



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Protocolo de Monografía

**“FORMULACION Y EVALUACION A NIVEL DE PERFIL DE UNA
ALTERNATIVA DE SANEAMIENTO CON SISTEMA BIODIGESTOR ROTOPLAS
PARA LA COMUNIDAD DE ICALUPE SOMOTO”.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Pedro Jose Moreira Bustamante

Tutor

Ing. Marcos Palma Cerrato

Managua, Marzo 2021

RESUMEN

El presente documento nos explica de la importancia del documento a nivel de perfil el cual es el más estructurado y con un mayor nivel de análisis del proyecto. A partir de la situación de necesidad u oportunidad que motive el proyecto deben identificarse y evaluarse preliminarmente las alternativas de solución. El perfil usa principalmente (pero no exclusivamente) información secundaria, se identifican, miden y valoran los beneficios y costos de las alternativas de solución y se determinan cuáles pueden ser viables. El perfil debe incluir análisis de demanda, oferta, aspectos técnicos, organizacionales y ambientales.

El propósito del perfil es tener un número reducido de alternativas viables que convenga estudiar con mayor profundidad en la prefactibilidad.

Como primer paso tenemos la identificación del proyecto donde determinamos el problema principal y las causas y efectos que este conlleva para poder definir los medios y fines que nos ayudaran a plantear las alternativas de solución.

Una vez definidas las alternativas que creamos den solución al problema principal procedemos a realizar los análisis de oferta y demanda que nuestras alternativas trataran de satisfacer para que el proyecto entregue el servicio requerido a todos los beneficiarios del proyecto.

Posteriormente procederemos a realizar los trabajos ingenieriles como lo es el estudio técnico de una alternativa donde describiremos los componentes y los procesos que se emplearan en la generación del servicio.

El medio ambiente es un factor muy importante que se toma en cuenta a la hora de formular y ejecutar un proyecto, por lo consiguiente en este documento se definirán aquellas acciones que por ser implícitas de las obras generan diferentes efectos sobre el ambiente, pudiendo estas ser mínimas o muy graves, así mismo, se plantearan las medidas de mitigación que reduzcan tales efectos.

Por último, la realización de una evaluación a la alternativa analizada nos dará la respuesta de que si el proyecto es viable y si conviene o no seguir invirtiendo recursos para realizar estudios de prefactibilidad.

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la sabiduría y guiarme en todo el camino para que pudiera llegar a la meta, culminar mis estudios.

A mi madre Aurora del Socorro Bustamante Murillo y a mi padre Hugo Jose Moreira Flores por ser el instrumento que dios ocupo para impulsarme a seguir adelante en los momentos más difíciles dándome su apoyo incondicional durante todo este tiempo.

A mi esposa Iden Lucero Estrada por ser apoyo y consejera para no rendirme, a mi hija Ivy Joseiden Moreira Estrada por ser la razón de querer superarme y darle ejemplo.

A todas las personas que aportaron incondicionalmente su apoyo, palabras de aliento y fe en mí hasta llegar a la meta.

AGRADECIMIENTO

A Dios, porque a pesar de que he dudado de mí él me ha demostrado que su amor brindándome sabiduría, salud y vida para culminar mi carrera.

A mi tutor Msc. Ing. Marcos Palma por su apoyo incondicional al compartir delicadamente sus conocimientos para lograr completar este documento.

A la universidad por ser un hogar que me enseñó valores y conocimientos para ser una mejor persona.

A todas aquellas personas que aportaron su grano de arena en el camino para que hoy pueda finalizar este proyecto investigativo.

INDICE

CAPITULO I: GENERALIDADES	1
1.1 INTRODUCCION.....	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 JUSTIFICACION	3
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1 Objetivo general:	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 MARCO TEORICO.....	5
1.5.1 DEFINICIÓN DE PROYECTO	5
1.5.2 FORMULACIÓN DE PROYECTO.....	6
1.5.2.1 Ciclo de un proyecto	6
1.5.2.2 Fase I: Fase de análisis o preinversión	6
1.5.2.3 Fase II: Fase de ejecución	7
1.5.2.4 Fase III: Fase de operación.....	7
1.5.3 EVALUACION DE PROYECTOS	7
1.5.3.1 Evaluación de proyectos sociales	8
1.5.3.2 Beneficios sociales	9
1.5.3.3 Costos sociales	9
1.5.3.4 Análisis de beneficio - costo	10
1.5.3.5 Análisis de costo - eficiencia.....	11
1.5.4 PRINCIPALES SISTEMAS RURALES DE SANEAMIENTO.....	12
1.5.4.1 Niveles De Servicio En Saneamiento.....	12
1.5.4.2 Opciones tecnológicas en saneamiento	13

1.5.5 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CANALIZADAS POR TUBERIAS DE DESAGUES	16
1.5.5.1 Biofiltro.....	16
1.5.5.2 Lagunas de estabilización	16
1.5.5.3 Tanque séptico	17
1.5.5.4 Biodigestor clarificador	18
1.5.5.5 Letrina de hoyo seco ventilado	20
1.5.5.6 Letrina de pozo anegado	21
1.5.5.7 Baño de arrastre hidráulico	21
1.5.5.8 Letrinas compostera	22
1.5.6 SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON BIODIGESTOR ROTOPLAS.....	24
1.5.6.1 Funcionamiento	26
1.5.6.2 Ámbito de aplicación.....	28
1.5.6.3 Comparativa de los sistemas existentes.....	28
1.5.7 EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO	29
1.5.7.1 Mantenimiento sin sistemas de recolección.....	29
1.5.7.1.1 Mantenimiento de letrinas de hoyo seco ventilado	29
1.5.7.1.2 Mantenimiento de letrinas con arrastre hidráulico.....	30
1.5.7.1.3 Mantenimiento de la letrina con separador de orina o baño ecológico.....	30
CAPÍTULO II: METODOLOGIA	31
2.1 IDENTIFICACION DEL PROYECTO	31
2.2 ESTUDIO DE MERCADO	31
2.3 ESTUDIO TECNICO	31
2.4 EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	32

2.5 ANALISIS COSTO EFECTIVIDAD	33
CAPÍTULO III: IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS	34
3.1 IMPORTANCIA DE LA ADECUADA IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	34
3.1.1 Información del área de influencia.....	34
3.1.2 Diagnóstico del servicio	35
3.2 DEFINICION DEL PROBLEMA (CAUSA Y EFECTO)	36
3.2.1 Definición del problema central	36
3.2.2 Análisis de las causas.....	36
3.2.3 Análisis de los efectos	39
3.3 DEFINICION DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO (MEDIOS Y FINES)	41
3.3.1 Definición del objetivo central.....	41
3.3.2 Análisis de los medios	41
3.3.3 Análisis De Los Fines.....	42
3.4 DEFINICION DE LA ALTERNATIVA DE SANEAMIENTO.....	44
CAPITULO IV: FORMULACION DEL PROYECTO.....	46
4.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA EN BASE A AL NIVEL DE SERVICIO	46
4.2 ANALISIS DE LA DEMANDA.....	49
4.2.1 Definición de los bienes o servicios del proyecto.....	49
4.3 ANALISIS DE LA OFERTA	51
4.4 BALANCE OFERTA – DEMANDA	52
4.5 ANALISIS TECNICO DE LAS ALTERNATIVAS	52
4.5.1 Localización del proyecto.....	52
4.5.2 Tamaño.....	53
4.5.3 Tecnología.....	54

4.6 INGENIERÍA DEL PROYECTO	56
4.6.1 Estimación de los costos de inversión del proyecto	56
4.6.2 Costo de personal	57
4.6.3 Costos de producción y mantenimiento	58
4.7 ESPECIFICACIONES AMBIENTALES GENERALES	58
4.7.1 Disposición de excretas.....	59
4.7.2 Disposición de materiales y residuos solidos	59
4.7.3 Residuos líquidos.....	59
4.7.4 Apertura de zanjas	60
4.7.5 Aguas residuales y servidas	60
4.7.6 Tala de árboles y reemplazo de estos	60
4.7.7 Potenciales impactos ambientales y medidas de mitigación	61
4.8 ANALISIS DE EMPLAZAMINETO.....	66
4.8.1 Histograma de evaluación del emplazamiento	66
4.8.2 Observaciones ambientales	69
CAPITULO V: ANALISIS COSTO EFECTIVIDA.....	70
5.1 EVALUACION COSTO EFECTIVIDAD	70
5.2 INDICADOR ECONOMICO O INDICADOR DE COSTO - EFECTIVIDAD ..	70
5.3 ANALISIS COSTO - EFECTIVIDAD	71
CONCLUSIONES.....	73
RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFÍA.....	75
ANEXOS	77

INDICE DE TABLAS Y MATRIZ

Tabla 1: Precios sociales básicos de Nicaragua	10
Tabla 2: Opción tecnológica según nivel de servicio	14
Tabla 3: Tamaño de biodigestor en función de la cantidad de personas....	25
Tabla 4: Comparativa de características de sistemas de tratamiento	28
Tabla 5: Detalles de la comunidad de influencia	35
Tabla 6: Listado de causas del problema central	37
Esquema No 1: Árbol de causas	38
Tabla 7: Listado de efectos del problema central.....	39
Esquema No 2: Árbol de efectos.....	40
Tabla 8: Listado de los medios del proyecto	41
Esquema No 3: Árbol de medios.....	42
Esquema No 4: Árbol de fines.....	43
Tabla 9: Medios y acciones	44
Tabla 10: Alternativas de solución.....	45
Tabla 11: Criterios de selección de opción tecnológica en base al nivel de servicio.....	46
Tabla 12: Soluciones de saneamiento FISE	48
Tabla 13 : Población demandante efectiva.....	49
Tabla 14: Demanda sin proyecto.....	49
Tabla 15: Proyección de la cantidad demandada	50
Tabla 16: Oferta Existente	51
Tabla 17: Oferta sin proyecto	51
Tabla 18: Oferta - Demanda	52

Tabla 19: Déficit de consumo proyectado.....	52
Tabla 20: Criterios de localización del proyecto.....	53
Tabla 21: Costos de inversión del proyecto.....	57
Tabla 22: Costos de operación.....	57
Tabla 23: Costos de mantenimiento	58
Matriz No 1: Identificación de impactos y medidas de mitigación para la opción seca (Letrina)	61
Matriz No 2: Identificación de impactos y medidas de mitigación para la opción húmeda (Biodigestor).....	63
Tabla 24: Histograma De Emplazamiento	67
Tabla 25: Indicador económico norma FISE	70
Tabla 26: Costo de opción seca	71
Tabla 27 : Costos de opción húmeda	71
Tabla 28: Relación de costo-eficiencia del proyecto.....	72

INDICE DE ECUACIONES Y FIGURAS

Ecuación No 1	10
Ecuación No 2.....	12
Figura 1: Laguna de estabilización	17
Figura 2: Tanque séptico	18
Figura 3: Biodigestor	19
Figura 4: Letrina de hoyo seco ventilado	20
Figura 5: Letrina de pozo anegado	21
Figura 6: Baño con arrastre hidráulico.....	22
Figura 7: Letrina compostera	23
Figura 8: Biodigestor Rotoplas	24
Figura 9: Esquema de funcionamiento.....	27
Ecuación No 3.....	50

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION

El acceso al agua potable y al saneamiento adecuado son los recursos más importantes de la salud pública para prevenir las enfermedades infecciosas y proteger la salud de las personas, además de ser esenciales para el desarrollo.

La falta de agua potable y de sistemas de saneamientos son los principales responsables de que muchas comunidades se vean diezmadas por las enfermedades diarreicas, que merman drásticamente su bienestar social y económico. Casi la mitad de las personas del planeta, gran parte de ellos habitantes de países en vías de desarrollo (PVD), padecen patologías asociadas a la falta de agua o a la contaminación de la misma.

Cuando se pone marcha un programa de agua y saneamiento en una comunidad, existen tres elementos importantes, relacionados entre sí, en los que debe ponerse énfasis: El primero, y de mayor importancia, es la provisión de agua potable y medios para la eliminación de excretas. Esto exige de 20 a 40 litros por persona al día (l/p/d), y que se puedan obtener a una distancia razonable de la vivienda; el segundo elemento que hay que tener en cuenta es la sostenibilidad de los proyectos a través de la implicación de la comunidad en el mantenimiento y la gestión tanto de dichos proyectos como de las infraestructuras; el tercer elemento consiste en el apoyo institucional a las comunidades, a las agencias de desarrollo y a las políticas gubernamentales a fin de crear un marco favorable para las mejoras en el suministro de agua y saneamiento.

En este documento se abordará, los factores que influyen en la formulación y evaluación de un proyecto de saneamiento y los aspectos que rigen la solución al problema. El estudio se enfoca en una alternativa de sistemas biodigestor Rotoplas y letrinas ventiladas que transporten, almacenen y traten las excretas evitando que estas sean un riesgo para la salud de las personas y la contaminación del medio ambiente.

1.2 ANTECEDENTES

La comunidad de Icalupe se encuentra ubicada a 30 km de Somoto y 94 km de la Ciudad de Estelí, es habitada aproximadamente por 235 personas las cuales provienen mayoritariamente del sur y oriente de Honduras.

El nombre de la comunidad Icalupe según sus mismos pobladores significa Cerro de los Nancites, Valle de las Nambira o bien Camino de las Canoas, de estos tres el más acertado según los mismos (pobladores) es el primero.

En esta comunidad el estado de las unidades de saneamiento se encuentran de la siguiente manera, una vivienda cuenta con inodoro para un 2%, siendo esta vivienda la única con inodoro que existe en la comunidad de Icalupe pero al realizar visita se constató y expresó el jefe de la familia que este se realizó de manera empírica sin norma técnica para hacer el sumidero, 15 viviendas no cuentan con ningún servicio sanitario para el 27% de la población y hacen sus necesidades al aire libre o en la letrina de algún vecino y 39 viviendas cuentan con letrina para un 71% cabe mencionar que estas letrinas se encuentran en mal estado o ya alcanzaron su vida útil.

Anterior al estudio realizado por el FISE donde se obtuvieron los datos de la comunidad no se han desarrollado programas ni proyectos que ayuden a resolver o mejorar la situación que atraviesa la comunidad.

1.3 JUSTIFICACION

La importancia del saneamiento sanitario es evidente ya que se reconoce el marcado efecto que tiene en la prevención de enfermedades de origen hídrico entérico, basta mencionar que ayuda a eliminar la posibilidad de transmisión de las mismas, alejando las excretas por flujo hidráulico sin exponerlo al contacto con seres humanos y animales que puedan facilitar el ciclo de propagación de las enfermedades.

Icalupe, es una pequeña comunidad localizada a 30 km, de la ciudad de Somoto, cabecera del departamento de Madriz, la condición del saneamiento en un 98% de la población es crítica. El estado físico de las infraestructuras existentes para la deposición de excretas son letrinas, totalmente deterioradas, lo cual conlleva un fuerte componente de contaminación ambiental y riesgos a la salud humana.

