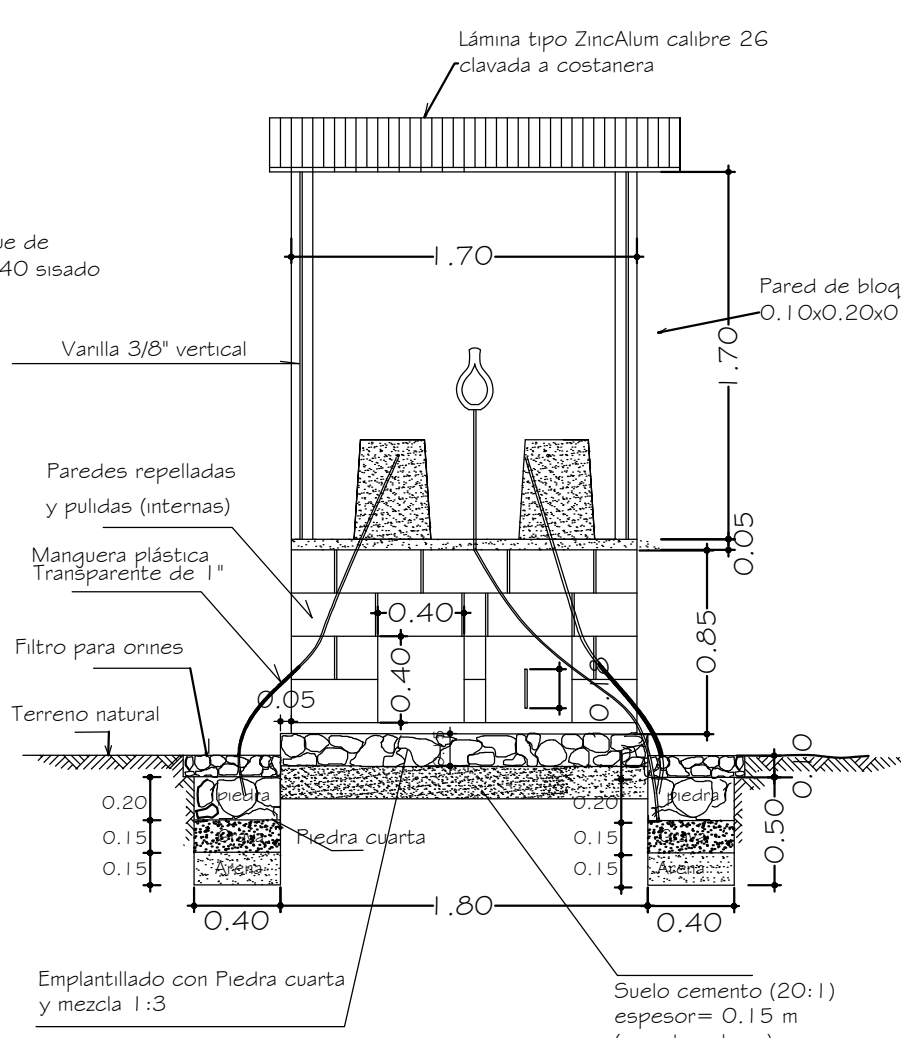
**DETALLE DE RECAMARAS**  
ESCALA 1:35



**RECOMENDACIONES:**  
EL EJECUTOR DEBERA CONSIDERAR QUE:  
- ANTES DE INICIAR LA EJECUCION DE LAS OBRAS DEBERA NOTIFICAR Y COORDINAR CON EL INSPECTOR DE SANEAMIENTO DE LA UNIDAD DE SALUD



NOTA: EL TIPO DE TAZA DEBE SER APROBADA POR UNIDAD DE SALUD



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD  
MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**TRABAJO DE GRADUACIÓN:**  
DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y PROPUESTA  
DE SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS  
SANITARIOS EN EL MUNICIPIO DE SESORI,  
DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

**PRESENTA:**  
Br. CAMPOS LOVO, NELSON JOSAE  
Br. HERNÁNDEZ SALMERÓN, KATHERINE DENISSE  
Br. MARAVILLA SEGOVIA, OSCAR EDUARDO  
Br. TOBAR RIVAS, DANIEL ANTONIO

**DOCENTE DIRECTOR:**  
ING. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ RIVERA

**CONTENIDO:**  
PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA LA  
DISPOSICIÓN SANITARIA DE EXCRETAS

**PLANO:** ANEXO 12  
**ESCALA:** INDICADAS  
**FECHA:** noviembre 2018

### 9.12.1 Presupuesto

#### 9.12.1.1 Memoria de cálculo para la construcción de la Letrina Abonera Seca

##### Familiar (LASF)

###### *Filtro para orines.*

###### *Volumen de arena*

$$V = 0.40 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} \times 2$$

$$V = 0.048 \text{ m}^3$$

###### *Volumen de grava*

$$V = 0.40 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} \times 2$$

$$V = 0.048 \text{ m}^3$$

###### *Volumen de piedra cuarta*

$$V = 0.40 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} \times 0.10 \text{ m}$$

$$V = 0.032 \text{ m}^3$$

###### *Broquel de piedra cuarta*

Mezcla 1:4

###### Volumen de piedra cuarta

$$V = (0.05 \text{ m} \times 0.05 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} \times 2) + (0.05 \text{ m} \times 0.05 \text{ m} \times 0.50 \text{ m})$$

$$V = 0.00325 \text{ m}^3$$

$$\text{Piedra: } 1.25 \text{ m}^3 \times 0.0065 \times 1.10 = 0.009 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento: } 2.72 \text{ bolsas} \times 0.0065 \times 1.10 = 0.00976 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.31 \text{ m}^3 \times 0.0065 \times 1.10 = 0.0011 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 63 \text{ litros} \times 0.0065 \times 1.10 = 0.23 \text{ litros}$$



*Tapadera*

Volumen de tapadera

$$V = 0.05 \text{ m} \times 0.50 \text{ m} \times 0.50 \text{ m}$$

$$V = 0.0125 \text{ m}^3$$

Mezcla 1:3:6

$$\text{Cemento: } 5.5 \times 0.0125 \times 1.10 = 0.076 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.47 \times 0.0125 \times 1.10 = 0.0064 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava: } 0.94 \times 0.0125 \times 1.10 = 0.013 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 180 \times 0.0125 \times 1.10 = 2.475 \text{ litros}$$

*Hierro Ø1/4'' @ 0.10 m ambos sentidos*

$$10 \text{ varillas} \times 0.50 \text{ m} \times 2 \text{ lados} \times 1.10 \times 1 \text{ varilla}/6 \text{ m} \times 1 \text{ q}/30 \text{ varillas} = 0.061 \text{ quintales}$$

*Alambre de amarre*

$$0.061 \text{ quintal} \times 10 \text{ lb/q} = 0.61 \text{ lb}$$

*Maneral de la tapadera*

$$\text{Ø3/8''}, 1 \text{ varilla} \times 0.20 \text{ m} \times 1.10 \times 1 \text{ varilla}/6 \text{ m} \times 1 \text{ q}/14 \text{ varillas} = 0.0026 \text{ quintales}$$

***Plancha tipo.***

$$f'c = 217 \text{ Kg/cm}^2, \text{ Ø3/8'' @ 0.10 m ambos sentidos}$$

Volumen de tapadera

$$V = 1.20 \text{ m} \times 0.80 \text{ m} \times 0.05 \text{ m} = 0.048 \text{ m}^3$$

Mezcla 1:2:2

$$\text{Cemento: } 9.8 \times 0.048 \times 1.10 = 0.52 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.55 \times 0.048 \times 1.10 = 0.029 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava: } 0.55 \times 0.048 \times 1.10 = 0.029 \text{ m}^3$$

Agua:  $227 \times 0.048 \times 1.10 = 11.99$  litros

*Hierro*

$1.20 \text{ m} \left( \frac{0.80 \text{ m}}{0.10 \text{ m}} + 1 \right) \times 1.10 \times 1 \text{ varilla} / 6 \text{ m} \times 1 \text{ q} / 14 \text{ varillas} = 0.14$  quintales

$0.80 \text{ m} \left( \frac{1.20 \text{ m}}{0.10 \text{ m}} + 1 \right) \times 1.10 \times 1 \text{ varilla} / 6 \text{ m} \times 1 \text{ q} = 14 \text{ varillas} = 0.136$  quintales

Total = 0.276 quintales

*Alambre de amarre No. 18*

$0.276 \text{ q} \times 10 \text{ lb/q} = 2.76 \text{ lb}$

***Puertas (0.70 x 1.7)***

*Costanera de pino (3'' x 3'')*

$1.70 \text{ m} \times 2 \text{ lados} = 3.20 \text{ m}$

$0.70 \text{ m} \times 4 = 2.80 \text{ m}$

Total =  $3.20 \text{ m} + 2.80 \text{ m} = 5.0 \text{ m}$

$5 \text{ m} \times 1 \text{ vara} / 0.836 \text{ m} = 5.98 \text{ varas} \approx 6 \text{ varas}$

*Clavos (3'')*

24 clavos; 1 libra de clavos (60 clavos)

*Lámina lisa galvanizada #28*

Área =  $1.60 \text{ m} \times 0.70 \text{ m} = 1.12 \text{ m}^2$

***Techo***

*Lámina tipo Zinc Alum calibre 26*

Área =  $1.80 \text{ m} \times 1.80 \text{ m} = 3.24 \text{ m}^2$

*Costanera de pino (3'' x 3'')*

*Pines para sujetar la lámina*

4 en cada costanera x 2 costaneras = 8

***Compuerta de concreto para las recámaras***

$$\text{Volumen} = 0.40\text{m} \times 0.40\text{m} \times 0.03\text{m}$$

$$\text{Volumen} = 0.0048 \text{ m}^3$$

Mezcla 1:3:6

$$\text{Cemento: } 5.5 \times 0.0048 \times 1.10 = 0.026 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.47 \times 0.0048 \times 1.10 = 0.002 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava: } 0.94 \times 0.0048 \times 1.10 = 0.005 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 180 \times 0.0048 \times 1.10 = 0.95 \text{ litros}$$

*Maneral de la tapadera (Ø3/8'')*

$$0.20 \text{ m} \times 1.10 \times 1 \text{ varilla}/6\text{m} \times 1\text{q}/14\text{varillas} = 0.0029 \text{ quintales}$$

*Hierro (Ø1/4)*

$$0.40\text{m} \left( \frac{0.50\text{m}}{0.10\text{m}} + 1 \right) \times 1.10 \times 1 \text{ varilla}/6\text{m} \times 1 \text{ q}/30\text{varillas} = 0.015 \text{ quintales}$$

$$\text{Total de hierro} = 0.0029 \text{ q} + 0.015 \text{ q} = 0.030 \text{ q}$$