Debido a los factores ya mencionados, se debe justificar y dar pronta solución al problema expuesto, ante la falta de un sistema de saneamiento para cubrir las necesidades de esta localidad. Por lo que se hace necesaria la **“Formulación y evaluación a nivel de perfil de una alternativa de saneamiento con sistema biodigestor Rotoplas para la comunidad de Icalupe, Somoto”** con el fin de que este estudio mejorará la calidad de vida de los habitantes al proporcionarles un servicio óptimo para el manejo y eliminación de las excretas.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general:

Formular y evaluar a nivel de perfil la alternativa de saneamiento con sistema biodigestor Rotoplas para la comunidad de Icalupe Somoto, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los habitantes al evitar el contacto con los desechos sólidos.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Realizar una correcta identificación del proyecto que conlleve a una alternativa de solución viable.
- Determinar la oferta-demanda sin proyecto y la oferta-demanda con proyecto.
- Elaborar un análisis técnico del sistema biodigestor Rotoplas estimando el tamaño y la tecnología a implementar para la producción del servicio.
- Realizar una evaluación de costo-efectividad para la alternativa planteada.

1.5 MARCO TEORICO

1.5.1 DEFINICIÓN DE PROYECTO

El Proyecto es “una iniciativa de inversión que implica la decisión sobre el uso de recursos para mantener o aumentar la producción física de bienes y servicios, concretizada en una obra física y en la adquisición de equipamiento. Es decir, el proyecto contribuye efectivamente a la formación bruta de capital. Presupuestariamente, su ejecución se financia con gasto de capital -inversiones- y su operación -funcionamiento- con gasto corriente”.

La definición de proyecto en Nicaragua es la que se refiere a la formación de capital, y es aplicable a los proyectos de infraestructura productiva y social. La construcción de un establecimiento escolar o de un centro de salud, la rehabilitación de un tramo de camino, el equipamiento del área de imagenología de un hospital de tercer nivel de resolución, o la construcción de una pequeña central hidroeléctrica (PCH), la ampliación de un puerto, son algunos ejemplos de proyectos de inversión¹.

Los proyectos de desarrollo deben ser rigurosos y sistemáticos y deben estar soportados por una propuesta conceptual y metodológica.

Haciendo referencia a los proyectos de desarrollo a través de su formulación, ejecución, gestión y evaluación se da respuesta a la realidad en que se encuentran insertas las comunidades. El proyecto es considerado como “un plan de trabajo con carácter de propuesta que concreta los elementos necesarios para conseguir unos objetivos deseables, su misión es la de prever, orientar y preparar bien el camino de lo que se va a hacer para el desarrollo del mismo.” Esto implica que los proyectos son procesos de planeación que permiten anticipar coordinadamente las acciones que se van a realizar para lograr los fines o metas propuestos. Los proyectos por tanto tienen una intencionalidad, posibilitan el reconocimiento de un contexto propio y particular de la realidad e indica una serie de técnicas, instrumentos, recursos y tiempos indispensables

¹ SNIP - NICARAGUA

para su buen desarrollo. Además, se debe reconocer su sistematicidad, rigurosidad y dinamicidad con relación a la situación problema.

Los proyectos se pueden clasificar en: Proyectos económicos o productivos (buscan rentabilidad económica), de infraestructura (Tienen que ver con construcciones físicas necesarias), ambientales (Protección, mantenimiento y recuperación de los recursos naturales y las relaciones que se establecen con los seres humanos, entre éstos y el entorno), y sociales (Implementación de procesos que generen cambios en las condiciones sociales del hombre y la sociedad).

1.5.2 FORMULACIÓN DE PROYECTO

La formulación de proyectos es el procedimiento a seguir para recopilar toda la información de un sistema o conjunto de actividades orientadas a perseguir un objetivo concreto.

Para seleccionar y utilizar la información antes hemos tenido que superar una fase de investigación y análisis. Y previamente habremos identificado el propósito y la razón de la ejecución del proyecto.

1.5.2.1 Ciclo de un proyecto

El ciclo de proyectos se entiende como las fases de preinversión, gestión de financiamiento, inversión y operación que sigue un proyecto, desde su inicio hasta su cierre.

1.5.2.2 Fase I: Fase de análisis o preinversión

La primera fase consiste en conocer la situación actual, identificar conceptos claves actuales, identificar como estamos al inicio del proceso; la segunda y tercera fase es el resultado de esta.

En la fase de preinversión un proyecto se encuentra en estudio, es precisamente el momento en que se invierte en formular y evaluar el proyecto. El propósito de los estudios es reducir el nivel de incertidumbre en torno a la decisión de

inversión, es decir, responder a la pregunta ¿conviene o no conviene el proyecto? con mayor nivel de certeza.

1.5.2.3 Fase II: Fase de ejecución

También llamada fase de inversión, porque comprende todas las gestiones previas a la ejecución del proyecto que garantizan su carácter legal. Su duración depende de la magnitud y complejidad del proyecto, su producto material es la construcción de todas las obras físicas que el proyecto requiera, así como la adquisición y montaje de la maquinaria, instalaciones y equipos necesarios, personal necesario para el proyecto.

La fase de inversión incluye todas las acciones encaminadas a concretizar el proyecto, a partir de los aspectos contenidos en los estudios realizados en la fase de preinversión. Si es requerido se realizan los diseños finales de ingeniería, los planos definitivos y se actualizan costos, con variaciones mínimas. En definitiva, en la fase de inversión se deja todo puesto a punto para que el proyecto inicie su operación.

1.5.2.4 Fase III: Fase de operación

La fase de operación es la puesta en marcha del proyecto, en esta fase se obtienen los beneficios o se satisfacen las necesidades que motivaron el proyecto. Es la fase final, definitiva, cuya duración depende del tipo de proyecto. La duración de esta fase se conoce con el nombre de vida útil del proyecto.

1.5.3 EVALUACION DE PROYECTOS

La evaluación es un proceso de estimación, valorización y revisión detallada de los logros, a partir de los objetivos propuestos. Permite organizar de manera sistemáticas las actividades, consolidar la participación de los involucrados, y reflexionar acerca de la necesidad de efectuar cambios, para tomar decisiones, que conduzcan a la mejora y posterior concreción del mismo.

La formulación y la evaluación son dos procesos interdependientes, en el que uno sirve de marco de referencia para el otro. Existen dos tipos de evaluación según el momento en que se realiza y los objetivos trazados:

1. La evaluación Ex-ante: Se realiza antes de la operación. Tiene como objetivo, estimar los costos, el impacto, alcances de los objetivos, viabilidad y factibilidad del proyecto, en definitiva, diagnosticar el contexto.
2. La evaluación Ex-post: Se lleva a cabo en la etapa de ejecución y finalización del proyecto. Tiene como objetivo decidir si se debe continuar con el proceso, establecer formulaciones similares, orientar el proceso, adaptar y cambiar condiciones y reprogramar.

1.5.3.1 Evaluación de proyectos sociales

La evaluación social o socioeconómica pretende determinar si al país, departamento, municipio o comunidad le conviene un proyecto. Se identifican, miden y valoran los beneficios y costos que perciben todos los habitantes del país debido al proyecto. El proyecto puede ser ejecutado por una empresa privada o por el sector público, bien puede ser una carretera o una escuela, y ambos tendrán beneficios y costos sociales. Sin embargo, generalmente se evalúan socialmente los proyectos de carácter público. En resumen, la evaluación social trata de determinar si aumenta o no el bienestar del país debido al proyecto².

Es importante establecer que en la evaluación social se determinan los beneficios y costos del proyecto para la comunidad, como un todo, sin tener en cuenta a quiénes se beneficia o a quiénes se perjudica, dentro de esa comunidad.

En resumen, las principales diferencias entre la evaluación privada y social consisten en que el beneficio y costo social no tiene el mismo significado que el beneficio y costo privado, en la evaluación privada los beneficios típicamente se

² Metodología general para la preparación y evaluación de proyectos de inversión pública

refieren a ingresos por venta, el precio social de un bien o servicio producido por el proyecto es distinto del privado, por las imperfecciones del mercado y demás distorsiones; las externalidades o efectos secundarios del proyecto pueden afectar a la sociedad, aunque no necesariamente al inversionista privado la tasa de descuento de los beneficios y costos sociales es distinta, la tasa social de descuento (TSD o r^*) representa el costo de oportunidad para el país del uso de los fondos públicos, y la tasa de descuento del privado puede ser su costo de capital o costo de oportunidad de uso de sus fondos privados.

1.5.3.2 Beneficios sociales

Los beneficios sociales de un proyecto para el país están dados por el valor que tienen para la comunidad los bienes y servicios que entregará el proyecto, esto es, que estarán disponibles debido al proyecto adicionales o nuevos. De lo expuesto, queda claro como el proceso de determinar los beneficios sociales implica encontrar cambios en los excedentes de los consumidores, o más precisamente de los usuarios del proyecto.

Los beneficios sociales deben estimarse para cada año del horizonte de evaluación del proyecto. Como ha podido verse, la cuantía de los beneficios variará en función de la oferta del proyecto, y del beneficio marginal obtenido por cada unidad ofrecida por el proyecto, en rigor, se requieren cuatro valores o dos pares precio-cantidad, 'sin proyecto' y 'con proyecto'.

1.5.3.3 Costos sociales

Los costos sociales están referidos al valor económico de los recursos que se emplean en la producción de los bienes y servicios generados/entregados por el proyecto, esto es diferente de la evaluación privada, en la que interesa conocer los egresos monetarios.

Tabla 1: Precios sociales básicos de Nicaragua

RECURSO, FACTOR DE CORRECCIÓN O PRECIO SOCIAL
Mano de obra calificada (MOC) 0.82
Mano de obra no calificada (MOSC) 0.54
Divisa 1.015
Capital (Tasa Social de Descuento) 8%

Fuente: Metodología General De Formulación Nicaragua

La evaluación o análisis de conveniencia del proyecto puede realizarse siguiendo uno de los dos enfoques: análisis beneficio-costos o análisis costo-efectividad.

1.5.3.4 Análisis de beneficio - costo

El análisis beneficio-costos tiene el fin de determinar la rentabilidad social del proyecto, a partir de la comparación de los beneficios sociales y costos sociales del proyecto. Una vez identificados, medidos y valorados los beneficios y costos, se organizan en un flujo y se determina el Valor Actual Neto (VAN), descontándose los flujos con la TSD, que para Nicaragua es el 8%. Para cada una de las alternativas de solución identificadas en el capítulo de Identificación del Proyecto, y luego formuladas, se deberá estimar el VAN, debiéndose elegir aquella mayor, dado que las alternativas son mutuamente excluyentes. La siguiente expresión sintetiza el cálculo del VAN.

Ecuación No 1:

$$VAN (r^*) = - \sum_{t=0}^k \frac{I_t}{(1 + r^*)^t} + \sum_{t=k+1}^{k+n} \frac{(B - C)_t}{(1 + r^*)^t}$$

Donde:

- r^* : Tasa Social de Descuento
- I_t : Inversión en el periodo 't', supone que la inversión dura 'k' periodos, $t=0$
- B_t : Beneficio social en el periodo t
- C_t : Costo social en el periodo t
- n: Horizonte de evaluación

1.5.3.5 Análisis de costo - eficiencia

El análisis costo-efectividad consiste en determinar la alternativa más económica para el logro de un determinado objetivo o indicador (meta) del proyecto. Comúnmente, el indicador se asocia al resultado principal del proyecto, y no al impacto debido a la complejidad de la medición del impacto. Por ejemplo, la construcción de una casa materna puede tener como fin último o impacto la reducción de la tasa de mortalidad materna, pero predecir dicha reducción ex ante puede ser una labor compleja y costosa, de ahí que sea más conveniente establecer como indicador de efectividad el número de controles al sexto mes de embarazo en un año.

El Análisis Costo Eficiencia (ACE) es un método muy práctico que se aplica para la evaluación y comparación de alternativas en proyectos pequeños y medianos, donde no es necesario darle valor a los beneficios directos e indirectos generados por el proyecto. Se aplica en los llamados bienes o servicios “meritorios” que son aquellos cuya bondad de hecho es aceptada sin discusión por la sociedad, como se mencionó al comienzo, en la Tipología de Proyectos.

El ACE lo podemos utilizar para comparar las diferentes alternativas y tomar decisiones de conveniencia en relación con el objetivo planteado (asociado a un problema) y procurando la mejor eficiencia económica posible en la asignación de los recursos, puesto que si el nivel de satisfacción de un conjunto preseleccionado de alternativas es similar (en naturaleza, intensidad y calidad), debe esperarse que la más conveniente económica y socialmente sea la que represente el menor costo por unidad de beneficio cubierta.

El Análisis Costo Eficiencia estima en unidades monetarias lo que cuesta, para cada alternativa, entregar cada unidad de producto o de beneficio. De esta forma, en condiciones similares de calidad, se dará prioridad a la alternativa con menor costo unitario.

El cálculo del indicador de costo-efectividad requiere:

1. Construir los flujos de costos de cada una de las alternativas de solución
2. Establecer el indicador y determinar la meta de efectividad

Luego se calcula el valor actual de costos sociales (VACS) y se divide por el valor actual de los valores del indicador de efectividad (VAi), a fin de encontrar el Indicador costo-efectividad [I(C/E)].

Ecuación No 2:

$$I \left(\frac{C}{E} \right) = \frac{VACS}{VAi} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r^*)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{i_t}{(1+r^*)^t}}$$

Donde:

- r^* : Tasa Social de Descuento
- C_t : Costo social en el periodo 't'
- i_t : Meta del indicador en el periodo 't'

El análisis de costo-efectividad está recomendado en general para aquellos proyectos en que la valoración de los beneficios es compleja, o cuando se plantean alternativas que tienen beneficios equiparables (comparables), y sólo se dispone (o se puede formular) de los costos. Los proyectos de educación, salud, protección social (centros de desarrollo infantil, por ejemplo), de saneamiento, es recomendable analizarlos con criterios de costo-efectividad.

1.5.4 PRINCIPALES SISTEMAS RURALES DE SANEAMIENTO

1.5.4.1 Niveles De Servicio En Saneamiento

Los niveles de servicio en saneamiento se refieren a las necesidades atendidas por el sistema implantado para la evacuación o disposición final de excretas y de aguas residuales.

Pueden ser a nivel unifamiliar y multifamiliar.

1.5.4.2 Opciones tecnológicas en saneamiento

Opción tecnológica en saneamiento comprende la solución de ingeniería que se ajusta a las características físicas locales y a las condiciones socio-económicas de la comunidad. Permiten seleccionar la manera óptima de dotar servicios de calidad de saneamiento a un costo compatible con la realidad local.

Las opciones tecnológicas en saneamiento están divididas en dos grupos:

- Soluciones con recolección por red de tuberías con arrastre hidráulico.
- Soluciones sin red de recolección (disposición in situ) con o sin arrastre hidráulico.

En el cuadro siguiente se muestra la correspondencia entre las opciones tecnológicas en saneamiento y sus niveles de servicio.

Tabla 2: Opción tecnológica según nivel de servicio

OPCIÓN TECNOLÓGICA		NIVEL DE SERVICIO	
CON SISTEMA DE RECOLECCIÓN EN RED DE TUBERÍAS	Alcantarillado convencional	Multifamiliar	Disposición de excretas y de aguas residuales
	Alcantarillado condominiales		
	Alcantarillado de pequeño diámetro		
SIN SISTEMA DE RECOLECCIÓN EN RED DE TUBERÍAS	Unidad sanitaria con pozo séptico	Unifamiliar	
	Unidad sanitaria con biodigestor		
	Letrina de hoyo seco ventilado	Unifamiliar	Disposición de excretas
	Letrina de pozo anegado		
	Letrina de cierre hidráulico		
	Letrina Compostera o baño ecológico		

Fuente: Saneamiento rural y salud. Guía para acciones a nivel local. Rosario Castro, Rubén Pérez

La selección de una u otra opción tecnológica debe considerar los siguientes factores:

- Tamaño de la comunidad.
- Dispersión de las viviendas.
- Disponibilidad de agua.
- Recursos disponibles.
- Capacidad de los beneficiarios para la operación y mantenimiento.

Una recomendación sobre las opciones técnicas, es la siguiente:

- En poblaciones menores a 100 familias (450 personas) no se usa alcantarillado. Solo deben considerarse sistemas de recolección sin uso de red de tuberías.
- En centros poblados entre 100 y 200 familias puede usarse alcantarillado sólo con pozos sépticos y percolador.
- En centros poblados de 200 a 400 familias se acepta usar alcantarillado con tanques sépticos o con lagunas facultativas, según las condiciones locales.
- En poblaciones mayores a 400 familias se acepta el alcantarillado con lagunas facultativas o tanque Imhoff.

En cualquier caso, para que se plantee alcantarillado debe contarse con conexión domiciliar de agua y, si no lo existen, debe tenerse compromisos formales de los beneficiarios de adquirir instalaciones intradomiciliarias (baños o tuberías), asistencia técnica para su instalación y/o sistemas de financiamiento, asimismo, de ser necesario, debe considerarse un tratamiento focalizado de subvención para familias en extrema pobreza (los casos sociales).

1.5.5 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CANALIZADAS POR TUBERIAS DE DESAGUES

1.5.5.1 Biofiltro

El biofiltro es un humedal artificial de flujo superficial o subterráneo sembrando con plantas de pantano en la superficie del lecho filtrante, por donde las aguas residuales pre tratadas fluyen en forma horizontal o vertical.

Durante su paso a través de las diferentes zonas del lecho filtrante, el agua residual es depurada por la acción de microorganismos que se adhieren a la superficie y por otros procesos físicos como la filtración y la sedimentación. Usualmente, los biofiltro son utilizados para poblaciones hasta de 10,000 habitantes; Es utilizado después de un tratamiento primario (tanque séptico, Imhoff).

Por el desarrollo de las urbes surge la necesidad de deshacerse de las aguas residuales. El método de tratamiento iniciado en la década de los 50 fue el de lagunas de estabilización. Otros métodos son la letrina, tanque séptico, filtros de arena. Estos tienen aguas superficiales y edificaciones; además, periódicamente deben trabajarse para recuperar su capacidad filtrante.

El biofiltro fue iniciado en Nicaragua en 1996 y se ha visto que es una tecnología atractiva para países en desarrollo.

1.5.5.2 Lagunas de estabilización

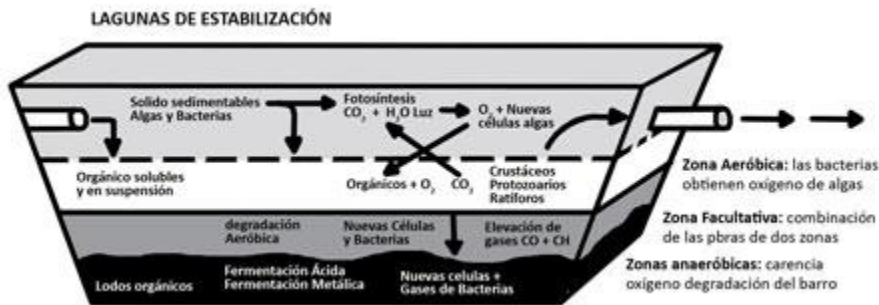
Las lagunas de estabilización son el proceso de tratamiento de desagües más comúnmente utilizado para pequeñas comunidades, en la Región Latinoamericana y del Caribe.

Es un proceso de estabilización natural, que consiste en mantener el desagüe en las lagunas por un período de retención suficientemente elevado hasta lograr la estabilización de la materia orgánica, a través de la simbiosis entre las algas, productoras de oxígeno y las bacterias que lo utilizan para metabolizar la materia

orgánica produciendo CO_2 , que a su vez lo consumen las algas. Un sistema de lagunas de estabilización opera bajo condiciones totalmente naturales.

A pesar de su simplicidad, las lagunas de estabilización requieren un mínimo de operación y mantenimiento. Para garantizar el buen funcionamiento, es necesario remover la materia flotante (grasas y desechos) de las lagunas facultativas, retirar las malezas que crezcan en los taludes y eliminar la vegetación en el interior de los estanques. En casos de sobrecarga y mal funcionamiento, es necesario desviar el desagüe de la laguna hasta su recuperación. En cuanto al mantenimiento, los lodos acumulados en el fondo de las lagunas deben ser removidos periódicamente. La limpieza se efectúa retirando la laguna de operación, drenando su contenido y secando el lodo antes de su remoción. Durante estos períodos, el desagüe debe ser desviado a otra unidad.

Figura 1: Laguna de estabilización



Fuente: <http://ingenieroambiental2015.blogspot.com/2017/11/construccion-de-la-laguna-de-oxidacion.html>

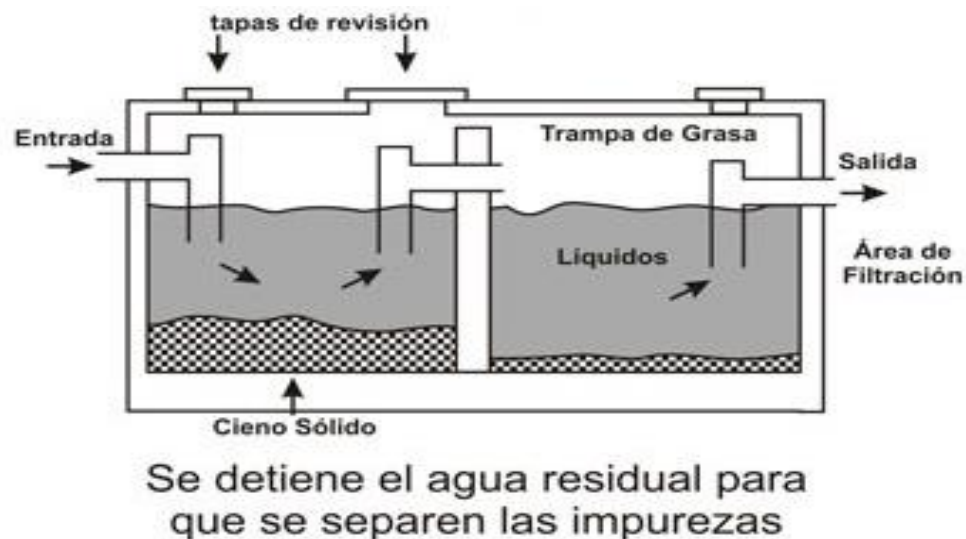
1.5.5.3 Tanque séptico

El sistema es adecuado para viviendas con conexiones domiciliarias de agua y cuando el suelo es permeable y no sujeto a inundaciones para recibir los efluentes o aguas residuales. Las aguas residuales están compuestas por las aguas grises y las aguas negras.

Las unidades sanitarias están conformadas por duchas, lavaderos e inodoro. Cuando se instalan esas unidades, las aguas residuales generadas deben ser tratadas antes de la disposición al ambiente. El tratamiento de las aguas residuales puede ser en pozos sépticos para unidades unifamiliares o multifamiliares; y la disposición final de los efluentes ya tratados, puede realizarse en zanjas de infiltración o pozos absorbentes.

Los pozos sépticos quitan materia sólida por decantación, al detener agua residual en el tanque, lo que permite que se decanten los sedimentos y que flote la capa de impurezas. Para que se decanten los sedimentos y que flote la capa de impurezas. Para que esta operación ocurra, el agua residual debe detenerse en el tanque un mínimo de 24 horas.

Figura 2: Tanque séptico



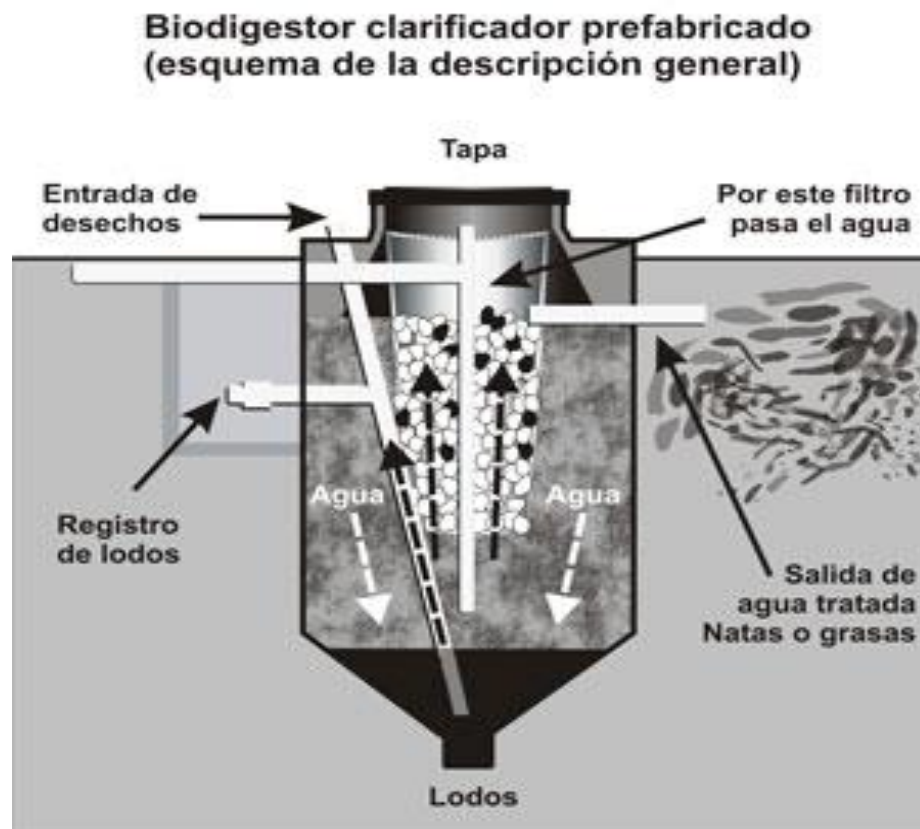
Fuente: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Sanemiento-Capitulo4.pdf>

1.5.5.4 Biodigestor clarificador

Este sistema es una variante de los pozos sépticos que considera la construcción de un módulo sanitario, con un biodigestor prefabricado y zanja de infiltración para el tratamiento de las aguas residuales producidas.

Las aguas residuales generadas son conducidas a un biodigestor con capacidad de 600 litros y posteriormente transferidas a una zanja de infiltración. El biodigestor es un equipo de tratamiento de aguas residuales, Autolimpiable, que no necesita instrumentos para la extracción de lodos sino solo abrir una válvula para extraerlos cada 18 a 24 meses. Las aguas residuales tratadas en el biodigestor van a zanjas de infiltración, pozos absorbentes o se pueden reusar para pequeños sembríos.

Figura 3: Biodigestor



Fuente: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Sanemiento-Capitulo4.pdf>

1.5.5 Letrina de hoyo seco ventilado

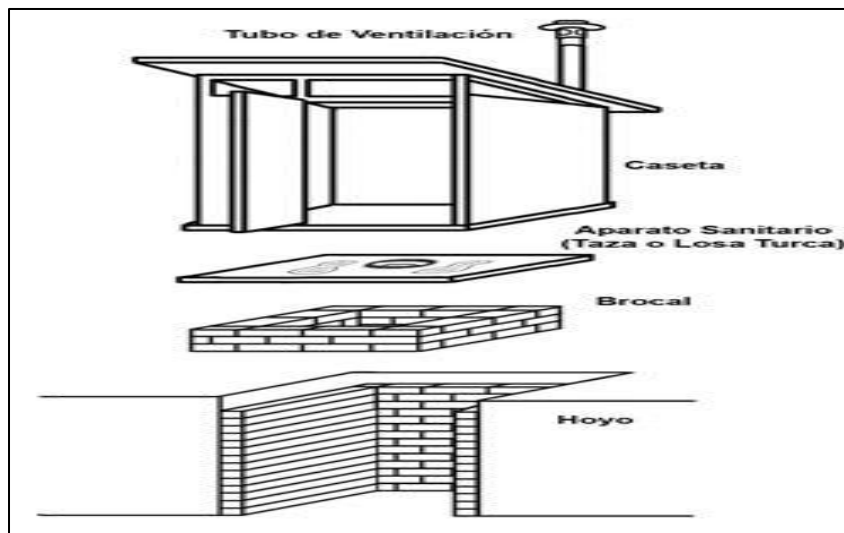
Consiste en un hoyo excavado para la acumulación de las heces, cubierto con una losa sanitaria. Todo el conjunto está protegido por una caseta.

La función de la losa es aislar el pozo y también soportar la caseta, el tubo de ventilación y el usuario. Generalmente está fabricada en hormigón armado. Su dimensión usual es de 1 m². La losa cuenta con dos orificios, uno para la disposición de las excretas y otro donde se inserta un tubo de ventilación.

Deben ser instaladas en zonas libres de inundación, manteniéndose una distancia mínima de las fuentes de agua.

El tamaño del pozo dependerá de la vida útil prevista para la letrina. Cuando el pozo se encuentre lleno hasta aproximadamente 75 % de su profundidad, será necesario cavar otro hoyo, trasladándose la losa, la caseta y el tubo de ventilación. A las excretas acumuladas en el primer foso se les adiciona cal y se tapan con tierra; posteriormente pueden ser utilizadas como abono, luego de un período de digestión de aproximadamente un año.