*Alambre de amarre N0. 18*

$$0.030 \text{ q} \times 10\text{lb}/\text{q} = 0.30 \text{ libras}$$

***Emplantillado con piedra cuarta.***

$$\text{Volumen} = 0.15\text{m} \times 1.80\text{m} \times 1.80\text{m} = 0.486 \text{ m}^3$$

Mezcla 1:3

$$\text{Piedra: } 1.25 \times 0.486 \times 1.10 = 0.67 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento: } 3.41 \times 0.486 \times 1.10 = 1.82 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.32 \times 0.486 \times 1.10 = 0.17 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 60 \times 0.486 \times 1.10 = 32.08 \text{ litros}$$

***Base de recámara interior concreto, afinado y pulido.***

Volumen:  $0.05\text{m} \times 1.80\text{m} \times 1.80\text{m} = 0.26 \text{ m}^3$

Mezcla 1:2:2

Cemento:  $9.8 \times 0.26 \times 1.10 = 2.80$  bolsas

Arena:  $0.55 \times 0.26 \times 1.10 = 0.16 \text{ m}^3$

Grava:  $0.55 \times 0.26 \times 1.10 = 0.16 \text{ m}^3$

Agua:  $227 \times 0.26 \times 1.10 = 64.92$  litros

***Afinado.***

Volumen:  $1.80\text{m} \times 1.80\text{m} \times 0.002\text{m} = 0.006 \text{ m}^3$

Mezcla 1:1

Cemento:  $24.7 \times 0.006 \times 1.10 = 0.16$  bolsas

Arena:  $0.7 \times 0.006 \times 1.10 = 0.0046 \text{ m}^3$

Agua:  $380 \times 0.006 \times 1.10 = 2.51$  litros

***Cantidad de bloques de concreto para recámara.***

Bloque Saltex (0.15x0.20x0.40) m

Primera hilada: 13 bloques enteros y 2 dados

Segunda hilada: 12 bloques enteros y 4 dados

Tercera hilada: 15 bloques enteros y 2 dados

Cuarta hilada: 15 bloques enteros y 2 dados

***Llenado de bloques.***

Bloque de 0.15x0.20x0.40

Área =  $(0.40 - 0.02(2)) \text{ m} \times (0.15 - 0.02(2)) \text{ m}$

Área =  $0.037 \text{ m}^2$

Volumen:  $0.037 \text{ m}^2 \times 0.20\text{m} = 0.0074 \text{ m}^3$

55 bloques x 2 huecos: 110 huecos

10 bloques x 1 hueco: 10 huecos

Total de huecos: 120 huecos

$V = 0.0074 \text{ m}^3 \times 120 = 0.888 \text{ m}^3$

Mezcla 1:2:4

Cemento:  $7.3 \times 0.888 \times 1.10 = 7.13$  bolsas

Arena:  $0.41 \times 0.888 \times 1.10 = 0.40 \text{ m}^3$

Grava:  $0.82 \times 0.888 \times 1.10 = 0.80 \text{ m}^3$

Agua:  $211 \times 0.888 \times 1.10 = 206.10$  litros

Área de pared de recámara.

Hilada 1 y 2

$A = 1 \times h = 6.5\text{m} \times 0.80\text{m} = 5.20 \text{ m}^2$

Hilada 3 y 4

$A = 7.2\text{m} \times 0.80\text{m} = 5.76 \text{ m}^2$

Área total =  $5.20 + 5.76 = 10.96 \text{ m}^2$

*Repello de paredes de recámara*

Mezcla 1:3

Volumen:  $10.96 \text{ m}^2 \times 0.02\text{m} = 0.2192 \text{ m}^3$

Cemento:  $5.7 \times 0.2192 \times 1.10 = 1.37$  bolsas

Arena:  $1.1 \times 0.2192 \times 1.10 = 0.27 \text{ m}^3$

Agua:  $280 \times 0.2192 \times 1.10 = 67.51$  litros

*Afinado.*

$$\text{Volumen: } 10.96 \text{ m}^2 \times 0.002 \text{ m} = 0.022 \text{ m}^3$$

Mezcla 1:1

$$\text{Cemento: } 24.7 \times 0.022 \times 1.10 = 0.6 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.7 \times 0.022 \times 1.10 = 0.017 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 380 \times 0.022 \times 1.10 = 9.2 \text{ litros.}$$

***Refuerzo de recámaras.***

*Refuerzo vertical Ø3/8''@0.20m*

$$0.80\text{m} \left( \frac{1.20\text{m}}{0.20\text{m}} + 1 \right) \times 1.10 \times 1\text{varilla}/6\text{m} \times 1\text{q}/14\text{varillas} \times 3 = 0.22 \text{ quintales}$$

$$0.80\text{m} \left( \frac{1.70\text{m}}{0.20\text{m}} + 1 \right) \times 1.10 \times 1\text{varilla}/6\text{m} \times 1\text{q}/14\text{varillas} = 0.10$$

$$\text{Total} = 0.22\text{q} + 0.10\text{q} = 0.32\text{q}$$

*Refuerzo horizontal Ø1/4''@ 2 hiladas*

$$((1.20\text{m} \times 3) + 1.70\text{m}) (0.80\text{m}/0.40\text{m}) \times 1.10 \times 1\text{varilla}/6\text{m} \times 1\text{q}/14\text{varillas} = 0.14 \text{ q}$$

$$\text{Total de hierro: } 0.32\text{q} + 0.14\text{q} = 0.46\text{q}$$

*Alambre de amarre No. 18*

$$0.46\text{q} \times 10\text{lb}/\text{q} = 4.6 \text{ libras}$$

***Cantidad de bloques (gradas) de (0.10x0.20x0.40) m***

Primera hilada: 4 bloques enteros y 1 dado

Segunda hilada: 4 bloques enteros

Tercera hilada: 3 bloques enteros y 1 dado

Total de bloques: 11 enteros y 2 dados

Por lo tanto

$$11 \text{ bloques enteros} \times 2 \text{ huecos} = 22 \text{ huecos}$$

2 bloques dados x 1 hueco = 4 huecos

*Llenado de bloques (0.10x0.20x0.40) m*

Área de huecos.

$$A = (0.40\text{m} - 3(0.02\text{m})) \times (0.10\text{m} - 2(0.02\text{m}))$$

$$A = 0.0204 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = 0.0204 \text{ m}^2 \times 0.20 \text{ m} = 0.00408 \text{ m}^3$$

$$V = 0.00408 \text{ m}^3 \times 22 \text{ huecos}$$

$$V = 0.09 \text{ m}^3$$

Mezcla 1:2:4

$$\text{Cemento: } 7.3 \times 0.09 \times 1.10 = 0.72 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.41 \times 0.09 \times 1.10 = 0.04 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava: } 0.82 \times 0.09 \times 1.10 = 0.08 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 211 \times 0.09 \times 1.10 = 20.89 \text{ litros}$$

***Volumen de tierra.***

Primera hilada

$$V = 0.40\text{m} \times 0.80\text{m} \times 0.20\text{m} = 0.064 \text{ m}^3$$

Segunda hilada

$$V = 0.40\text{m} \times 0.60\text{m} \times 0.20\text{m} = 0.048 \text{ m}^3$$

Tercera hilada

$$V = 0.40\text{m} \times 0.40\text{m} \times 0.20\text{m} = 0.032 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total: } 0.144 \text{ m}^3$$

*Cantidad de bloques para caseta. (0.10x0.20x0.40) m*

Laterales.

$$\text{Área} = 1.20\text{m} \times 1.80\text{m} \times 2 \text{ lados} \times 1.10 = 4.752 \text{ m}^2$$

Parte trasera

$$\text{Área} = 1.70\text{m} \times 1.80\text{m} \times 1.10 = 3.564 \text{ m}^2$$

Parte delantera

$$\text{Área} = 1.0\text{m} \times 1.90\text{m} \times 1.10 = 2.09 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total de caseta} = 4.752 + 3.564 + 2.09 = 10.41 \text{ m}^2$$

1m<sup>2</sup> de pared tiene 10 bloques enteros y 5 dados, por lo tanto:

$$10.41\text{m}^2 \times 10 \text{ bloques} = 104.1 \approx 104 \text{ bloques enteros}$$

$$10.41\text{m}^2 \times 5 \text{ bloques} = 52.05 \approx 52 \text{ bloques dados}$$

*Llenado de bloques*

$$\text{Volumen} = 0.00408 \text{ m}^3$$

Como son 104 bloques enteros y 52 dados

$$104 \text{ bloques} \times 2 \text{ huecos} = 208 \text{ huecos}$$

$$52 \text{ bloques} \times 1 \text{ hueco} = 52 \text{ huecos}$$

Total de huecos: 260

$$V = 0.00408 \text{ m}^3 \times 260 \text{ huecos}$$

$$V = 1.0608 \text{ m}^3$$

Mezcla 1:2:4

$$\text{Cemento: } 7.3 \times 1.0608 \times 1.10 = 8.52 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.41 \times 1.0608 \times 1.10 = 0.48 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava: } 0.82 \times 1.0608 \times 1.10 = 0.96 \text{ m}^3$$



Agua:  $211 \times 1.0608 \times 1.10 = 246.21$  litros

***Elaboración de mortero para pegar bloque (recámara)***

*Bloque de 0.15x0.20x0.40 m*

$V = (0.40+0.20) (0.15) (0.01) \text{ m}^3 \times 55$  bloques

$V = 0.0495 \text{ m}^3$

*Bloque de 0.15x0.20x0.20 m*

$V = (0.20+0.20) (0.15) (0.01) \text{ m}^3 \times 10$  bloques

$V = 0.006 \text{ m}^3$

Total de volumen

$V = 0.0495 \text{ m}^3 + 0.006 \text{ m}^3 = 0.0555 \text{ m}^3$

Mezcla 1:6

Cemento:  $3.26 \times 0.0555 \times 1.10 = 0.2$  bolsas

Arena:  $1.26 \times 0.0555 \times 1.10 = 0.077 \text{ m}^3$

Agua:  $249 \times 0.0555 \times 1.10 = 15.20$  litros

***Elaboración de mortero para pegar bloque (gradas)***

*Bloque de 0.10x0.20x0.40 m*

$V = (0.40+0.20) (0.10) (0.01) \text{ m}^3 \times 11$  bloques

$V = 0.0066 \text{ m}^3$

*Bloque de 0.10x0.20x0.20 m*

$V = (0.20+0.20) (0.10) (0.01) \text{ m}^3 \times 2$  bloques

$V = 0.0008 \text{ m}^3$

Volumen total:  $0.0066 + 0.0008 = 0.0074 \text{ m}^3$

***Elaboración de mortero para pegar bloque (caseta).***

*Bloque de 0.10x0.20x0.40 m*

$$V = 0.0006 \text{ m}^3 \times 104 \text{ bloques}$$

$$V = 0.0624 \text{ m}^3$$

*Bloque de 0.10x0.20x0.20 m*

$$V = 0.0004 \text{ m}^3 \times 52$$

$$V = 0.0208 \text{ m}^3$$

Volumen total

$$V = 0.0624 \text{ m}^3 + 0.0208 \text{ m}^3 = 0.0832 \text{ m}^3$$

Mezcla 1:6

$$\text{Cemento: } 3.26 \times 0.0821 \times 1.10 = 0.30 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 1.26 \times 0.0832 \times 1.10 = 0.12 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 249 \times 0.0832 \times 1.10 = 22.79 \text{ litros}$$