Figura 4: Letrina de hoyo seco ventilado



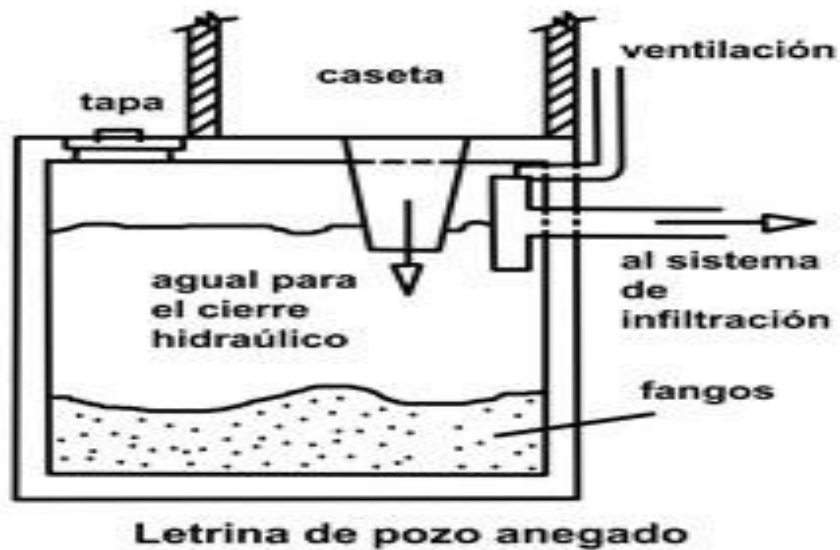
Fuente: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Sanemiento-Capitulo4.pdf>

1.5.5.6 Letrina de pozo anegado

En esta unidad, las excretas son conducidas por un ducto de defecación directamente a un tanque lleno de agua, donde se procesa la digestión húmeda.

El extremo del ducto debe estar inmerso en el agua de 10 a 15 cm., formando un cierre hidráulico para evitar la proliferación de olores. El arrastre de las heces se realiza con ayuda de agua, que también sirve para mantener el nivel dentro del tanque. Un tubo de rebose conduce el líquido excedente a un pozo o zanja de percolación. Periódicamente, los sólidos acumulados en el tanque deben ser removidos y adecuadamente dispuestos.

Figura 5: Letrina de pozo anegado



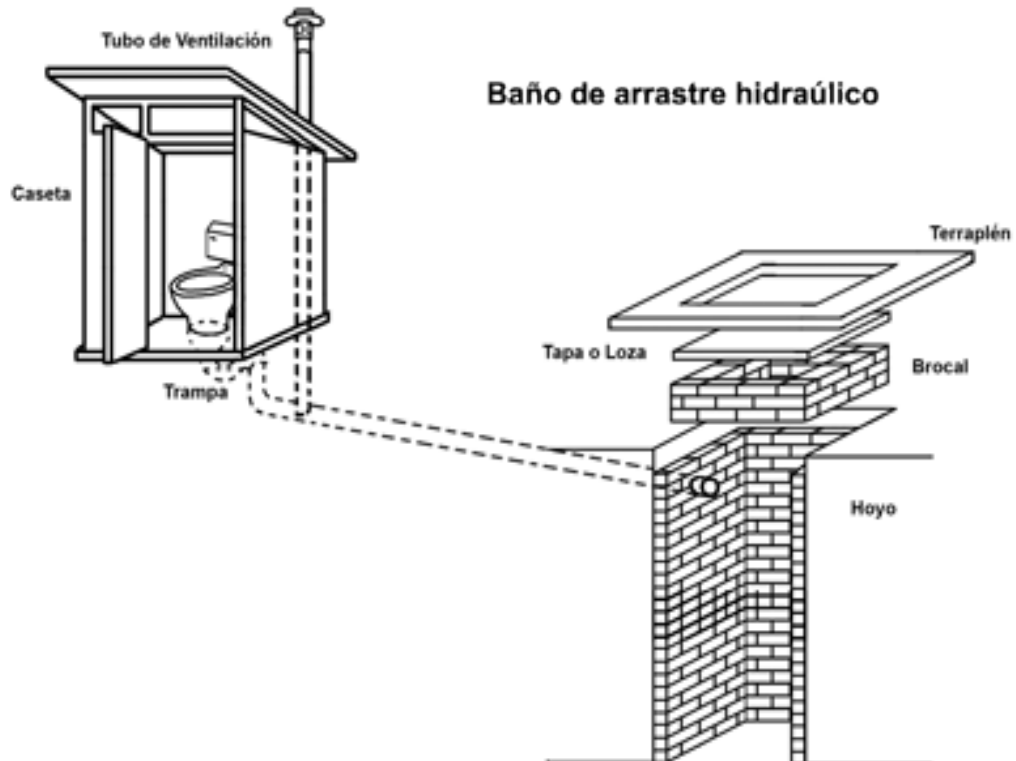
Fuente: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Sanemiento-Capitulo4.pdf>

1.5.5.7 Baño de arrastre hidráulico

El baño de arrastre hidráulico es similar a la anterior, con la diferencia que la losa cuenta con un aparato sanitario dotado de un sifón. El pozo de digestión puede estar desplazado con relación a la caseta, conectándose los dos a través de un tubo.

En este caso la taza puede estar apoyada directamente en el suelo y ubicada en el interior de la vivienda. La cantidad de agua necesaria para el arrastre de las heces depende del tipo de tubo y de la ubicación del tanque, variando entre uno y tres litros como mínimo.

Figura 6: Baño con arrastre hidráulico



Fuente: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Sanemiento-Capitulo4.pdf>

1.5.5.8 Letrinas compostera

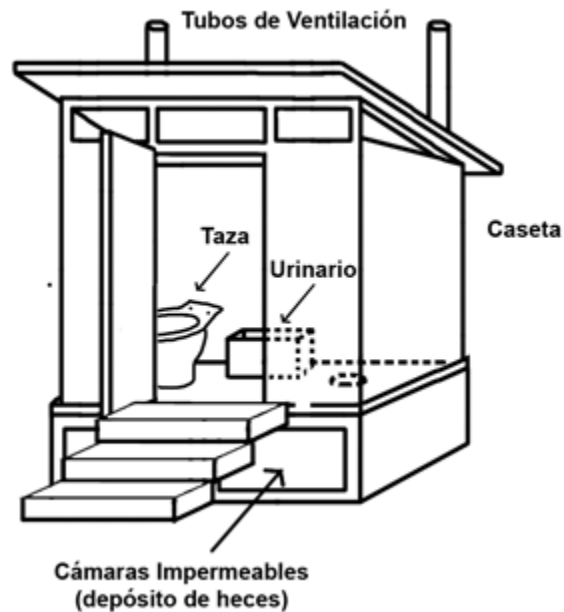
Esta letrina, también llamada en otros lugares Baño Ecológico, está formada por una taza y dos cámaras.

La taza debe permitir separar la orina de las heces, para minimizar el contenido de humedad y facilitar el deshidratado de las heces. La orina es recolectada aparte, para ser utilizada como fertilizante.

Las dos cámaras son impermeables e independientes. Cada cámara tiene volumen de 1 m³ aproximadamente. Ahí se depositarán solo las heces, utilizándose una cámara a la vez. Se adiciona cal, cenizas o tierra, luego de cada uso, para promover el secado y minimizar los olores.

Cuando la primera cámara esté llena a aproximadamente dos tercios de su capacidad, debe ser completada con tierra, pasándose a utilizar la segunda cámara. El contenido de la primera cámara podrá ser utilizado como abono, luego de 6 meses a un año, tiempo requerido para su estabilización.

Figura 7: Letrina compostera



Fuente: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Sanemiento-Capitulo4.pdf>

1.5.6 SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON BIODIGESTOR ROTOPLAS

Figura 8: Biodigestor Rotoplas



Fuente: https://rotoplas.com.mx/wpcontent/uploads/2018/06/ficha_biodigestor.pdf

El diseño del Biodigestor Rotoplas, permite resolver necesidades de saneamiento a través de diferentes capacidades de caudal, respondiendo a los requerimientos de las diferentes obras. Incorpora la estructura de doble pared, la pared interior con su construcción esponjosa le otorga mayor resistencia y aislación térmica, la pared exterior otorga una perfecta terminación lisa, esta pared contiene aditivos para evitar el envejecimiento al estar a la intemperie. El sistema completo se compone de tanque séptico con fondo cónico, cámara de contención de lodos estabilizados, sistema de extracción de lodos y filtro de esferas Biolam.

Cámara de extracción de lodos:

La cámara de extracción de lodos estabilizados se debe realizar en obra de manera tradicional o con anillos pre moldeados de hormigón pretensado o plásticos, el fondo de la cámara no debe tener ningún tipo de aislación.

Campos de infiltración:

El Campo de Infiltración, completa el sistema de tratamiento Rotoplas, infiltrando el efluente tratado. Permitiendo que el suelo termine con el tratamiento.

Componentes:

- Entrada de efluente PVC 110 mm.
- Esferas Biolam (material reciclado).
- Salida de afluente tratado PVC de 50 mm.
- Válvula de extracción de lodos 2".
- Acceso para desobstrucción PVC 63 mm.
- Tapa clic.
- Cámara de extracción de lodos.

Dependiendo de la cantidad de habitantes de la vivienda y del diseño de la instalación, se podrá decir el tamaño del biodigestor a colocar, para viviendas unifamiliares se considera 2 habitantes por dormitorio volcando aguas negras, o aguas negras y grises.

Tabla 3: Tamaño de biodigestor en función de la cantidad de personas

TIPO DE USUARIO	APORTE CDP	CAPACIDADES	600 L	1300 L	3000 L
Zona rural	130 L	Solo aguas negras	5 personas	10 personas	25 personas
Zona urbana	260 L	Aguas negras y jabonosas	2 personas	5 personas	10 personas
Oficina	30 L	Oficinas	20 personas	43 personas	100 personas

Fuente: https://rotoplas.com.mx/wpcontent/uploads/2018/06/ficha_biodigestor.pdf

Ventajas y beneficios:

Para el consumidor final:

- Mayor eficiencia que una fosa séptica convencional.
- Autolimpiable y de mantenimiento económico ya que solo necesita abrir una llave.
- Hermético, construido en una sola pieza, sin filtraciones.
- No contamina mantos freáticos. No contamina el medio ambiente.

Para el instalador:

- Liviano y fácil de instalar.
- Con todos sus accesorios incluidos.
- No se agrieta ni fisura.
- Fabricado con polietileno de alta tecnología que asegura una duración de más de 35 años.

1.5.6.1 Funcionamiento

La depuración de aguas residuales domesticas se realiza en tres etapas sucesivas.

Primera etapa: Biodigestor Rotoplas, retiene y digiere el material orgánico, los sólidos.

El biodigestor Rotoplas es un tanque hermético que funciona siempre lleno, por rebalse, a medida que entra agua residual desde la casa, una cantidad igual sale por el otro extremo.

Segunda etapa: Campo de infiltración.

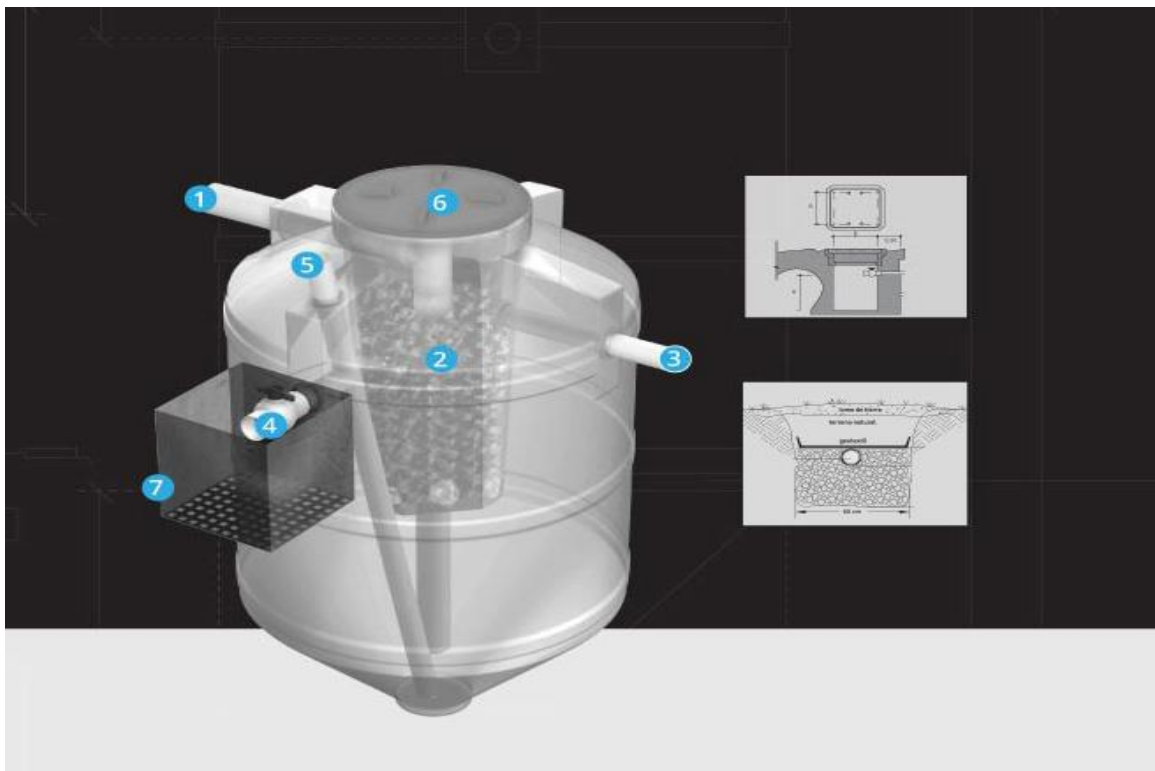
Distribuye los líquidos en un área determinada del suelo.

El agua residual que sale del biodigestor enterrado en el terreno a través del campo de infiltración por las cañerías con las micro perforaciones ubicadas en sus paredes.

Tercera etapa: El suelo, por debajo del campo de infiltración que filtra y completa la depuración del agua.

El suelo funciona como un filtro que retiene y elimina partículas muy finas. La flora bacteriana que crece sobre las partículas de tierra, absorbe y se alimenta de las sustancias disueltas en el agua. Después de atravesar 1.2 m de suelo, el tratamiento de agua residual se ha completado y se incorpora purificada al agua subterránea. Este proceso es mucho más eficiente si se hace con oxígeno. Por lo tanto, es de suma importancia que el suelo donde se colocan los campos de infiltración, no esté inundado ni saturado de agua.

Figura 9: Esquema de funcionamiento



Fuente: <https://www.rotoplas.com.ar/biodigestores/>

El agua entra por el tubo hasta la parte inferior del tanque, donde se concentra el lodo orgánico que produce la principal digestión anaeróbica (descomposición de materia orgánica en ausencia de aire). Luego, el líquido con residuos sube, pasa

por el filtro donde las bacterias fijadas en las esferas Biolam se encargan de complementar el tratamiento y filtrado de efluentes, que saldrán por el tubo hacia el pozo absorbente, campos de infiltración, campo de infiltración o humedad artificial. Las grasas suben a la superficie entre el filtro y el tanque, donde las bacterias las descomponen transformándolas en gas, líquido o lodo espeso, que desciende al fondo. La materia orgánica que escapa es consumida por las bacterias fijadas en los aros de PET del filtro y, una vez tratada, sale por el tubo de salida.

1.5.6.2 Ámbito de aplicación

El sistema de tratamiento de aguas negras Rotoplas, puede ser utilizado en viviendas unifamiliares, en zonas urbanas suburbanas, rurales y barrios cerrados, sin conexión a red cloacal, resolviendo la descarga dentro del terreno.

1.5.6.3 Comparativa de los sistemas existentes

Comparativa de las características de los diferentes sistemas de tratamiento de efluentes cloacales, en lo referido a costo, eficiencia, consumo, etc.

Tabla 4: Comparativa de características de sistemas de tratamiento

TIPO DE SISTEMA	INVERSIÓN	CALIDAD DE EFLUENTE	ESTABILIDAD PROCESO	CONSUMO ENERGÉTICO	OLORES	FACILIDAD MANTENIMIENTO	CALIFICACIÓN
FOSA SÉPTICA A+ POZO NEGRO	9	3	8	10	5	8	INSUFICIENTE EN CALIDAD DEL EFLUENTE
FOSA SÉPTICA B+ POZO NEGRO	10	2	7	10	4	8	INSUFICIENTE EN CALIDAD DEL EFLUENTE
BIODIGESTOR + CAMPO DE INFILTRACIÓN	9	9	8	10	8	9	SISTEMA OPTIMIZADO 12 HABITANTES
PLANTA COMPACTA + CAMPO DE INFILTRACIÓN	2	9	5	2	9	3	INSUFICIENTE EN CONSUMO Y EN FACILIDAD DE MANTENIMIENTO
PLANTA DE TRATAMIENTO	3	8	8	4	8	2	INSUFICIENTE EN CONSUMO Y EN FACILIDAD DE MANTENIMIENTO

Fuente: <https://www.rotoplas.com.ar/biodigestores/>

1.5.7 EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO

El mantenimiento en los sistemas de saneamiento es necesario para tener el sistema operando en buenas condiciones, sin insectos, olores u otras incomodidades.

Los responsables por el mantenimiento de los sistemas de saneamiento deben contar con las herramientas necesarias para las tareas que se van a ejecutar. Como los desagües contienen gérmenes patógenos, es fundamental que los operadores dispongan de los elementos de protección requeridos para evitar la contaminación.

1.5.7.1 Mantenimiento sin sistemas de recolección

1.5.7.1.1 Mantenimiento de letrinas de hoyo seco ventilado

Las letrinas deben ser mantenidas en buen estado, a fin de evitar la presencia de moscas y olores desagradables.

El control rutinario del estado de la letrina debe incluir las siguientes actividades:

- Verificar que las puertas, techo y paredes se encuentre en buen estado, haciendo las reparaciones de ser necesario.
- Mantener el aseo interno en la caseta, evitando la presencia de suciedad.
- Para controlar olores, cuando se generen, se recomienda agregar 200 g. de estiércol todos los días, hasta que se eliminen los olores. De no ser posible, puede agregarse ceniza o cal, o una mezcla de ambos, para neutralizar el olor.
- Verificar que el tubo de ventilación esté con malla para evitar el ingreso de insectos. A demás, debe estar protegido del ingreso de aguas de lluvia.

Cuando en nivel de excretas en la letrina alcanzar el 75% de la profundidad del foso, será necesario trasladar la letrina a otro local. Para eso, se cavará otro foso, trasladándose la losa, la caseta y el tubo de ventilación. El foso anterior deberá ser clausurado, agregando primero una capa de cal y luego tierra hasta el nivel del terreno.

1.5.7.1.2 Mantenimiento de letrinas con arrastre hidráulico

Debe estar disponible en la caseta un envase con agua de lavado. Después de cada uso, se agrega agua al hoyo de la losa, que debe permanecer tapado. Se recomienda una vez a la semana efectuar la limpieza de la losa.

Periódicamente se debe examinar la letrina, para identificar daños, reparando lo que sea necesario

1.5.7.1.3 Mantenimiento de la letrina con separador de orina o baño ecológico

Este baño ecológico está fuera de la casa y debe protegerse de la lluvia.

Debe tenerse un trapo húmedo para la limpieza exterior y cuidar de que esté seca la cámara de las heces. Además, es mejor que cada cierto tiempo, con una madera se muevan las heces para que no se forme un montículo y se le eche tierra, para que se conviertan más rápido en compost.

CAPÍTULO II: METODOLOGIA

2.1 IDENTIFICACION DEL PROYECTO

Se determinará el problema principal y se buscare conocer las causas y efectos que este conlleva hasta delimitar el problema principal, estableceremos los fines que buscan la solución del problema los cuales serán luego formulados y evaluados.

Para esto abordaremos diversos puntos que nos ayudaran a realizar una correcta identificación del problema los cuales son:

- Diagnóstico de la situación actual.
- Definición del problema (causa y efecto).
- Definición de los objetivos del proyecto (medios y fines): Esta estructura permite definir de manera clara los componentes principales de la alternativa.
- Definición de las alternativas de solución.

2.2 ESTUDIO DE MERCADO

En esta etapa definiremos los bienes y servicios de proyecto, población demandante y la demanda efectiva que no es más que la población que presenta la necesidad de los bienes y/o servicios que producirá el proyecto. Esta población es conocida como beneficiaria directa del proyecto.

Los puntos que abordaremos son:

- Análisis de la demanda.
- Análisis de la oferta.
- Balance de la oferta demanda.

2.3 ESTUDIO TECNICO

El análisis técnico es una parte importante de la formulación del proyecto y comprende, esencialmente, la descripción de los componentes y definición de los procesos necesarios para entregar los bienes o servicios con los cuales se satisfarán las demandas de los usuarios, localización geográfica y el tamaño del

proyecto, así como otras consideraciones relacionadas con los riesgos y las incidencias ambientales de las alternativas.

El estudio conlleva el desarrollo de aspectos físico – técnicos interdependientes que rigen la ejecución, operación y mantenimiento del proyecto, los cuales son:

- Localización del proyecto: este tiene como fin elegir el sitio más conveniente para el proyecto propuesto, deberá señalar la localización más conveniente para asegurar la calidad, la cobertura y la eficiencia del servicio y el menor nivel de exposición a amenazas socio-naturales.
- El tamaño: La relevancia en la definición del tamaño del proyecto radica principalmente en su incidencia sobre el nivel de la inversión inicial y los costos que se calculen para la operación y la rentabilidad esperada o los beneficios sociales. El tamaño del proyecto se debe entender como la capacidad de producción de bienes y servicios en un período de tiempo determinado o de referencia. Técnicamente, la capacidad es el máximo de unidades (bienes o servicios) que se puede obtener de unas instalaciones productivas por unidad de tiempo
- La tecnología: ha de entenderse como la forma en que el proyecto produce el bien o servicio para el que ha sido concebido.
- Ingeniería del proyecto: Se refiere a la infraestructura física, la cuantificación de obras, planos ingenieriles y arquitectónicos, especificaciones técnicas.

2.4 EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

Este consistirá en identificar los efectos relevantes que una acción propuesta pueda causar sobre el medio ambiente, para su desarrollo. Así mismo se definirá las medidas de mitigación en caso de que sean necesarias.

Se verificarán los efectos o impactos ambientales que el proyecto (o la alternativa) generará. Si los impactos son negativos o inconvenientes, deberán ser identificados y analizados, con el fin de introducir o proponer las medidas

correctivas pertinentes. Un enfoque para dicho análisis es el que considera las relaciones del proyecto con el ambiente **desde 5 perspectivas** así:

- **Hacia el origen:** la alternativa demandará insumos sin que incida en el deterioro del medio ambiente.
- **Hacia el destino:** la alternativa proveerá bienes y servicios, que no afecten el medio ambiente.
- **Hacia el entorno:** el desarrollo de la alternativa no afectara las condiciones paisajísticas y generara la menor cantidad de desechos que impacten negativamente en el medio ambiente.
- **Desde el Entorno:** los aspectos técnicos para llevar a cabo la alternativa, generara condiciones de favorabilidad con el medio ambiente.
- **Desde el Ambiente Interno:** Se plantea un esquema interno para el desarrollo de la alternativa que permita tener unas condiciones físico ambiental óptimo.

Bajo estas cinco perspectivas se identificarán los impactos ambientales y sus niveles. De esta verificación se derivará la “validación” del proyecto si no posee impactos negativos altos.

2.5 ANALISIS COSTO EFECTIVIDAD

La evaluación económica y social se realizará llevando a cabo el análisis costo-efectividad debido a la complejidad de la valoración de los beneficios sociales; para esto elaboraremos el flujo de costo de la alternativa seleccionada y definiremos el indicador económico.

Una vez seleccionada la alternativa más efectiva y eficiente, se debe proceder a la definición del esquema institucional, del financiamiento y a la elaboración del Marco Lógico.

CAPÍTULO III: IDENTIFICACION DE ALTERENATIVAS

3.1 IMPORTANCIA DE LA ADECUADA IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Conocer en detalle las causas y efectos del problema identificado como principal o focal, establecer los fines perseguidos con la solución del problema y cuáles serán los medios, son actividades indispensables para el establecimiento de alternativas, las cuales deberán luego formularse y evaluarse hasta elegir la más conveniente.

La inadecuada identificación del problema conducirá indudablemente al planteamiento de alternativas de solución incorrectas y peor aún a la realización de proyectos no pertinentes y no eficientes, y que en lugar de aumentar el bienestar lo disminuyen, o en lugar de solucionar el “problema” más bien lo empeoran o crean otro.

3.1.1 Información del área de influencia

La comunidad de Icalupe se encuentra ubicada a 30 Km de la ciudad de Somoto, el centro de la comunidad se encuentra a 861 msnm. La comunidad presenta un clima seco y árido, el cual predomina en el corredor seco de la región norte.

La geología de la zona presenta una variedad de rocas ígneas, de origen volcánico, en gran cantidad de tipo basalto de diferentes colores y texturas. La mayor parte del suelo presenta potencial del uso forestal sin embargo la comunidad dispone de entre el 10 – 15 % de uso para actividades agropecuarias.

La principal actividad socioeconómica es la agricultura y la ganadería, basada en la producción de granos básicos (maíz, frijoles, sorgo), la producción pecuaria (ganado). Otra fuente económica muy desarrollada es el turismo con atracciones como el cañón seco y el parque ecológico piedras pintadas.

La atención a la salud se cubre desde la cabecera departamental o bien se acude al puesto de salud de la comunidad Yareje a 5 km de distancia. La

comunidad cuenta con un centro de educación donde se imparte primaria y secundaria, la infraestructura se encuentra en buen estado.

La comunidad cuenta con servicio de agua potable mediante un **MABE** (minia acueducto por bombeo eléctrico) en buen estado el cual funciona mediante paneles solares.

La siguiente tabla nos muestra los datos de la comunidad de interés que resultaron del informe realizado por el NUEVO FISE con ayuda del comité de agua potable y saneamiento (CAPS).

Tabla 5: Datos de la comunidad de influencia

DATOS	
Comunidad	Icalupe
Zona de Influencia	Rural
Total de Familias	55
Total de habitantes	226
Total de hombres	123
Total de mujeres	103
Total de niños	51
Total de Viviendas	55
Tipo de población	Caserío concentrado
Población no cubierta	0
Actividad económica de la	Agricultura y Ganadería
Ingreso per cápita	C\$ 15,000.00
Tipo de Terreno	Arenoso y talpetate
Profundidad de nivel friático	15 m

Fuente: Nuevo FISE

3.1.2 Diagnóstico del servicio

Actualmente el servicio se atiende con sistemas de letrinas, 1 vivienda cuenta con inodoro para un 2% siendo esta vivienda la única con inodoro que existe en la comunidad de Icalupe, 15 viviendas no cuentan con ningún servicio sanitario para el 27% de la población y 39 viviendas cuentan con letrinas para un 71%, cabe mencionar que las letrinas que existen se encuentran en mal estado. Las

disposiciones de desechos sólidos se realizan enterrado y en algunos casos quemado los mismos; las aguas grises no tienen tratamiento, son regados en los patios y otros las dejan correr en caminos o cauces naturales.

La condición del saneamiento en un 98 % de la población es crítica. El estado físico de las infraestructuras existentes para la deposición de excretas son letrinas totalmente deterioradas, lo cual conlleva un fuerte componente de contaminación ambiental y riesgo a la salud humana.

3.2 DEFINICION DEL PROBLEMA (CAUSA Y EFECTO)

3.2.1 Definición del problema central

El diagnóstico de la situación nos ha permitido comprender de forma objetiva el problema que afecta a la comunidad de interés para el proyecto.

El problema central se define como la situación negativa que afecta a la comunidad o población interesada por el proyecto. El problema se define de forma muy clara y precisa, a fin de poder encontrar un conjunto de soluciones o alternativas para reducirlo total o parcialmente.

PROBLEMA	Criticas condiciones de saneamiento debido a métodos ineficientes para la recolección y tratamiento de las excretas
-----------------	---

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 Análisis de las causas

Una vez que se ha definido el problema central, corresponde preguntarse ¿qué causa dicho problema?, ¿por qué ocurre o existe ese problema? Encontrar las causas del problema es sustancial, pues solo conociendo bien el porqué del problema se podrán plantear soluciones adecuadas.

A partir del diagnóstico situacional, se realizó un listado de posibles causas utilizando un método muy sencillo, una “tormenta de ideas” sobre las causas que creemos genera el problema.