***Refuerzo de caseta***

*Refuerzo vertical Ø3/8''@ 0.20m*

$$1.80\text{m} \left( \frac{5.6\text{m}}{0.20\text{m}} + 1 \right) \times 1.10 \times 1\text{varilla}/6\text{m} \times 1\text{q}/14\text{varillas} = 0.68 \text{ quintales}$$

*Refuerzo horizontal Ø1/4''@ 2 hiladas*

$$5.6\text{m} \left( \frac{1.80\text{m}}{0.40\text{m}} \right) \times 1.10 \times 1\text{varilla}/6\text{m} \times 1\text{q}/14\text{varillas} = 0.33 \text{ quintales}$$

$$\text{Total de hierro: } 0.68 \text{ q} + 0.33 \text{ q} = 1.01 \text{ quintales}$$

***Alambre de amarre No. 18***

$$1.01 \text{ q} \times 10\text{lb}/\text{q} = 10.1 \text{ libras}$$

9.12.1.2 Presupuesto de la Letrina Abonera Seca Familiar (LASF)

| MATERIAL                         | CANTIDAD | UNIDAD         | PRECIO UNITARIO | SUB TOTAL |
|----------------------------------|----------|----------------|-----------------|-----------|
| Arena                            | 1.84     | m <sup>3</sup> | \$25.00         | \$46.00   |
| Grava                            | 2.1      | m <sup>3</sup> | \$42.00         | \$88.20   |
| Piedra cuarta                    | 0.771    | m <sup>3</sup> | \$50.00         | \$38.55   |
| Cemento                          | 24.28    | unidad         | \$8.85          | \$214.88  |
| Agua                             | 703.09   | litros         | \$0.01          | \$3.52    |
| Hierro Ø1/4''                    | 0.51     | quintales      | \$38.00         | \$19.38   |
| Hierro Ø3/8''                    | 1.28     | quintales      | \$44.00         | \$56.32   |
| Alambre de amarre No. 18         | 18.37    | libras         | \$1.00          | \$18.37   |
| Costaneras de pino (3''x3'')     | 15.6     | varas          | \$1.25          | \$19.50   |
| Clavos (3'')                     | 1        | libra          | \$1.00          | \$1.00    |
| Pasador                          | 4        | unidad         | \$2.75          | \$11.00   |
| Lámina lisa galvanizada #28      | 2        | 3 yardas       | \$6.50          | \$13.00   |
| Taza prefabricada                | 1        | unidad         | \$30.00         | \$30.00   |
| Urinario prefabricado            | 1        | unidad         | \$15.00         | \$15.00   |
| Asiento plástico                 | 1        | unidad         | \$3.00          | \$3.00    |
| Manguera plástica transparente   | 1        | unidad         | \$1.50          | \$1.50    |
| Pines para sujetar la lámina     | 8        | unidad         | \$0.30          | \$2.40    |
| Bloque Saltex (0.15x0.20x0.40) m | 55       | unidad         | \$0.57          | \$31.35   |

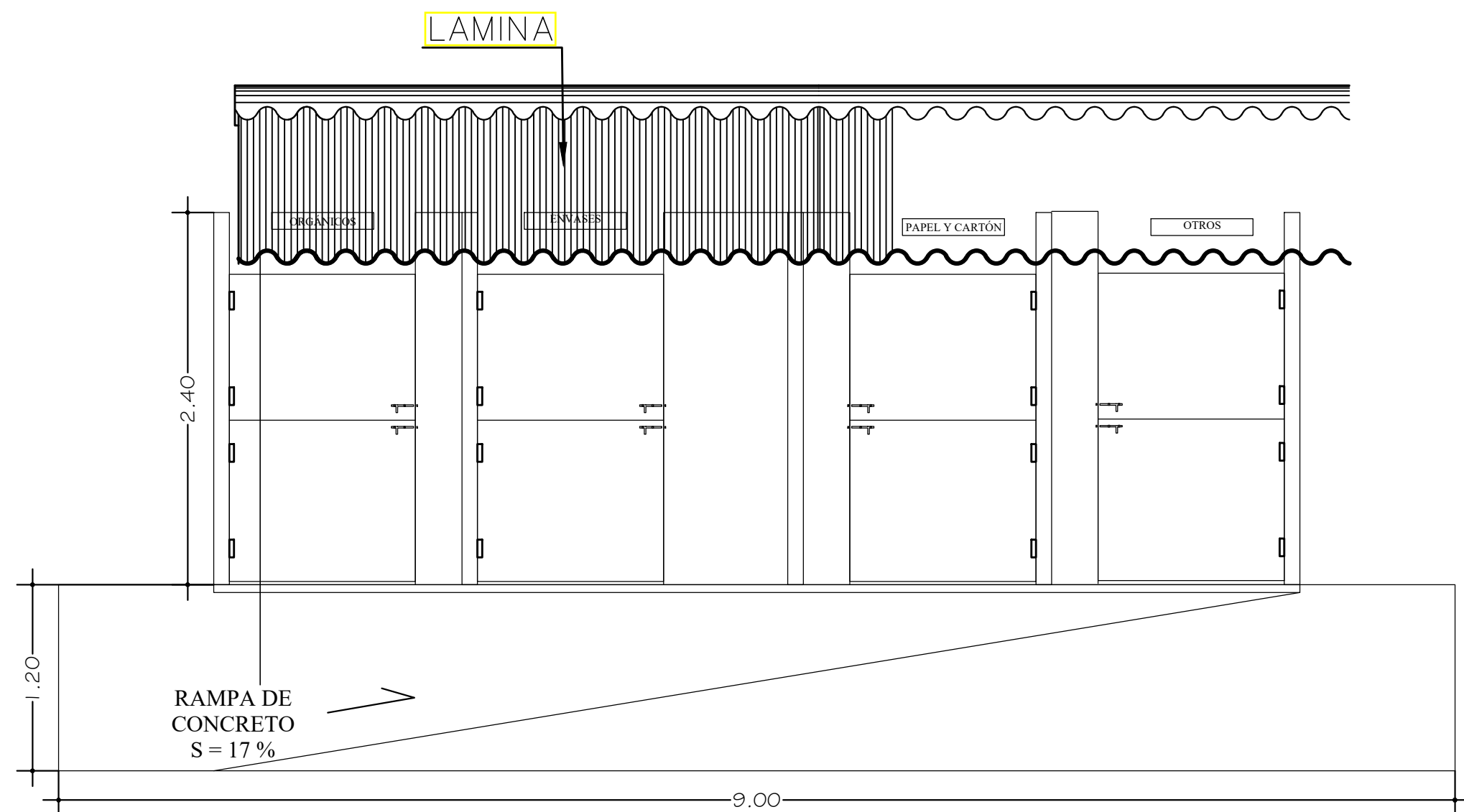
---

---

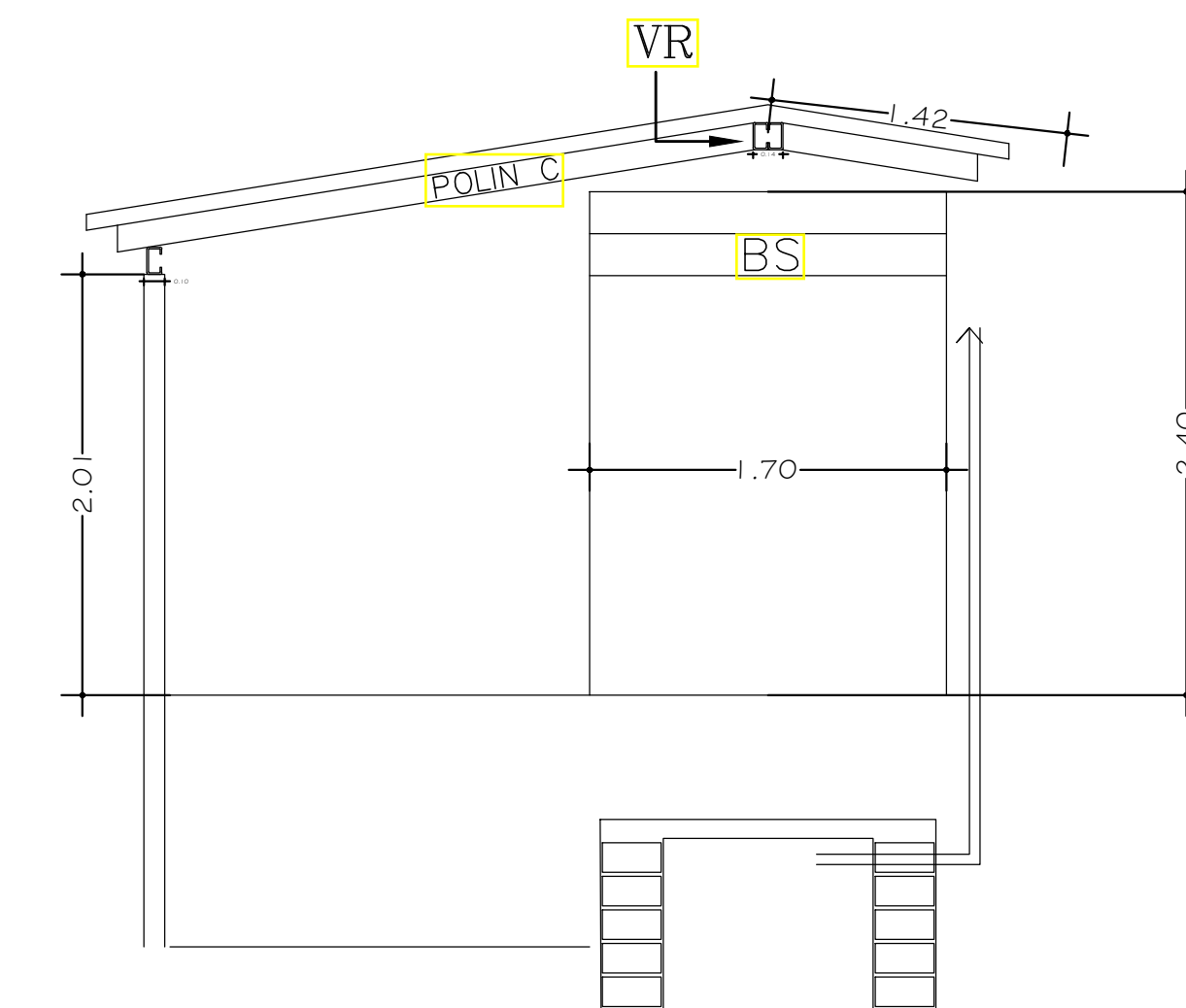
|  |       |                |        |          |
|--|-------|----------------|--------|----------|
| Bloque Saltex<br>(0.15x0.20x0.20)<br>m | 10    | unidad         | \$0.45 | \$4.50   |
| Bloque Saltex<br>(0.10x0.20x0.40)<br>m | 125   | unidad         | \$0.48 | \$60.00  |
| Bloque Saltex<br>(0.10x0.20x0.20)<br>m | 54    | unidad         | \$0.35 | \$18.90  |
| Tierra                                 | 0.144 | m <sup>3</sup> | \$0.00 | \$0.00   |
|  |       |                | TOTAL  | \$696.37 |