Tabla 6: Listado de causas del problema central

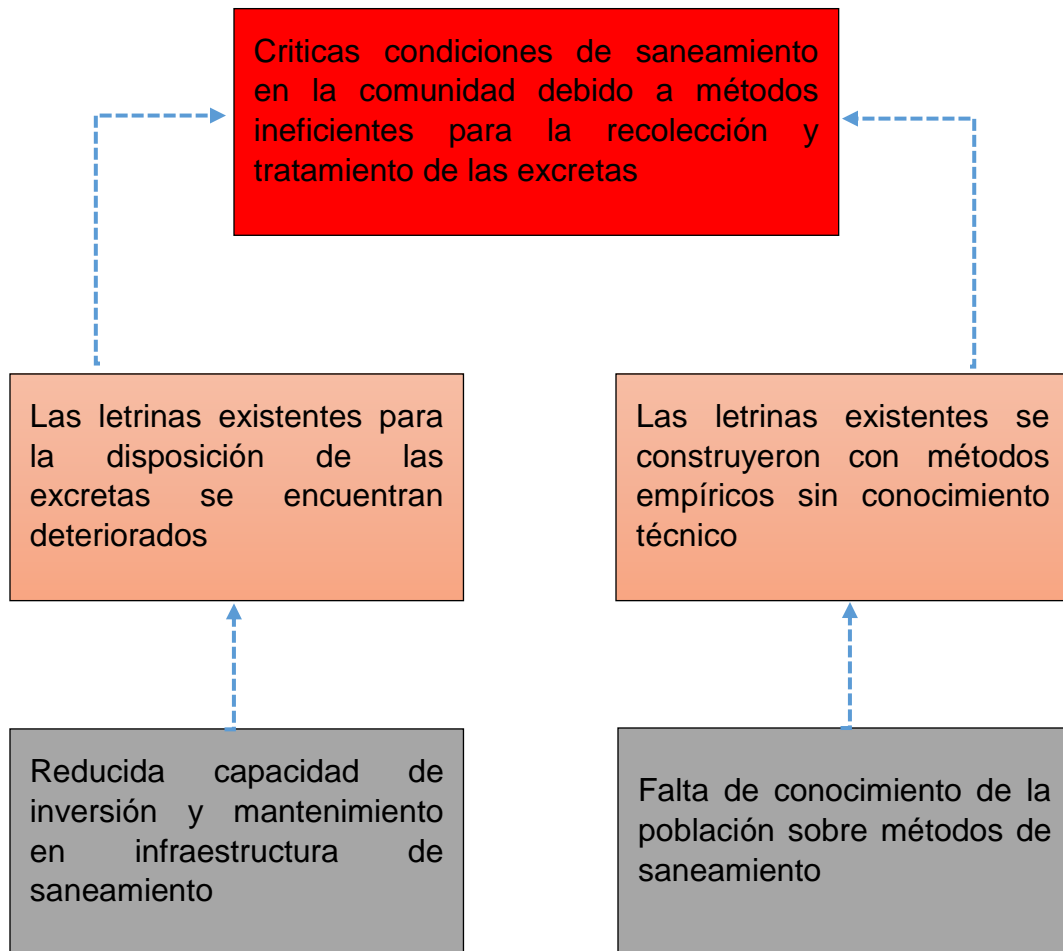
PROBLEMA	CAUSAS	O	D	DI	I
Críticas condiciones de saneamiento en la comunidad debido a métodos ineficientes para la recolección y tratamiento de las excretas	Las letrinas existentes para la disposición de las excretas se encuentran deteriorados	X		X	
	Las letrinas existentes se construyeron con métodos empíricos sin conocimiento técnico		X		X
	Reducida capacidad de inversión y mantenimiento en infraestructura de saneamiento		X		X
	Falta de conocimiento de la población sobre métodos de saneamiento		X		X

O: Oferta; D: Demanda; Di: Directa; I: Indirecta

Las causas directas son aquellas que se relacionan directamente con el problema central; mientras que las causas indirectas, son aquellas que actúan sobre el problema central a través de otra causa.

Se procede a la construcción del Árbol de Causas, que no es más que una representación ordenada y esquematizada de las causas del problema.

Esquema No 1: Árbol de causas



3.2.3 Análisis de los efectos

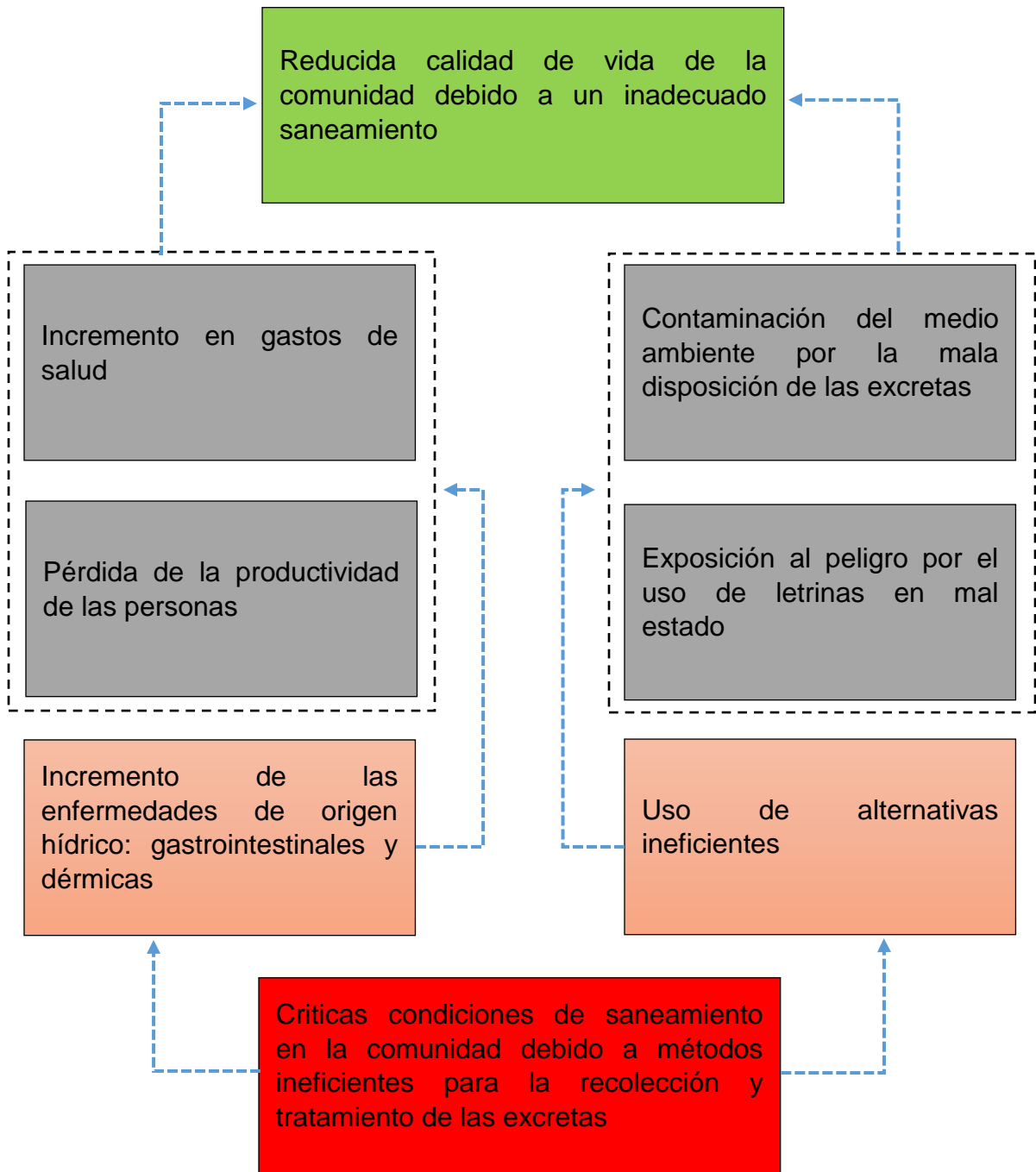
El análisis consiste en determinar cuáles son los efectos del problema central siguiendo el mismo método de análisis de causas, así con una tormenta de ideas definimos los efectos que se generan en la comunidad.

Tabla 7: Listado de efectos del problema central

PROBLEMA	EFEECTO
Críticas condiciones de saneamiento en la comunidad debido a métodos ineficientes para la recolección y tratamiento de las excretas	Incremento de las enfermedades de origen hídrico: gastrointestinales y dérmicas
	Incremento en gastos de salud
	Perdida de la productividad de las personas
	Uso de alternativas ineficientes
	Contaminación del medio ambiente por la mala disposición de las excretas
	Exposición al peligro por el uso de letrinas en mal estado

Fuente: Elaboración propia

Esquema No 2: Árbol de efectos



3.3 DEFINICION DE LOS OBJETIVOS DEL PORYECTO (MEDIOS Y FINES)

3.3.1 Definición del objetivo central

El objetivo central del proyecto responde al problema central de la situación problemática analizada. A partir del problema central expresamos en positivo dicho problema y obtenemos el objetivo central.

PROBLEMA	OBJETIVO
Criticas condiciones de saneamiento en la comunidad debido a métodos ineficientes para la recolección y tratamiento de las excretas	Buenas condiciones de saneamiento en la comunidad al implementar métodos eficientes que recolecten y traten las excretas

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Análisis de los medios

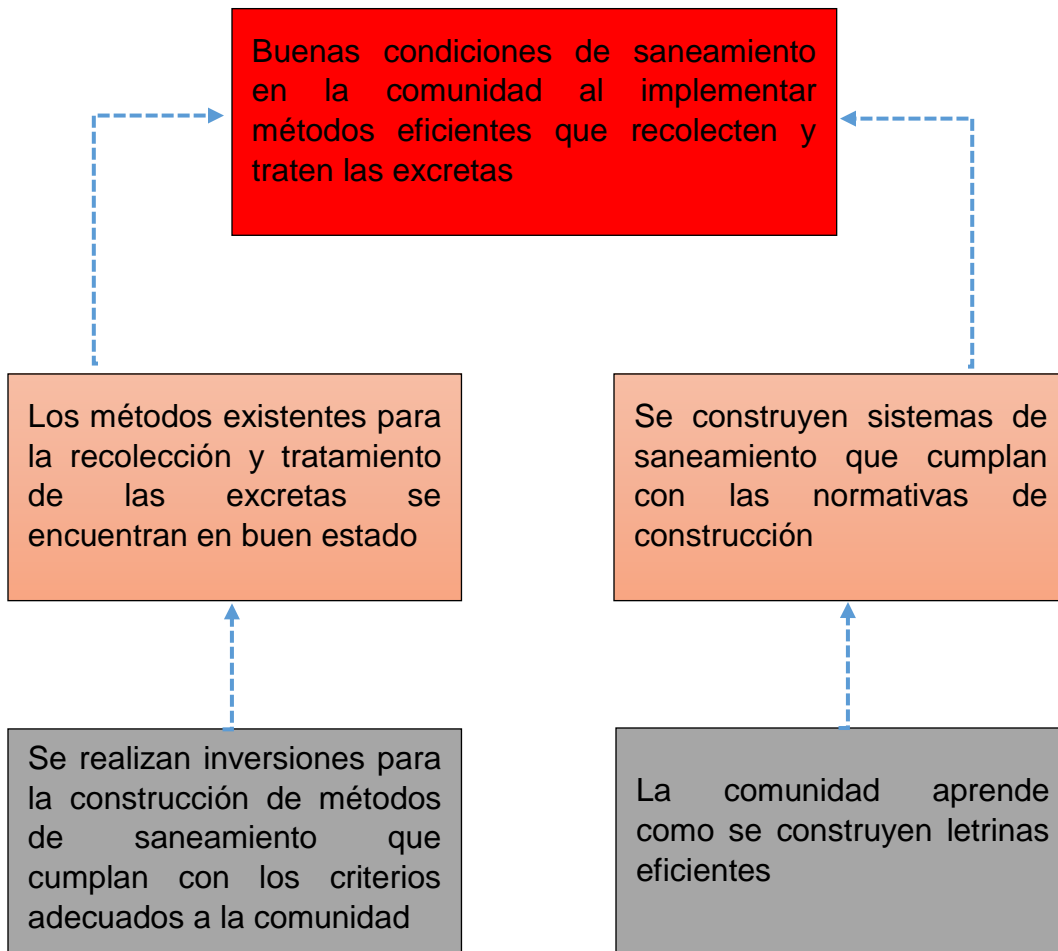
Con la misma lógica de la determinación del objetivo central, para definir los medios del proyecto transformamos a positivo las causas del problema. Los medios son los vehículos que nos ayudaran a dar solución al problema.

Tabla 8: Listado de los medios del proyecto

OBJETIVO	MEDIOS
Buenas condiciones de saneamiento en la comunidad al implementar métodos eficientes que recolecten y traten las excretas	Los métodos existentes para la recolección y tratamiento de las excretas se encuentran en buen estado
	La comunidad aprende como se construyen letrinas eficientes
	Se realizan inversiones para la construcción de métodos de saneamiento que cumplan con los criterios adecuados a la comunidad
	Se construyen sistemas de saneamiento que cumplan con las normativas de construcción

Fuente: Elaboración propia

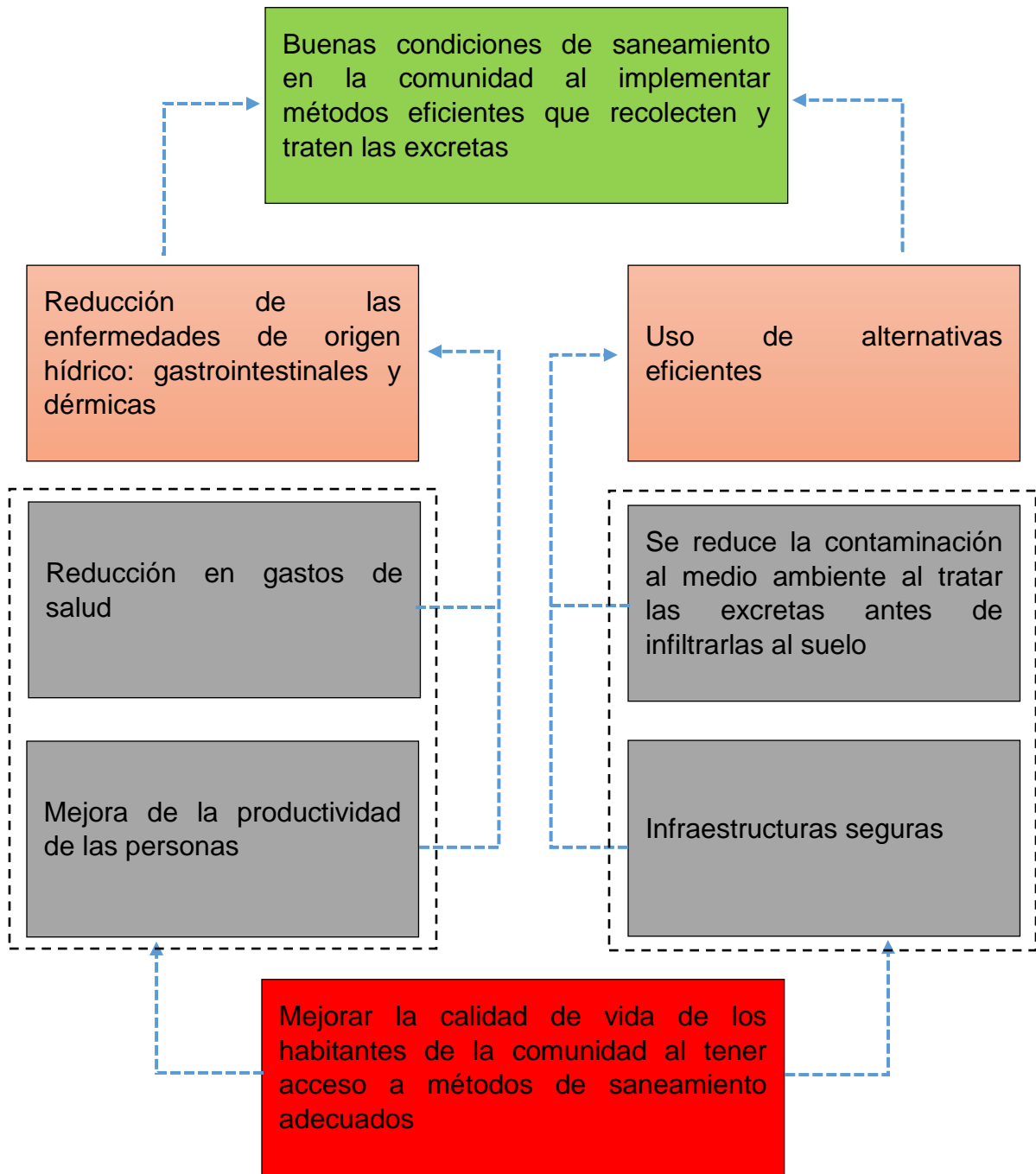
Esquema No 3: Árbol de medios



3.3.3 Análisis De Los Fines

Siguiendo la metodología para determinar los medios definimos los fines de nuestro proyecto convirtiendo en positivo los efectos que genera el problema central dándonos como resultado el árbol de fines (Esquema No 3) que se presenta a continuación.