**9.13 Anexo 13. Propuesta de solución para el manejo de los residuos sólidos.**

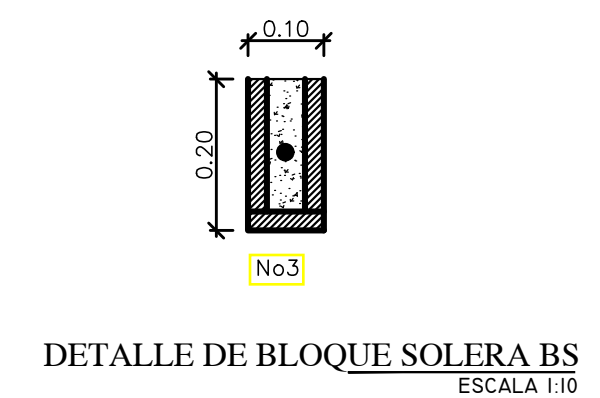
**Contenedor con separación.**



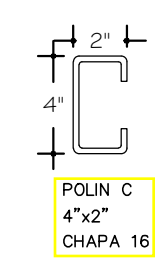
VISTA FRONTAL DE CONTENEDOR  
ESCALA 1:35



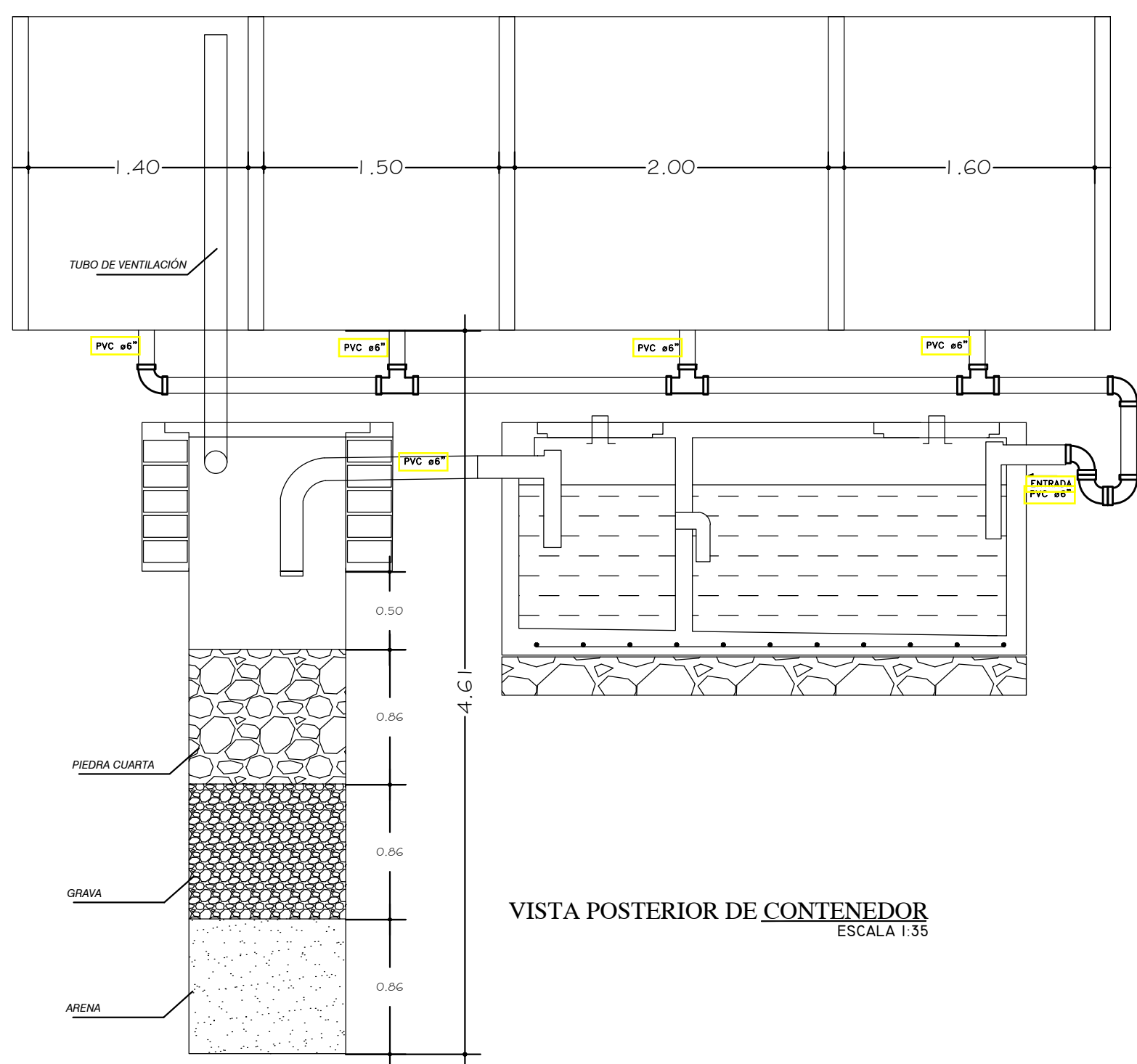
VISTA LATERAL DE CONTENEDOR  
ESCALA 1:35



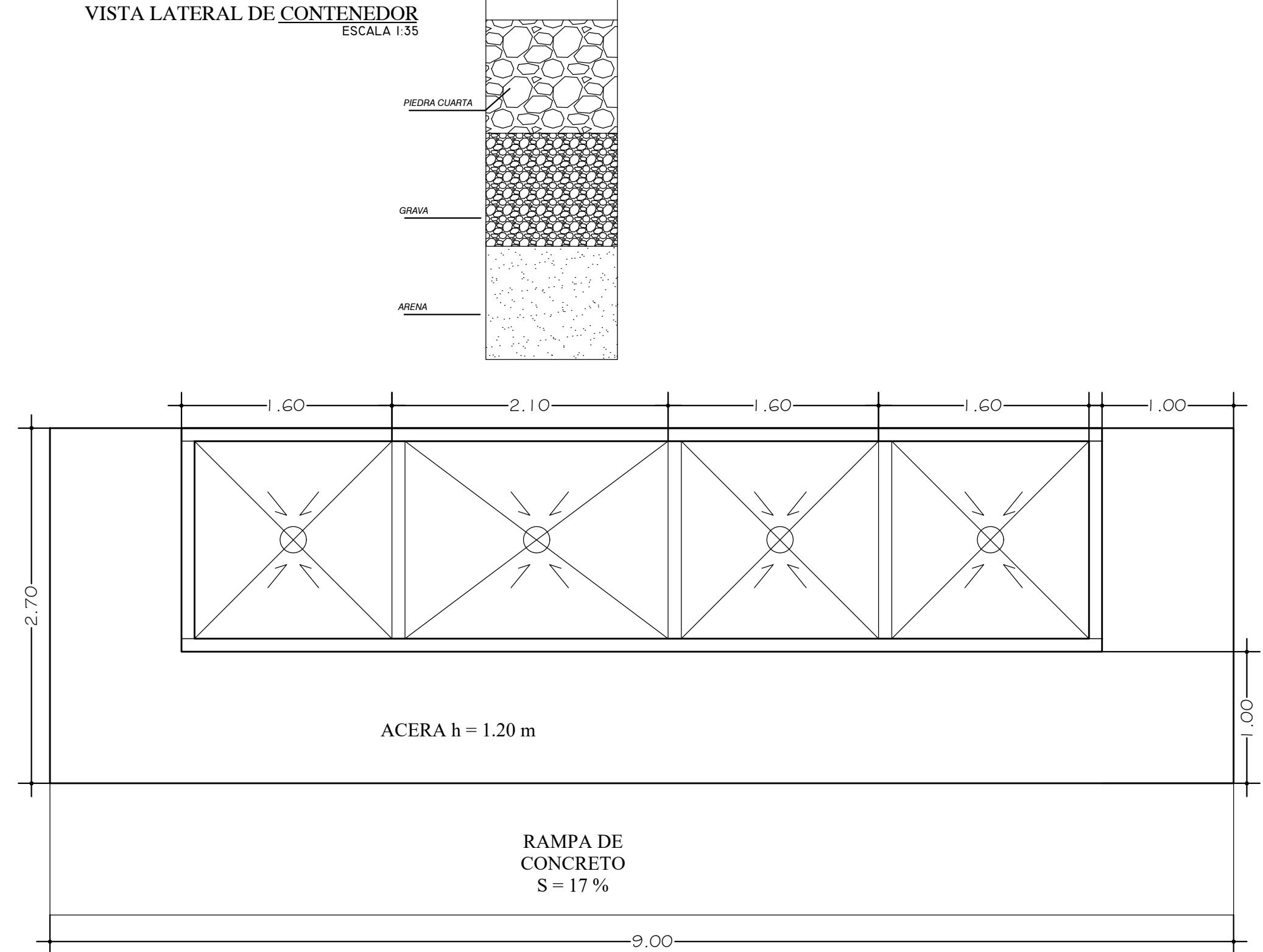
DETALLE DE BLOQUE SOLERA BS  
ESCALA 1:10



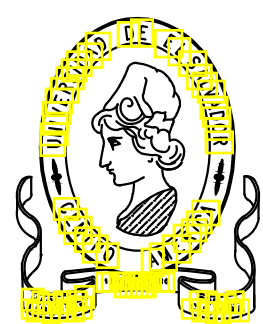
DETALLE DE POLÍN C  
ESCALA 1:10



VISTA POSTERIOR DE CONTENEDOR  
ESCALA 1:35



VISTA SUPERIOR DE CONTENEDOR  
ESCALA 1:35



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD  
MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**TRABAJO DE GRADUACIÓN:**  
DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y PROPUESTA  
DE SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS  
SANITARIOS EN EL MUNICIPIO DE SESORI,  
DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL

**PRESENTA:**  
Br. CAMPOS LOVO, NELSON JOSAE  
Br. HERNÁNDEZ SALMERÓN, KATHERINE DENISSE  
Br. MARAVILLA SEGOVIA, OSCAR EDUARDO  
Br. TOBAR RIVAS, DANIEL ANTONIO

**DOCENTE DIRECTOR:**  
ING. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ RIVERA

**CONTENIDO:**  
PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA LA  
DISPOSICIÓN SANITARIA DE RESIDUOS SÓLIDOS  
(CONTENEDOR CON SEPARACIÓN)

|                           |                             |                                 |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| <b>PLANO:</b><br>ANEXO 13 | <b>ESCALA:</b><br>INDICADAS | <b>FECHA:</b><br>noviembre 2018 |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|

### 9.13.1 Presupuesto

#### 1. Paredes

- Cantidad de obra total = 40.08m<sup>2</sup>
- Cantidad de bloques por 1m<sup>2</sup> = 12.5 bloques
- Mortero para pegamento de bloque, dosificación 1:6
- Espesor de sisa 1 cm<sup>2</sup>
- Concreto, dosificación = 1:2:4
- Refuerzo vertical (bastones) = acero corrugado de 3/8" @ 60cm
- Refuerzo horizontal = acero liso de 1/4" @ 40cm

✓ Cantidad para 1m<sup>2</sup>

✓ Mezcla para pegar bloque 1:6 (mortero)

$$V_{peg} = 0.60 \times 0.10 \times 0.01 \times 12.50$$

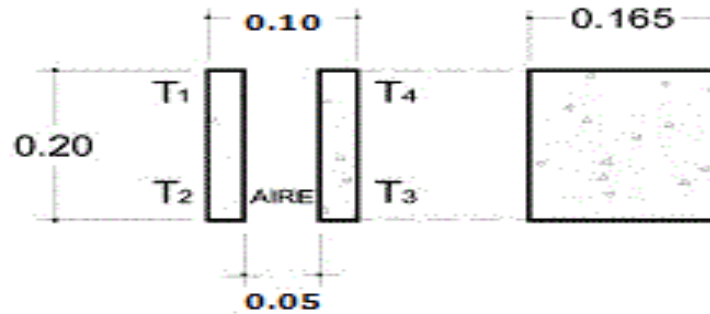
$$V_{peg} = 0.0075m^3$$

$$cemento = \left( \frac{7bolsas}{1m^3} \right) (0.0075m) (1.10) = 0.058bolsas$$

$$arena = \left( \frac{1.2m}{1m^3} \right) (0.0075m) (1.20) = 0.011m^3$$

$$agua = \left( \frac{210lt}{1m^3} \right) (0.0075m^3) \left( \frac{1m^3}{1000lt} \right) (1.30) = 0.0020m^3$$

- ✓ Cantidad de materiales para concreto de celdas para un  $1\text{m}^2$  de pared.



$$V_{celdas} = (0.165 \times 0.20 \times 0.05) \text{ m} \quad (12.5 \text{ bloques})$$

$$V_{celdas} = 0.021 \text{ m}^3$$

Concreto 1:2:4

$$\text{cimento} = \left( \frac{7.3 \text{ bolsas}}{1 \text{ m}^3} \right) (0.021 \text{ m}^3) (1.10) = 0.17 \text{ bolsas}$$

$$\text{arena} = \left( \frac{0.41 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} \right) (0.021 \text{ m}^3) (1.20) = 0.01 \text{ m}^3$$

$$\text{grava} = \left( \frac{0.82 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} \right) (0.021 \text{ m}^3) (1.15) = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = \left( \frac{211 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} \right) (0.021 \text{ m}^3) \left( \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}} \right) (1.30) = 0.01 \text{ m}^3$$

### NUMERO DE BASTONES POR $\text{m}^2$

$$\text{N}^\circ \text{ de bastones} = \frac{\text{Longitud de pared}}{\text{Separacion de bastones}} + 1$$

$$\text{N}^\circ \text{ de bastones} = \frac{1 \text{ m}}{0.60} + 1$$

$$\text{N}^\circ \text{ de bastones por } \text{M}^2 = 2.666 \approx 3 \text{ bastones}$$

$$\text{Gancho} = 0.10 \text{ m}$$



**ACERO TRANSVERSAL  $\emptyset \frac{3''}{8}$  @ 0.6 M**

✓ Longitud de bastón para 1 m<sup>2</sup>

$$\text{Cant de acero} = \text{Long de bastón}(\text{N}^\circ \text{ de bastones por M}^2) \left( \frac{1 \text{ varilla}}{6 \text{ m}} \right) \left( \frac{1 \text{ qq}}{14 \text{ varillas}} \right)$$

$$\text{Cantidad de acero} = 1.10 \text{ m}(3) \left( \frac{1}{6 \text{ m}} \right) \left( \frac{1 \text{ qq}}{14 \text{ varillas}} \right) (1.05)$$

$$\text{Cantidad de acero} = 0.041 \text{ qq } \emptyset \frac{3''}{8}$$

**ACERO LONGITUDINAL  $\emptyset \frac{1''}{4}$  @ 2 HILADAS**

✓ Longitud de acero para 1 m<sup>2</sup>

$$\text{Cantidad de acero} = \text{Long de varilla} \left( \frac{\text{Long. de pared}}{0.40 \text{ m}} \right) \left( \frac{1 \text{ varilla}}{6 \text{ m}} \right) \left( \frac{1 \text{ qq}}{30 \text{ varillas}} \right) (1.05)$$

$$\text{Cantidad de acero} = 1 \text{ m} \left( \frac{1}{0.40 \text{ m}} \right) \left( \frac{1}{6 \text{ m}} \right) \left( \frac{1 \text{ qq}}{30 \text{ varillas}} \right) (1.05)$$

$$\text{Cantidad de acero} = 0.015 \text{ qq } \emptyset \frac{1''}{4}$$

**ALAMBRE DE AMARRE**

Por cada quintal de acero se necesita 10 lb de alambre de amarre

$$\frac{10 \text{ lb}}{1 \text{ qq}} \times 0.056 = 0.56 \frac{\text{lb}}{\text{m}^2}$$

| <b>MATERIALES TOTALES PARA CONSTRUCCIÓN DE 40.08M<sup>2</sup> DE PARED</b> |                                       |                                |                           |
|--|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| <b>MATERIALES</b>  | <b>CANTIDAD POR<br/>M<sup>2</sup></b> | <b>AREA TOTAL<br/>DE PARED</b> | <b>MATERIAL<br/>TOTAL</b> |
| BLOQUE<br>(10X20X40)   | 12.5UNIDADES /<br>M <sup>2</sup>      | 40.08 M <sup>2</sup>           | 501 UNIDADES              |
| ALAMBRE DE<br>AMARRE   | 0.56 $\frac{lb}{m^2}$                 | 40.08 M <sup>2</sup>           | 22.44 lb                  |
| ACERO $\emptyset \frac{3}{8}$  | 0.041qq/ M <sup>2</sup>               | 40.08 M <sup>2</sup>           | 1.64 qq                   |
| ACERO $\emptyset \frac{1}{4}$  | 0.015qq/ M <sup>2</sup>               | 40.08 M <sup>2</sup>           | 0.60 qq                   |
| CEMENTO  | 0.228 BOLSAS                          | 40.08 M <sup>2</sup>           | 9.14 BOLSAS               |
| ARENA  | 0.021 M <sup>3</sup> / M <sup>2</sup> | 40.08 M <sup>2</sup>           | 0.84 M <sup>3</sup>       |
| GRAVA  | 0.02 M <sup>3</sup> / M <sup>2</sup>  | 40.08 M <sup>2</sup>           | 0.80 M <sup>3</sup>       |
| AGUA   | 0.012 M <sup>3</sup> / M <sup>2</sup> | 40.08 M <sup>2</sup>           | 0.48 M <sup>3</sup>       |

## 2. Acera de concreto

- Cantidad de obra total = 18.20 m<sup>3</sup>
- Proporción de la mezcla de mampostería de piedra = 1:5

**CALCULANDO VOLUMEN DE CONCRETO**

$$\underline{c = 14.88m^3}$$

Concreto 1:5

$$cemento = \left(\frac{2.20bolsas}{1m^3}\right)(14.88m^3)(1.10) = 36 \text{ bolsas}/m^3$$

$$arena = \left(\frac{0.32m^3}{1m^3}\right)(14.88m^3)(1.20) = 5.71 \text{ m}^3/m^3$$

$$piedra = \left(\frac{1.25m^3}{1m^3}\right)(14.88m^3)(1.15) = 21.39 \text{ m}^3/m^3$$

$$agua = \left(\frac{60lt}{1m^3}\right)(14.88m^3)\left(\frac{1m^3}{1000lt}\right)(1.30) = 1.16 \text{ m}^3/m^3$$

| <b>MATERIALES TOTALES PARA CONSTRUCCIÓN DE 0.60M<sup>3</sup> DE ACERA</b> |   |                       |
|---|---|-----------------------|
| <b>MATERIALES</b>   | <b>CANTIDAD POR 0.875 M<sup>3</sup></b> | <b>MATERIAL TOTAL</b> |
| CEMENTO   | 2.12 BOLSAS                             | 2.12 BOLSAS           |
| ARENA   | 0.336 M <sup>3</sup>                    | 0.336 M <sup>3</sup>  |
| PIEDRA  | 1.26 M <sup>3</sup>                     | 1.26 M <sup>3</sup>   |
| AGUA  | 0.068 M <sup>3</sup>                    | 0.068 M <sup>3</sup>  |

### 3. Piso de concreto

- Cantidad de obra total = 10.5m<sup>2</sup>
- Proporción de la mezcla de mampostería de piedra = 1:5
- Espesor = 0.25 cm