Esquema No 4: Árbol de fines



3.4 DEFINICION DE LA ALTERNATIVA DE SANEAMIENTO

La identificación del proyecto concluye con la definición de las alternativas de solución, mismas que son derivadas de los medios planteado con anterioridad.

Como se ha dicho los medios son el vehículo para dar solución al problema central a través de acciones que se ejecutaran para llevar a cabo la realización del medio, por tanto, podemos definir las siguientes opciones:

Tabla 9: Medios y acciones

MEDIO	ACCIONES
Se realizan inversiones para la construcción de métodos de saneamiento que cumplan con los criterios adecuados a la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> • Se implementan sistemas de recolección con red de tuberías • Se implementan sistemas sin red de tuberías (in situ)
La comunidad aprende como se construyen letrinas eficientes	<ul style="list-style-type: none"> • Se imparten talleres donde la población aprenda los aspectos técnicos que rigen una construcción para que ejecuten su proyecto • Se capacita a un grupo para que realice los trabajos en la comunidad
Los métodos existentes para la recolección y tratamiento de las excretas se encuentran en buen estado	<ul style="list-style-type: none"> • Reparaciones en las letrinas existentes que alarguen un poco su vida útil • Se capacita a la comunidad para que tengan conocimientos de la adecuada del manejo y limpieza de los sistemas

Fuente: Elaboración propia

De las acciones plantadas a cada medio se configurarse conjuntos de alternativas que constituyen alternativas de solución.

Tabla 10: Alternativas de solución

ALTERNATIVAS	SOLUCION
Alternativa No 1	<ul style="list-style-type: none"> • Se implementan sistemas de recolección con red de tuberías • Se imparten talleres donde la población aprenda los aspectos técnicos que rigen una construcción para que ejecuten su proyecto • Se capacita a la comunidad para que tengan conocimientos de la adecuada del manejo y limpieza de los sistemas
Alternativa No 2	<ul style="list-style-type: none"> • Se capacita a un grupo para que realice los trabajos en la comunidad • Reparaciones en las letrinas existentes que alarguen un poco su vida útil • Se capacita a la comunidad para que tengan conocimientos de la adecuada del manejo y limpieza de los sistemas
Alternativa No 3	<ul style="list-style-type: none"> • Se implementan sistemas sin red de tuberías (in situ) • Se capacita a la comunidad para que tengan conocimientos de la adecuada del manejo y limpieza de los sistemas

Fuente: Elaboración propia

Los elementos técnicos y criterios que rigen la elección de una u otra alternativa son desarrollados en la formulación del proyecto.

CAPITULO IV: FORMULACION DEL PROYECTO

4.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA EN BASE A AL NIVEL DE SERVICIO

Las enfermedades relacionadas con el saneamiento pueden evitarse utilizando métodos adecuados de recolección y tratamiento de aguas residuales y disposición de excretas. Pero a veces la ubicación de las localidades, específicamente en las zonas rurales de extrema pobreza, hace que los sistemas de recolección de aguas residuales convencionales requieran de una alta inversión, no solo en instalación de la infraestructura básica sino también en la operación y mantenimiento e implementación de los servicios higiénicos a nivel domiciliario.

Por tales razones es necesario analizar las alternativas (opciones tecnológicas) y niveles de servicio que se adecúen a las condiciones físicas, económicas y sociales de las comunidades y/o pobladores a ser beneficiados.

Tabla 11: Criterios de selección de alternativa (opción tecnológica) en base al nivel de servicio para la alternativa No 3

CRITERIO	DATOS		IN SITU
En poblaciones menores a 100 familias (450 personas) no se usa alcantarillado. Se recomienda considerar solamente sistemas de recolección in situ (sin red de tuberías)	Tamaño de la comunidad	226 habitantes	X
La menor o mayor dispersión de viviendas en el área de intervención puede indicar a seleccionar una solución de tipo individual, familiar o publica	Dispersión de viviendas	Caserío concentrado	X

Fuente: Saneamiento rural y salud. Guía para acciones a nivel local. Rosario Castro, Rubén Pérez

CRITERIO	DATOS		IN SITU
Las tecnologías de saneamiento están compuestas por las que requieren agua y aquellas que no la requieren. Generalmente las que requieren muy poca cantidad de agua y las que no la necesitan, realizan la disposición de los desechos fisiológicos “in situ”, mientras que en áreas atendidas con conexiones domiciliarias de agua, se opta por la disposición a distancia. Por ello, se considera la cantidad de agua disponible para la descarga como el punto de partida para la identificación de la solución de saneamiento más conveniente	Cantidad de agua para utilizar en la descarga	Si	X
El uso de letrinas de un solo pozo, tanque séptico o letrina anegada, requieren para el vaciado periódico de los mismos	Facilidad de limpieza	Si	X
La aplicación de sistemas de saneamiento in situ del tipo familiar requieren que el interesado disponga de área al interior del predio, de lo contrario se tendrá que optar por soluciones multifamiliares o de otra índole	Disponibilidad del terreno	Si	X
Los suelos permeables con suficiente capacidad de absorción permiten viabilizar las soluciones de tipo in situ húmedo; como por ejemplo la letrina de cierre hidráulico, tanque séptico o letrina de pozo anegado	Permeabilidad del suelo	Si	X

Fuente: Saneamiento rural y salud. Guía para acciones a nivel local. Rosario Castro, Rubén Pérez

CRITERIO	DATOS		IN SITU
Las zonas inundables afectan sustancialmente en la selección de la opción tecnológica obligando a colocar las soluciones tradicionales por encima del nivel de inundación	Existe riesgo de inundación	No	x
Los altos niveles en el nivel freático de agua, conducen a emplear las soluciones tradicionales por encima del nivel del suelo	Nivel freático	15m	x

Fuente: Saneamiento rural y salud. Guía para acciones a nivel local. Rosario Castro, Rubén Pérez

Las soluciones de saneamiento propuestas para este proyecto están basadas en el análisis y procedimientos definidos en el menú de soluciones tecnológicas y de la “guía de opciones tecnológicas de saneamiento e higiene” facilitado por el fondo de inversión social de emergencia (FISE).

A las familias se les oferta un menú básico de opciones domiciliar que les permita decidir por un nivel de servicio diferente al básico ofertado por el programa (ver anexo 3) dentro de esto tenemos la selección de alternativas in situ que la comunidad ha escogido para dar solución al problema.

Tabla 12: Soluciones de saneamiento FISE

SIN SISTEMA DE RECOLECCION EN RED DE TUBERIAS (IN SITU)	
SISTEMA	TECNOLOGIA
Sistema de arrastre hidráulico y tratamiento	Unidad sanitaria con biodigestor
Sistema seco	Letrina de hoyo seco ventilado

Fuente: Guía de opciones tecnológicas de saneamiento e higiene. FISE

4.2 ANALISIS DE LA DEMANDA

4.2.1 Definición de los bienes o servicios del proyecto

El proyecto durante su fase de operación producirá bienes o servicios que serán consumidos por sus usuarios o demandantes, siendo estos el grupo de interés y principal beneficiario del proyecto.

En nuestro caso encontramos que el servicio que nuestro proyecto entregara a la población es el “**manejo y disposición adecuado de las excretas**” para las 55 viviendas de la comunidad con un total de 226 beneficiarios.

La población demandante efectiva de nuestro proyecto es la cantidad de personas que presentan la necesidad de los bienes y/o servicios que producirá el proyecto, también conocida como beneficiaria directa del proyecto.

Tabla 13: Población demandante efectiva

POBLACION	CANTIDAD
Total de habitantes	226
Hombres	123
Mujeres	103
Niños	51
Total de Viviendas	55

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Definición de la demanda

La definición de la demanda de obras de saneamiento para proyectos sociales es la evidencia de déficit cuantitativa y cualitativa de estos servicios. En nuestro caso definimos la demanda con el número total de familias que requieren el servicio.

Tabla 14: Demanda sin proyecto

SISTEMAS	VIVIENDAS
Sistemas in situ en buen estado	55

Fuente: Elaboración propia

Como hemos dicho el servicio que nuestro proyecto entregara es el “manejo y disposición de las excretas”, por tanto, para estimar el consumo promedio demandado para la disposición de excretas que los beneficiarios requieren se realizó de la siguiente manera:

Ecuación No 3:

$$CPD = PDE * (1 + \delta)^t * CUP$$

Donde:

CPD = Consumo promedio demandado

PDE = Población demandante efectiva

δ = Tasa de crecimiento de la población

t = Periodo proyectado

CUP = Consumo unitario por habitante

Al sustituir los valores en la ecuación encontramos:

$$CPD = 226 \text{ habitantes} * (1 + 3.1\%)^1 * \frac{0.05 \frac{m^3}{\text{habitante}}}{\text{año}} = 11.65 \text{ m}^3/\text{año}$$

Como resultado obtenemos la siguiente:

Tabla 15: Proyección de la cantidad demandada

t	FACTOR DE CRECIMIENTO	CPD ANUAL (m ³ /año)
1	1.031	11.65
2	1.062	12.37
3	1.093	13.52
4	1.124	15.20
5	1.155	17.56

Fuente: Elaboración propia

4.3 ANALISIS DE LA OFERTA

La definición de la oferta en el sector rural donde predomina el uso de letrinas de uso familiar, se cuantifica el número de letrinas existentes y las que están en buen estado que seguirán funcionando en la situación “con proyecto” considerando los siguientes indicadores:

- La cobertura del servicio de evacuación de excretas domiciliarias, número de letrinas, características.
- El número de viviendas que no cuentan con letrinas.

Para nuestro proyecto encontramos que ninguna de las letrinas existentes se encuentra en condiciones para ideales para seguir operando, por tanto, definimos la oferta de la siguiente manera:

Tabla 16: Oferta existente

VIVIENDAS	CANTIDA
Total de viviendas en la comunidad	55
Con letrinas en buen estado	0
Con letrinas en mal estado	39
Viviendas sin letrina	16

Fuente: Elaboración propia

Una vez definida la oferta existente procedemos a cuantificar el consumo existente en la situación sin proyecto, para esto definimos un total de 165 habitante correspondientes al 73% de la población que cuentan con letrinas en mal estado, utilizando la misma fórmula obtenemos los siguiente:

Tabla 17: Oferta sin proyecto

POBLACION CON LETRINA	OFERTA SIN PROYECTO (m ³ /año)
165	8.25

Fuente: Elaboración propia

4.4 BALANCE OFERTA – DEMANDA

Una vez definida la oferta sin proyecto y la demanda proyectada al periodo de evaluación procedemos a realizar el balance oferta – demanda que nos proporcionara la demanda insatisfecha o déficit de oferta.

Tabla 18: Oferta - Demanda

VIVIENDAS	OFERTA	DEMANDA	DEFICIT
Con sistemas in situ en buen estado	0	55	55

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Déficit de consumo proyectado

t	OFERTA (m ³ /año)	DEMANDA (m ³ /año)	DEFICIT (m ³ /año)
1	8.25	11.65	3.40
2	8.25	12.37	4.12
3	8.25	13.52	5.27
4	8.25	15.20	6.95
5	8.25	17.56	9.31

Fuente: Elaboración propia

4.5 ANALISIS TECNICO DE LAS ALTERNATIVAS

4.5.1 Localización del proyecto

Macro y micro localización



Fuente: <http://www.rupestreweb.info/piedraspintadas.html>

Debido a que la opción que estamos analizando es un sistema sin red de recolección (disposición in situ) la localización esta pre-establecida en los terrenos propiedad de los beneficiados siendo necesario evaluar si estos presentan las condiciones necesarias para la construcción.

Tabla 20: Criterios de localización del proyecto

INFORMACION GEOLOGICA RELEVANTE			
Tipo de Terreno	Arenoso y talpetate		
Profundidad de nivel freático	15 m		
CRITERIO		SI	NO
Ubicación con respecto a la vivienda: La vivienda debe de disponer terrenos suficientes que permita la ubicación de la letrina como mínimo a 10 metros de la vivienda		X	
Tipo de suelo: Debe valorarse tanto la permeabilidad como la estabilidad. Así los suelos permeables facilitan la infiltración de los líquidos dispuestos en los hoyos y por lo tanto son aptos para todo tipo de letrinas		X	

Fuente: Guía de opciones tecnológicas de saneamiento e higiene - FISE

CRITERIO		SI	NO
Nivel del agua subterránea: El nivel de las aguas subterránea limita la excavación de los hoyos. Dependiendo de su nivel se podrán construir cámaras sobre el nivel del suelo o excavar hoyos hasta donde lo permita el nivel máximo de las aguas y el resto del hoyo		X	
La distancia vertical mínima entre el fondo del foso y el nivel freático de las aguas, se establece en 3.0 metros, en el caso que no se pueda cumplir con esta disposición, usar "Letrina Elevada"		X	

Fuente: Guía de opciones tecnológicas de saneamiento e higiene - FISE

4.5.2 Tamaño

Las soluciones de saneamiento propuestas para este proyecto consisten en la construcción de 37 unidades de sistemas con arrastre hidráulico tipo SI-2, en los que las descargas de las aguas residuales en la unidad de tratamiento primario llamado biodigestor (con filtro integrado) es donde se lleva a cabo el proceso de retención de sólidos y el proceso biológico para la digestión de los lodos. Posteriormente, el afluente es descargado en pozos de absorción cuyas

características y dimensiones se indican en los planos (Ver anexo 5). Así también la construcción de 18 unidades de saneamiento secas que consiste en la construcción de letrinas ventiladas sencillas revestidas.

El sistema de tratamiento consiste en un tanque séptico prefabricado de material resistente al ataque de agentes corrosivos o degenerativos que se producen durante el proceso de digestión anaeróbica, los cuales poseen mecanismos de limpieza integrados (con válvula o dispositivo para purgar los lodos). La disposición de efluentes tratados se realizará en un área de infiltración. El tipo de área de infiltración estará en función de las pruebas de permeabilidad, establecidos por las normas de saneamiento nacionales y área disponible libre del terreno, resultando en pozos de absorción con las dimensiones señaladas en los planos constructivos.