#### CALCULANDO VOLUMEN DE CONCRETO PARA 1M<sup>2</sup>

$$V_c = (1m * 1m) (0.25m)$$

$$\underline{V_c = 0.25 m^3 / m^2}$$

Concreto 1:5

$$cemento = \left( \frac{2.20bolsas}{1m^3} \right) (0.25m^3)(1.10) = 0.605bolsas/m^2$$

$$arena = \left( \frac{0.32m^3}{1m^3} \right) (0.25m^3)(1.20) = 0.096m^3/m^2$$

$$piedra = \left( \frac{1.25m^3}{1m^3} \right) (0.25)(1.15) = 0.359m^3/m^2$$

$$agua = \left( \frac{60lt}{1m^3} \right) (0.25m^3) \left( \frac{1m^3}{1000lt} \right) (1.30) = 0.0195m^3/m^2$$

| MATERIALES TOTALES PARA CONSTRUCCIÓN DE 10.5 M <sup>2</sup> DE PISO |  |                     |                     |
|---|--|---------------------|---------------------|
| MATERIALES  | CANTIDAD POR M <sup>2</sup>            | AREA TOTAL DE PISO  | MATERIAL TOTAL      |
| CEMENTO   | 0.605 BOLSAS                           | 10.5 M <sup>2</sup> | 6.35 BOLSAS         |
| ARENA   | 0.096 M <sup>3</sup> / M <sup>2</sup>  | 10.5 M <sup>2</sup> | 1.01 M <sup>3</sup> |
| PIEDRA  | 0.359 M <sup>3</sup> / M <sup>2</sup>  | 10.5 M <sup>2</sup> | 3.77 M <sup>3</sup> |
| AGUA  | 0.0195 M <sup>3</sup> / M <sup>2</sup> | 10.5 M <sup>2</sup> | 0.20 M <sup>3</sup> |

#### 4. Techo

##### ESTRUCTURA DE TECHO

- Cantidad de obra total = 16ml
- Polín C (4" \* 2")
- Electrodo 3/32
- Pintura Anticorrosiva
- Solvente mineral
- 1 disco esmeril para cortar hierro

$$\text{Longitud de Polin C: } 1 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ unidad}}{6 \text{ m}} = 0.17 \text{ unidades}$$

##### ELECTRODOS

Para un polín C (4" \* 2") de 6m, se necesita ½ libra de electrodos calibre 3/32".

Calculando electrodos para 1 ml

$$\frac{0.5 \text{ lb}}{6 \text{ m}} = \frac{X}{1 \text{ m}}$$

$$X = \left( \frac{0.5 \text{ lb}}{6 \text{ m}} \right) (1 \text{ m})$$

$$X = \mathbf{0.084 \text{ lb/ml}}$$

##### PINTURA ANTICORROSIVA

1 galón de pintura anticorrosiva rinde para 8 polines de 6m.

Calculando pintura para 1 ml

$$\frac{1 \text{ galon}}{48 \text{ m}} = \frac{X}{1 \text{ m}}$$

$$X = \left( \frac{1 \text{ galon}}{48 \text{ m}} \right) (1 \text{ m})$$

$$X = \mathbf{0.021 \text{ galon/ml}}$$

**SOLVENTE MINERAL PARA DILUIR PINTURA ANTICORROSIVA**

1/8 de galón de solvente rinde para 1 galón de pintura

$$\frac{0.125 \text{ galon de solvente}}{1 \text{ galon de pintura}} = \frac{X}{0.021 \text{ galon de pintura}}$$

$$X = \left( \frac{0.125 \text{ galon solvente}}{1 \text{ galon pintura}} \right) (0.021 \text{ galon pintua})$$

$$X = 0.0027 \text{ galon solvente}$$

| <b>MATERIALES TOTALES PARA COLOCACIÓN DE 15 ML DE POLIN C</b> |                        |                       |                       |
|---|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>MATERIALES</b>   | <b>CANTIDAD POR ML</b> | <b>LONGITUD TOTAL</b> | <b>MATERIAL TOTAL</b> |
| POLÍN C (4" * 2")   | 1 ML                   | 16 ML                 | 16 ML                 |
| ELECTRODOS 3/32   | 0.084 LB/ML            | 16 ML                 | 1.34 ML               |
| PINTURA ANTICORROSIVA   | 0.021 GAL/ML           | 16 ML                 | 0.34 ML               |
| SOLVENTE MINERAL  | 0.0027 GAL/ML          | 15 ML                 | 0.043 ML              |

**CUBIERTA DE TECHO**

- Cantidad de obra total = 26.60 m<sup>2</sup>
- Lamina fibrocemento calibre 60
- Capote para techo tipo Estándar
- Tramos para lamina de 5"
- Tapón para techo fibrocemento
- Pernos para lamina

AREA DE LAMINA 6'

$$\text{Area} = 1.83m \times 0.875m$$

$$\text{Area} = 1.60m^2$$

Calculo para 1m<sup>2</sup>

TRAMOS Y PERNOS

$$2 \text{ tramos por lamina} \times 0.625 \text{ laminas} = 1.25 \text{ tramos} + 10\% = 1.375 \text{ tramos/m}^2$$

$$2 \text{ pernos por lamina} \times 0.625 \text{ laminas} = 1.25 \text{ pernos} + 10\% = 1.375 \text{ pernos/m}^2$$

| <b>MATERIALES TOTALES PARA COLOCACIÓN DE 1M<sup>2</sup> DE LAMINA FIBROCEMENTO</b> |                                   |                      |                          |
|--|-----------------------------------|----------------------|--------------------------|
| <b>MATERIALES</b>  | <b>CANTIDAD POR M<sup>2</sup></b> | <b>AREA TOTAL</b>    | <b>MATERIAL TOTAL</b>    |
| LAMINA FIBROCEMENTO  | 1 M <sup>2</sup>                  | 26.60 M <sup>2</sup> | 26.60 M <sup>2</sup>     |
| TRAMOS PARA LAMINA DE 5"   | 1.375 TRAMOS/M <sup>2</sup>       | 26.60 M <sup>2</sup> | 31 TRAMOS/M <sup>2</sup> |
| PERNOS PARA LAMINA   | 1.375 PERNOS/M <sup>2</sup>       | 26.60 M <sup>2</sup> | 31 PERNOS/M <sup>2</sup> |

**5. Pozo de absorción.**

Área de pozo.

$$A = \pi r^2 / 2 = \pi (0.50 \text{ m})^2 / 2$$

$$A = 0.3925 \text{ m}^2$$

***Volumen de piedra.***

$$V = 0.3927 \text{ m}^3 \times 0.86 \text{ m}$$

$$V = 0.34 \text{ m}^3$$

***Volumen de grava.***

$$V = 0.3927 \text{ m}^2 \times 0.86 \text{ m}$$

$$V = 0.34 \text{ m}^3$$

***Volumen de arena.***

$$V = 0.3927 \text{ m}^2 \times 0.86 \text{ m}$$

$$V = 0.34 \text{ m}^3$$

***Tubo Ø 4''***

1 unidad

***Tapadera de concreto. ( $f'c=217 \text{ Kg/cm}^2$ )***

Espesor de tapadera: 0.10 metros

Diámetro de tapadera = 1.30 metros

$$\text{Área} = \pi r^2 / 2 = \pi (0.65 \text{ m})^2 / 2$$

$$\text{Área} = 0.66 \text{ m}^2$$

Volumen de tapadera

$$V = 0.66 \text{ m}^2 \times 0.10 \text{ m}$$



$$V = 0.066 \text{ m}^3$$

Mezcla 1:2:2

$$\text{Cemento: } 9.8 \text{ bolsas} \times 0.066 \times 1.10 = 0.71 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.55 \text{ m}^3 \times 0.066 \times 1.10 = 0.04 \text{ m}^3$$

$$\text{Grava: } 0.55 \times 0.066 \times 1.10 = 0.04 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 227 \text{ litros} \times 0.066 \times 1.10 = 16.48 \text{ litros}$$

***Acero.***

12 varillas  $\varnothing$  3/8'' @ 0.10 metros

$$12 \text{ varillas} \times 2 \text{ lados} \times 1.30 \text{ metros} \times 1/6 \text{ metros} \times 1 \text{ quintal}/14 \text{ varillas} = 0.37 \text{ quintales}$$

***Alambre de amarre. (No. 18)***

$$0.37 \text{ quintales} \times 10 \text{ libras/quintal} = 3.70 \text{ libras}$$

***Pared circular (No. De ladrillos).***

Profundidad (h): 0.50 metros

Diámetro externo (D): 1.30 metros

Diámetro interno (d): 1.0 metros

Dimensiones del ladrillo (0.14 m x 0.10 m x 0.30 m)

Perímetro del diámetro interno.

$$L = 2\pi r = 2\pi (0.50 \text{ metros}) = 3.1416 \text{ metros}$$

Número de ladrillos perimetrales.

$$N = \frac{\text{Perímetro del diámetro interno}}{\text{Ancho del ladrillo}} = \frac{3.1416 \text{ metros}}{0.14 \text{ metros}} = 22.44 \text{ ladrillos}$$

La profundidad (h) es de 0.50 metros y cada ladrillo tiene 0.10 metros de alto; por lo tanto, son 5 hiladas de ladrillos.

$$N = 22.44 \text{ ladrillos} \times 5 \text{ hiladas}$$

$N = 112.2$  ladrillos

***Mortero para pegar ladrillo.***

Dimensiones del ladrillo: (0.14x0.10x0.30) m

Espesor de siza: 0.01 metro

Mezcla para mortero 1:6

Cemento: 7 bolsas x 0.08064 x 1.15 = 0.65 bolsas

Arena: 12 m<sup>3</sup> x 0.08064 x 1.15 = 1.11 m<sup>3</sup>

Agua: 210 litros x 0.08064 x 1.15 = 19.97 litros.

**6. Tanque séptico.**

***Base de piedra.***

Mezcla 1:5 (cemento: arena)

Volumen

V: 3.45m x 1.30m x 0.20m

V= 0.897 m<sup>3</sup>

Piedra: 1.25m<sup>3</sup> x 0.897 x 1.10 = 1.23m<sup>3</sup>

Cemento: 2.20 bolsas x 0.897 x1.10 = 2.17 bolsas

Arena: 0.32 m<sup>3</sup> x 0.897 x 1.10 = 0.32 m<sup>3</sup>

Agua: 60 Litros x 0.897 x 1.10 = 59.20 Litros

Agua =0.0592m<sup>3</sup>

***Paredes***

Bloque (0.15 x 0.20 x0.40)

Área = (3.45m x 1.60 m x 2) + (1m x 1.60 m x 2) + (1m x 1.65 m) = 15.89 m<sup>2</sup>

Área =15.89 m<sup>2</sup> x 1.05 = 16.68 m<sup>2</sup>

Cantidad de ladrillo de bloque por metro cuadrado

$$12.5 \text{ bloques/m}^2 \text{ (10 enteros + 5 mitades)}$$

Numero de bloques enteros

$$16.68 \text{ m}^2 \times 10 \text{ ladrillos} = 167 \text{ ladrillos}$$

Numero de mitades

$$16.68 \text{ m}^2 \times 5 \text{ mitades} = 83 \text{ mitades}$$

**Mortero (1:6)**

Bloque de 0.15 x 0.20 x 0.40

$$V = (0.40\text{m} + 0.20\text{m}) (0.15\text{m}) (0.01\text{m}) \times 167 \text{ bloques}$$

$$V = 0.15 \text{ m}^3$$

Bloque de 0.15 x 0.20 x 0.20

$$V = (0.20\text{m} + 0.20\text{m}) (0.15\text{m}) (0.01\text{m}) * 83 \text{ bloques}$$

$$V = 0.05 \text{ m}^3$$

$$V \text{ total} = 0.15 \text{ m}^3 + 0.05\text{m}^3$$

$$V \text{ total} = 0.20 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento: } 0.25 \times 0.20 \times 1.10 = 0.055 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.037 \times 0.20 \times 1.10 = 0.008 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 8 \times 0.20 \times 1.10 = 1.76 \text{ litros}$$

**Llenado de huecos de bloques**

Área de bloque entero

$$A = (0.40\text{m} - 3(0.02\text{m})) (0.15\text{m} - 2(0.02\text{m}))$$

$$A = 0.0374 \text{ m}^2$$

Volumen

$$V = 0.0374 \text{ m}^2 \times 0.20\text{m} \times 167 \text{ bloques} \times 2 \text{ huecos}$$

$$V = 2.50 \text{ m}^3$$

Área de bloque mitad

$$A = (0.20\text{m} - 2(0.20\text{m})) (0.15\text{m} - 2(0.02\text{m}))$$

$$A = 0.0176 \text{ m}^2$$

Volumen

$$V = 0.0176 \text{ m}^2 \times 0.20\text{m} \times 83 \text{ bloques}$$

$$V = 0.29\text{m}^3$$

Volumen total

$$V \text{ total} = 2.50\text{m}^3 + 0.29\text{m}^3$$

$$V \text{ total} = 2.79\text{m}^3$$

Mezcla 1:2:4

$$\text{Cemento: } 7.3 \text{ bolsas} \times 2.79 \times 1.10 = 22.40 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.41\text{m}^3 \times 2.79 \times 1.10 = 1.26\text{m}^3$$

$$\text{Grava: } 0.82\text{m}^3 \times 2.79 \times 1.10 = 2.52\text{m}^3$$

$$\text{Agua: } 211 \text{ litros} \times 2.79 \times 1.10 = 647.56 \text{ litros} = 0.647\text{m}^3$$

***Elaboración de losa de concreto (fondo y parte superior)***

Espesor promedio de losa de fondo: 0.13m

Volumen

$$V = 3.45\text{m} \times 1.30\text{m} \times 0.13\text{m}$$

$$V = 0.58\text{m}^3$$

Espesor de losa superior: 0.10m

Volumen

$$V = 3.45\text{m} \times 1.30\text{m} \times 0.10\text{m}$$

$$V = 0.45\text{m}^3$$

Volumen total

$$V = 0.58\text{m}^3 + 0.45\text{m}^3$$

$$V = 1.03\text{m}^3$$

Mezcla 1:2:2

$$\text{Cemento: } 9.8 \text{ bolsas} \times 1.03 \times 1.10 = 11.10 \text{ bolsas}$$

$$\text{Arena: } 0.55 \text{ m}^3 \times 1.03 \times 1.10 = 0.62\text{m}^3$$

$$\text{Grava: } 0.55\text{m}^3 \times 1.03 \times 1.10 = 0.62\text{m}^3$$

$$\text{Agua: } 227 \text{ litros} \times 1.03 \times 1.10 = 257.19 \text{ litros} = 0.257\text{m}^3$$

***Hierro***

Ø3/8 " a cada 0.20m en ambos sentidos

$$3.45\text{m} \left( \frac{1.30\text{m}}{0.20\text{m}} + 1 \right) \times 1.10 \times 1\text{varilla}/6\text{m} \times 1\text{q}/14\text{varillas} = 0.34\text{q}$$

$$1.30\text{m} \left( \frac{13.45\text{m}}{0.20\text{m}} + 1 \right) \times 1.10 \times 1\text{varilla}/6\text{m} \times 1\text{q}/14\text{varillas} = 0.31\text{q}$$

$$\text{Total de hierro} = (0.34\text{q} + 0.31\text{q}) \times 2 \text{ losas} = 1.3 \text{ q}$$

***Alambre de amarre***

$$1.3\text{q} \times 10\text{libras}/1\text{q} = 13\text{libras}$$

| MATERIALES               | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | SUB - TOTAL        |
|--------------------------|----------|--------|-----------------|--------------------|
| BLOQUE ENTERO (15X20X40) | 167      | U      | \$ 0.57         | \$ 95.19           |
| BLOQUE MITAD (15X20X40)  | 83       | U      | \$ 0.45         | \$ 37.35           |
| BLOQUE ENTERO (10X20X40) | 525      | U      | \$ 0.48         | \$ 252.00          |
| BLOQUE MITAD (10X20X40)  | 8        | U      | \$ 0.35         | \$ 2.80            |
| ALAMBRE DE AMARRE N° 15  | 22.539   | LB     | \$ 1.00         | \$ 22.54           |
| ALAMBRE DE AMARRE N° 18  | 16.7     | 1.25   | \$ 1.25         | \$ 20.88           |
| ACERO Ø 3/8"             | 3.383    | QQ     | \$ 44.00        | \$ 148.85          |
| ACERO Ø 1/4"             | 0.6625   | QQ     | \$ 38.00        | \$ 25.18           |
| CEMENTO                  | 91.1     | BOLSAS | \$ 8.85         | \$ 806.24          |
| ARENA                    | 11.62    | M3     | \$ 25.00        | \$ 290.50          |
| GRAVA                    | 4.91     | M3     | \$ 42.00        | \$ 206.22          |
| AGUA                     | 13346.94 | LT     | \$ 0.01         | \$ 133.47          |
| PIEDRA CUARTA            | 26.73    | M3     | \$ 50.00        | \$ 1,336.50        |
| ESTRUCTURA DE TECHO      |          |        |                 | \$ 576.58          |
| CUBIERTA DE TECHO        |          |        |                 | \$ 88.13           |
| TUBO PVC Ø4"             | 1        | ML     | \$ 11.00        | \$ 11.00           |
| LADRILLO DE BARRO        | 112      | U      | \$ 0.25         | \$ 28.00           |
|                          |          |        |                 | <b>\$ 3,948.89</b> |

### **Especificaciones de almacenamiento temporal**

En aquellos casos en que se establezcan sitios de almacenamiento colectivo temporal de desechos sólidos en las edificaciones habitables, deberán cumplir, en su grado mínimo, con las siguientes especificaciones:

Todos los residuos sólidos provenientes de la limpieza de las vías públicas cunetas y arriates deberán ser colocados en un lugar determinado por la municipalidad, el cual será de fácil acceso para su recolección y no debe provocar problemas sanitarios al vecindario.

- a) Los sistemas de almacenamiento temporal deberán permitir su fácil limpieza y acceso;
- b) Los sistemas de ventilación, suministro de agua, drenaje y de control de incendios, serán los adecuados;
- c) El diseño deberá contemplar la restricción al acceso de personas no autorizadas y de animales; y
- d) Los sitios serán diseñados para facilitar la separación y la recuperación de materiales con potencial reciclable.
- e) Toda persona natural o jurídica o responsable de los sitios de acopio o transferencia, deberá realizar tratamientos sanitarios o de limpieza en dichos lugares de forma periódica, de manera que no haya proliferación de vectores y roedores u otros contaminantes que puedan dañar al ambiente y a la salud.

### **Disposiciones relativas a los contenedores**

Los contenedores para el almacenamiento temporal de desechos sólidos, deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos:

Estar adecuadamente ubicados y cubiertos; Tener adecuada capacidad para almacenar el volumen de desechos sólidos generados;

- a) Estar contruidos con materiales impermeables y con la resistencia necesaria para el uso al que están destinados;
- b) Tener un adecuado mantenimiento; y
- c) Tener la identificación relativa al uso y tipos de desechos.



**9.14 Anexo 14. Propuesta de solución para el manejo de residuos sólidos. Ruta de recolección de residuos sólidos.**



### 9.14.1 Cartilla de uso y seguridad.

#### 9.14.1.1 Uso correcto del servicio de recolección de residuos sólidos.

##### **Almacenamiento de los residuos sólidos**<sup>86</sup>

El almacenamiento de los residuos sólidos debe considerar los siguientes aspectos:

**Almacenamientos sanitarios:** los almacenamientos deben ser sanitarios para no permitir la proliferación de vectores dañinos a la salud humana.

**De bienestar:** deben ser diseñados con un fin de comodidad de traslado y estética.

El almacenamiento de los desechos sólidos puede ser realizado en recipientes normalizados, tambos o barriles, bolsas plásticas y contenedores. La elección de este depende de las características de los residuos, los cuales pueden ser: cantidad, localización del domicilio y la frecuencia de recolección. En ciertas ocasiones puede existir una combinación de estos recipientes, como por ejemplo: bolsas plásticas con contenedores. En el caso de los establecimientos comerciales con elevada generación de desechos sólidos, como: empresas, hospitales, edificios de apartamentos, barridos de calles y colonias con acceso usualmente utilizan contenedores metálicos. Los centros urbanos que generan menos desechos el tipo de almacenamientos de son las bolsas plásticas, huacales, cestos y cajas.

---

<sup>86</sup> Diseño de una metodología para la logística de recolección de desechos sólidos en los distritos 4 y 5 del municipio de san salvador, Tesis de grado, facultad de ingeniería, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2008, p. 19.

**9.14.1.2 Seguridad para la cuadrilla de recolección de residuos sólidos.**

Existe un alto riesgo al realizar el proceso de recolección por parte de la cuadrilla ya que estos realizan la fase de recolección; sin equipo de protección donde existe un contacto con agentes como: agentes corto punzantes (vidrio, aluminios, agujas, metales) que pueden producir laceraciones, heridas y golpes debido a cortadas; existiendo la posibilidad de transmisión de virus como la poliomielitis, hepatitis, salmonella, shuguela, estafilococo, espergilus, amibas, helmintiasis, tifo, fiebre recurrente, cólera, debido a que los desechos en su fuente generadora no son clasificados. Además se manipula desechos que poseen restos de animales como ratas, vacas, moscas y otros insectos.

**TITULO II: SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL<sup>87</sup>**

**Art. 4** Es obligación de la institución brindar el equipo de seguridad industrial para las diferentes áreas y actividades que se realizan, así como capacitar para mencionar la importancia, uso y cuidado del equipo de protección proporcionado.

**Art. 5** La institución debe brindar botiquín de primeros auxilios a las diferentes áreas. El botiquín de primeros auxilios debe contar como mínimo lo con los siguientes utensilios:

- ✓ Vendas elásticas
- ✓ Tela adhesive
- ✓ Abatelenguas
- ✓ Férula de cartón 15\*50 cms
- ✓ Mascarilla para respiración artificial
- ✓ Algodón

---

<sup>87</sup> Diseño de una metodología para la logística de recolección de desechos sólidos en los distritos 4 y 5 del municipio de san salvador, Tesis de grado, facultad de ingeniería, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2008, p. 195

- ✓ Alcohol 90
- ✓ Solución antiséptica
- ✓ Termómetro oral
- ✓ Tijera recta
- ✓ Caja de fácil transportación para estos materiales.

**Art. 6**

Colocar la señalización necesaria, identificando las áreas con peligro, rutas de evacuación, puntos de reunión, zonas de alto voltaje etc.42

**Art. 7**

Realizar una vez al año, un chequeo total de las instalaciones eléctricas, también realizar en un periodo no mayor de 15 días las reparaciones necesarias.

**Art. 8**

Se debe brindar un lugar higiénico para que el personal consuma sus alimentos, este lugar debe estar libre de roedores, agentes contaminantes e insectos.

**Art. 9**

Se debe contar con una brigada de incendios, donde estos sean capaces de dar indicaciones, utilizar extintores y evacuar al personal en caso de incendios.

**Art. 10**

Se debe contar con una brigada de primeros auxilios para conocer y asistir a los empleados en caso de accidentes dentro y fuera del plantel.

**Art. 11**

Realizar dos veces al año como mínimo simulaciones de evacuación, para fomentar la cultura de seguridad en los empleados en caso de catástrofes naturales e incendios.

**Art. 12**

La institución debe llevar una estadística de los accidentes y enfermedades que ocurren dentro de las distintas áreas así también identificar las causas que lo provocan y generar alternativas de solución para su eliminación.

**Art.13**

Es obligación de los empleados utilizar y cuidar el equipo de seguridad industrial proporcionado, así como reportar cualquier daño a este. Además, los empleados deben asistir, participar y realizar las actividades necesarias requeridas para la capacitación de la importancia, uso y cuidado del equipo de seguridad industrial.

**Art. 14**

Los empleados deben acatar y seguir las indicaciones necesarias tanto para las evacuaciones y simulacros

**TITULO III: DE LA SECCIÓN DE RECOLECCIÓN<sup>88</sup>**

**Art. 15**

Los empleados no deben presentarse, laborar o ejecutar sus actividades bajo la influencia de drogas o alcohol, el presentarse en dicho estado acarreará una sanción acorde el Código de Trabajo de El Salvador.

**Art. 16**

Está totalmente prohibido bromear mientras el camión se encuentra en movimiento y al realizar la labor de recolección.

---

<sup>88</sup> Diseño de una metodología para la logística de recolección de desechos sólidos en los distritos 4 y 5 del municipio de san salvador, Tesis de grado, facultad de ingeniería, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2008, p. 197.

**Art. 17**

El personal de recolección está obligada a utilizar su equipo de protección industrial, así como a su cuidado y reporte en caso de extravío o daño.

**Art. 18**

Al momento de levantar cargas mayores o iguales a 50 lb los recolectores deben doblar sus rodias hasta formar un ángulo de 90°, además debe utilizar su cinturón contra cargas.

**Art. 19**

Cuando el camión recolector se encuentre en movimientos los recolectores deben ir sujetos con las dos manos en el pasa manos del camión.

**Art. 20**

Se debe estar atento y tomar todas las precauciones necesarias al momento que el camión recolector retroceda, tenga que tomar múltiples cruces de calles y cuando este se dirija al relleno sanitario ya que puede alcanzar velocidades altas y entrar en contacto con el tránsito.

**Art. 21**

Los recolectores debe informar al motorista ante cualquier falla que se observe en la unidad de recolección, esta debe detenerse y realizar un chequeo y continuar hasta estar seguro de que no exista una falla.

**Art. 22**

Los uniformes utilizados en el proceso de recolección deben ser lavados a diario y por separado del resto de la ropa de la familia.

**Art. 23**

Al final de la recolección, los recolectores deben desinfectarse las manos y brazos con agua dosificada con lejía y jabón.

**Art. 24**

Cuando sea necesario recolectar basura en depósitos donde se acumula todo tipo de basura y esta se encuentra fuera de su recipiente, los recolectores siempre deben utilizar sus guantes de cuero para evitar heridas con objetos cortopunzantes y/o tóxicos.

**TITULO IV: DE LOS MOTORISTAS<sup>89</sup>.**

**Art. 25**

Los motoristas son los encargados de inspeccionar al inicio de la jornada el estado de la unidad de recolección, debe inspeccionarse el estado de los neumáticos, nivel de aceite, nivel del agua del radiador, nivel de la solución del pedal para cambios y en caso de existir problemas mayores es necesario que este informe al mecánico de turno.

**Art. 26**

El motorista debe respetar los sentidos de las calles, semáforos, señales y normas de tránsito para evitar o provocar accidentes.

---

<sup>89</sup> Diseño de una metodología para la logística de recolección de desechos sólidos en los distritos 4 y 5 del municipio de san salvador, Tesis de grado, facultad de ingeniería, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2008, p.198



**Art. 27**

Deben realizar un chequeo visual una vez al año para evitar accidentes debido a la falta de visibilidad por daños en los ojos.

**Art.28**

Al momento de realizar la comprensión de los desechos sólidos el conductor o motorista debe corroborar y estar totalmente seguro de que no existe ningún recolector en la tolva o cerca de esta que le pueda causar alguna lesión o la muerte.

**Art. 29**

No debe conducir la unidad recolectora en estado de ebriedad o bajo la influencia de drogas, desvelo excesivo y fatigas.

**Art.30**

El motorista debe estar capacitado para realizar las maniobras requeridas del vehículo y reconocer cuando existe alguna falla mecánica.

**Art. 31** El equipo de recolección debe contar con su inspección periódica de mantenimiento, extintor contra incendios.

**Art. 32.** Después de retornar de la jornada laboral es necesario que el motorista reporte el estado final de la unidad o cualquier falla mecánica o problema que haya sucedido durante la recolección y este debe estacionar la unidad en posición de salida para no entorpecer la fluidez de los camiones.

**Art. 33** Las unidades de recolección deben ser estacionadas en posición de salida para evitar accidentes por maniobras en espacio pequeños.

## EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL<sup>90</sup>

Cuando se encuentra un peligro, deben escatimarse esfuerzos para eliminarlo o controlarlo aplicando los recursos de la ingeniería. Cando esto no sea posible, será necesario tratar de aislar el proceso o colocar resguardos al peligro. Los equipos de protección personal deben considerarse únicamente como un último recurso. Una de las tareas, más difíciles que un supervisor o un encargado enfrente, es probablemente conseguir que su gente utilice su equipo de protección. En materia de prevención solo hay una vía, y es haciendo las cosas de forma correcta. Los buenos hábitos y las buenas costumbres, forman parte de nuestra cultura, sin embargo, no hemos nacido con ellas, alguien nos enseñó y de tal forma que se quedaron en nuestra vida. De la misma forma debe ser el usar los Equipos de protección de personal, un pleno convencimiento de que es la única forma de poder seguir adelante y llevar el sustento a quienes depende de nosotros.

Los equipos de protección pueden dividirse en la siguiente clasificación:

**Equipo de protección visual:** entre ellas se encuentran las cubres gafas, gafas con protección lateral, gafas contra químicos, gafas de minero, gafas de soldador, gafas protectoras, gafas de copa, gafas para polvo, gafas para fundidor y protección facial.

**Equipo de protección para pies y piernas:** la mayoría de calzado se encuentra reforzados con una puntera o refuerzo de acero en la punta que brinda protección al trabajador. Pero también existen calzado sin partes metálicas tal es el caso los que utilizan los electricistas. La mayoría de este tipo de calzado cuenta con una suela antideslizante.

---

<sup>90</sup> Diseño de una metodología para la logística de recolección de desechos sólidos en los distritos 4 y 5 del municipio de san salvador, Tesis de grado, facultad de ingeniería, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2008, p. 20

**Equipo de protección para la cabeza:**

En esta área puede distinguirse los cascos como reducción ó amortiguamiento del impacto ante la caída o voladura de los objetos o de chocar contra algo.

**Equipo de protección auditiva:**

Existen varios tipos de orejeras para la protección auditiva según la cantidad de decibeles que se encuentran dentro del medio de trabajo.

**Equipo de protección de dedos, palmas y manos:** entre estos podemos encontrar: guantes de asbesto, guantes de caucho, guantes de algodón, guantes de tela revestidas y guantes de malla metálica.

**Equipo de protección de seguridad para caderas, trabajos en alturas, piel del cuerpo, incendios:** aquí se encuentran los cinturones utilizados para levantar cargas con más de 50 lbs, los arneses utilizados para trabajos en alturas y los overoles de tela gruesa para personal que se encuentra en constate trabajo con objetos o sustancias que pueden lesionar. Para el caso del equipo necesario de los incendios se cuenta con lo que son extintores que no es un equipo de protección personal, pero es utilizado para erradicar la fuente del incendio. Los extintores deben de tener un mantenimiento cada 6 meses donde debe verificarse: el estado de la carga, estado del extintor y en caso de que este haya sido utilizado debe ser llenado nuevamente.

**Equipo de protección para la cuadrilla de recolección**<sup>91</sup>

El personal de recolección o la cuadrilla deberá utilizar el equipo de protección personal siempre que se encuentre dentro de sus horas laborales. El equipo obligatorio para el personal de recolección a utilizar es el siguiente:

**Guantes de cuero**, deberá utilizar guantes de cuero cada vez que realice la función de recolección de desechos sólidos.

**Botas con cubo y suela antideslizante**, este tipo de implemento será útil para evitar o reducir las lesiones por caídas de objetos pesados hacia los dedos de los pies y una suela antideslizante para evitar deslizamientos al momento de encontrarse en la parte trasera de la unidad en movimiento.

**Chalecos fluorescentes**, estos chalecos tendrán la función de que los recolectores sean fácilmente identificable tanto por el motorista de la unidad recolectora como por el resto de conductores.

**Uniformes de tela gruesa**, los uniformes cumplirán con la función de proteger a los recolectores ante cualquier cortadora o daño por medio de los desechos a recolectar. Las camisas deben manga larga para proteger la zona del antebrazo y brazo.

**Otro equipo complementario**: el equipo complementario deberá ser utilizado según la temporada ó la actividad que se desarrolle, entre estos se encuentran: gorras contra el sol, mascarillas desechables.

---

<sup>91</sup> Diseño de una metodología para la logística de recolección de desechos sólidos en los distritos 4 y 5 del municipio de san salvador, Tesis de grado, facultad de ingeniería, Universidad de El Salvador, San Salvador, 2008, p. 202.