4.5.3 Tecnología

Las actividades de la construcción serán las siguientes:

Preliminares

En esta etapa se incluye todas aquellas actividades que tienen que ver con la limpieza inicial en cada uno de los terrenos en donde se construirán los sistemas de saneamiento propuesto.

Opciones húmedas:

- **Caseta metálica:** Esta se construirá según modelo de caseta FISE, que consiste en una estructura de angular 1 ½"x1 ½" CH16 y tubo rectangular de hierro de 1"x1 ½", de 0.82m de ancho y 1.20m de largo, forrada con lamina de zinc lisa CAL.28, cubierta de techo de lámina de zinc ondulada CAL.28 con un área de techo de 1.50m de ancho y 1.60m de largo.
- **Inodoro con tanque de agua:** se instalarán 37 inodoros de porcelana modelo económico con accesorios, sobre cascote de 2500 PSI
- **Tratamiento primario - Biodigestor con filtro:** Instalación de tanques cilíndricos plásticos (Biodigestores) color negro. La capacidad de los biodigestores está en dependencia del número de usuarios en cada vivienda

y dado que en Icalupe 29 viviendas están en el rango 1 a 5 habitantes por vivienda, la capacidad del biodigestor será de 600 L y 8 viviendas están en el rango de 6 a 9 habitantes por vivienda, por tanto, la capacidad del biodigestor es de 900 L. La instalación de estos tanques sépticos es con el objetivo de remover la materia sólida de las aguas negras por decantación (precipitación o separación de sólidos), lo que permite que se hundan los sedimentos y que floten los materiales de menor densidad del agua. Para que esta separación ocurra, las aguas negras deben permanecer en el tanque séptico por un mínimo de 24 horas. Del total de la materia sólida contenida en el tanque séptico, aproximadamente el 50% se descompone; el restante se acumula en el tanque. No es indispensable el uso de aditivos biológicos para ayudar o acelerar la descomposición. El sedimento continúa acumulándose en el fondo del tanque séptico mientras se utiliza el sistema, sin requerir ningún tipo de intervención.

- **Tratamiento secundario - Pozo de absorción:** se construirán 37 pozos de absorción a revestir en un 40% sus paredes con ladrillo trapezoidal (tipo sapo) de barro. Las dimensiones de los pozos de absorción a construir se determinaron bajo el criterio de los resultados de las tasas de infiltración de los suelos existentes en la comunidad de Icalupe, la cual no es más que la capacidad que tienen estos suelos para filtrar las aguas servidas, resultando una tasa de infiltración promedio de 11.50 l/m²/día, lo cual es considerablemente bajo.

De tal manera que la disposición final de los afluentes de los biodigestores será en pozos de absorción (ver anexo 4), de los cuales se construirán 29 pozos de 1.50m de diámetro y 4.00m de profundidad, revestido a 1.50m con ladrillo de barro trapezoidal para las viviendas con rango de población de 1 a 5 habitante/vivienda y 8 pozos de 1.50m de diámetro y 6.00m de profundidad, revestido a 2.50m con ladrillo de barro trapezoidal para las viviendas con rango de población de 6 a 9 habitantes/vivienda.

Opciones secas:

- **Fosas para letrina sencilla revestida con ladrillo cuarterón:** la excavación de las fosas para letrinas tendrá las dimensiones señaladas en los planos constructivos, los cuales serán debidamente revestidos con ladrillo de barro de 2"x6"x12" sin sisar, con acabado de repello fino.
- **Losa y banco de fibra de vidrio:** se instalarán 18 unidades de losa y banco de fibra de vidrio para letrina sencilla fijadas a estructura metálica.
- **Casetas metálicas:** Esta se construirá según modelo de caseta FISE, que consiste en una estructura de angular 1 ½"x1 ½" CH16 y tubo rectangular de hierro de 1"x1 ½", de 0.82m de ancho y 1.01m de largo, forrada con lamina de zinc lisa CAL.28, cubierta de techo de lámina de zinc ondulada CAL.28 con un área de techo de 1.50m de ancho y 1.60m de largo.

4.6 INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.6.1 Estimación de los costos de inversión del proyecto

Para estimar el costo de ejecución del proyecto se calcularon los alcances de obra (ver anexo 1) en base a los planos propuestos (ver anexo 5), y se utilizó el "catálogo maestro de costos primarios y complejos del FISE" para determinar los costos por actividad. La estimación de mano de obra comunitaria se obtiene estimando los alcances de obra en excavación para la realización de las obras las cuales serán realizadas por los beneficiarios.

Tabla 21: Costos de inversión del proyecto

COD	DESCRIPCION	U/M	CANT	COSTO C\$
501	LETRINA SENCILLA REVESTIDA			264,558.46
50102	Enchape de foso	Unid	18.00	134,847.57
50103	Losa plancha y banco	Unid	18.00	46,035.25
50104	Caseta de letrina	Unid	18.00	83,675.64
499	SISTEMA DE SANEAMIENTO			2,384,946.06
49901	Preliminares	Unid	1.00	21,344.38
49902	Taza sanitaria	Unid	37.00	408,556.40
49917	Obra de la trampa al pozo	Glb	1.00	270,757.55
49904	Conexión de taza a tanque séptico	Glb	1.00	206,822.70
49903	Tanque séptico	Glb	1.00	979,559.10
49918	Limpieza y entrega	Glb	1.00	8,783.97
49906	Pozo de absorción	Glb	1.00	489,121.96
A	COSTO DIRECTO			2,649,504.52
B	COSTO INDIRECTO			218,526.20
C	MANO DE OBRA COMUNITARIA			350,622.54
E	COSTO TOTAL			3,218,653.26

Fuente: Elaboración propia

4.6.2 Costo de personal

Esta alternativa de saneamiento no necesita personal para su operación debido a la tecnología que se implementa en su funcionamiento para la producción del servicio.

Tabla 22: Costos de operación:

CARGO	CANTIDAD	SALARIO MENSUAL (C\$)	SALARIO ANUAL (C\$)
Personal Sanitario	0.00	0.00	0.00
Operador de equipo de bombeo	0.00	0.00	0.00
Técnico	0.00	0.00	0.00
Ingeniero	0.00	0.00	0.00
TOTAL		0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

4.6.3 Costos de producción y mantenimiento

Para los sistemas in situ que se han propuesto encontramos lo siguiente:

1. Biodigestor Rotoplas: No posee costos de mantenimiento ya que el usuario puede realizar la purga de los lodos sin necesidad de utilizar equipo especializado y no requiere de productos químicos para realizar el tratamiento de las excretas.
2. Letrinas de hoyo seco ventilado: No requiere de químicos ni limpieza periódica, solamente un control rutinario del estado de la letrina.

Tabla 23: Costos de mantenimiento

CARGO	CANTIDAD	COSTO MENSUAL (C\$)	COSTO ANUAL (C\$)
Energía eléctrica	0.00	0.00	0.00
Productos Químicos	0.00	0.00	0.00
Combustibles y lubricantes	0.00	0.00	0.00
Herramientas	0.00	0.00	0.00
Tuberías y accesorios	0.00	0.00	0.00
Agua potable	0.00	0.00	0.00
Limpieza de pozo	0.00	0.00	0.00
TOTAL		0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

4.7 ESPECIFICACIONES AMBIENTALES GENERALES

La reparación, remplazo, ampliación y construcción de cualquier infraestructura puede producir efectos adversos sobre el medio ambiente si no se toman en consideración las medidas de mitigación necesarias.

Los impactos ambientales comúnmente asociados a los proyectos son la contaminación del aire por generación de polvo, contaminación de cuerpos de agua por arrastre de sedimentos y mala disposición de excretas del personal y producción de desechos sólidos de construcción. Estos efectos son generalmente de carácter temporal, con un área de influencia puntual o local, de

intensidad variable, mitigables y prevenibles con la aplicación de normas y medidas sencillas.

4.7.1 Disposición de excretas

Si el sitio de las obras, no dispone de sistema sanitario que pueda utilizar el personal del proyecto se deberá construir una letrina siendo el tipo de letrina según la zona de ubicación.

4.7.2 Disposición de materiales y residuos sólidos

Se entiende por materiales y residuos sólidos, los residuos de construcción o fabricación, materiales removidos, los escombros, sobrante de materiales, empaques de cemento, plásticos, madera, latas de pintura, varillas de hierro, ladrillos, solventes de pintura, tejas y láminas de zinc, etc.

Para disponer adecuadamente de los materiales y residuos sólidos, se seguirán los siguientes pasos:

Se recomienda separar el papel y la madera, que puedan ser usados como combustible, la tierra sobrante de excavación que se pueda disponer como relleno, los metales y los plásticos que se puedan reciclar.

Los materiales y escombros no reciclables deben ser enviados a botaderos municipales, donde existan. De no existir botadero autorizado, los desechos deben ser enterrados en sitios aprobados por el ingeniero supervisor.

Por ningún motivo se permitirá botar residuos en ríos o quebradas, calzadas, canales de aguas pluviales o causes, cuerpos de agua o cualquier otro sitio donde puedan ser causas de contaminación del ambiente o deterioro del paisaje.

4.7.3 Residuos líquidos

Los residuos líquidos como grasas, aceites y pintura con base de aceite, se le deberá dar una disposición final de acuerdo a las siguientes recomendaciones: las grasas y aceites se deberán almacenar en recipientes apropiados y podrán quemarse utilizándolos como combustible. Esto produce emisiones de partículas

como óxidos de azufre e hidrocarburos en forma temporal, pero es preferible que enterrarlas porque pueden contaminar los acuíferos y fuentes de agua potable.

Las pinturas con base de agua se pueden botar sobre los escombros y dejar evaporar el agua.

Por ningún motivo se permitirá verter los residuos líquidos en ríos o quebradas, calzadas, canales de aguas pluviales o causes, cuerpos de agua o cualquier otro sitio donde puedan ser causas de contaminación del ambiente o deterioro del paisaje.

4.7.4 Apertura de zanjas

Las zanjas que se excaven para la instalación de tuberías de agua potable o servida, tanques sépticos y pozos de absorción, deberán señalizarse con cinta naranja internacional, para evitar accidentes.

El material excavado se deberá depositar al lado de la misma y cubrir con plástico en época de lluvia, para evitar el arrastre de material por escorrentía. En época de sequía, se deberá humedecer el material para minimizar la producción de polvo. Si el material es inestable se deberá entibar las zanjas independientemente de la altura. Si el material es estable, se entibará a partir de 2.50 m.

4.7.5 Aguas residuales y servidas

Por ningún motivo se permite el estancamiento deliberado de aguas o el vertido de estas directamente a cuerpos de agua.

4.7.6 Tala de árboles y reemplazo de estos

Si la tala de árboles es requerida para la construcción del proyecto, el contratista deberá contar con el permiso respectivo de MARENA. Para cada árbol derribado, se extraerá el tronco y la raíz. Se rellenará el hueco provocado por la eliminación del árbol.

De acuerdo al reglamento del MARENA, por cada año que tenga el árbol derribado, se deberá sembrar tres arboles hasta un máximo de 25.

4.7.7 Potenciales impactos ambientales y medidas de mitigación

Con el fin de identificar los principales impactos negativos que la actividad agua y saneamiento en general puede ocasionar a los diversos factores del medio natural y social (suelo, agua, aire, flora y fauna, salud, desarrollo territorial y arqueológico), se presenta en la Matriz N° 1 y 2 la identificación de impactos y una serie de acciones y medidas generales para asegurar un adecuado manejo de los aspectos ambientales, sociales y saneamiento rural. En esta matriz se incluyen acciones y medidas específicas para cada obra u actividad en concreto que será la base para el manejo ambiental y social durante la preinversión y construcción u operación de la actividad en particular.

Matriz No 1: Identificación de impactos y medidas de mitigación para la opción seca (Letrina)

ACCIONES IMPACTANTES	EFECTOS	MEDIDAS DE MITIGACION
Trabajos de excavación y acabados de letrina	Producción de polvo	Humedecimiento de la tierra
	Producción de desechos	Selección del sitio receptor de los desechos. Recolección , transporte y disposición de los desechos
	Posible contaminación con el manto freático según profundidad de la excavación	Cambio de sitio
	Riesgo de inundación	Achique de agua. Obras de drenaje pluvial a lo externo del proyecto (canal de desagüe en los límites del área del proyecto)

Fuente: Guía de Opciones Tecnológicas de Saneamiento e Higiene - FISE

ACCIONES IMPACTANTES	EFECTOS	MEDIDAS DE MITIGACION
	Riesgo de accidentes	Colocación de señales preventivas. Restricción del acceso
Funcionamiento de letrina	Riesgo de contaminación por falta de higiene o por decisiones de localización	Colocación de señales preventivas. Restricción de acceso a los afluentes. Especificaciones técnicas de protección. Adecuado drenaje
	Riesgo de contaminación de las aguas subterráneas	Realizar investigaciones preliminares para definir el tipo de letrina (verificar distancia a pozos, profundidad del manto freático, tipos de suelo, hábitos y costumbres de la población)
	Molestia por malos olores debido a localización inapropiada	
	Pérdida de la inversión por selección incorrecta del tipo de letrina y el tipo de suelo	
	Riesgo de accidentes	Protección según el diseño

Fuente: Guía de Opciones Tecnológicas de Saneamiento e Higiene - FISE

ACCIONES IMPACTANTES	EFFECTOS	MEDIDAS DE MITIGACION
	Reducción del % de beneficiarios calculados en el diseño	Capacitación comunitaria
	El funcionamiento adecuado del proyecto impacta positivamente porque contribuye a elevar la calidad de vida de la población	

Fuente: Guía de Opciones Tecnológicas de Saneamiento e Higiene - FISE

Matriz No 2: Identificación de impactos y medidas de mitigación para la opción húmeda (Biodigestor)

ACCIONES IMPACTANTES	EFFECTOS	MEDIDAS DE MITIGACION
Trabajos preliminares (limpieza y descapote)	Producción de polvo	Humedeciendo la tierra
	Producción de desechos orgánicos e inorgánicos	Selección del sitio receptor de los desechos. Recolección, transporte y disposición de los desechos
Trabajos de excavación del biodigestor y campo de infiltración	Producción de polvo	Humedecimiento de la tierra
	Riesgo de inestabilidad de las paredes de la fosa del biodigestor	Proporcionar el corte de taludes en tierra firme de acorde Angulo de reposo y no en tierras arenosas

Fuente: Guía de Opciones Tecnológicas de Saneamiento e Higiene – FISE

ACCIONES IMPACTANTES	EFECTOS	MEDIDAS DE MITIGACION
	Riesgo de accidentes	Asegurarse de las medidas de seguridad para trabajadores que hagan la excavación de la fosa del biodigestor
	Producción de excretas	Construcción de letrinas provisionales
Funcionamiento del sistema	Riesgo de daños al sistema, de explosión y producción de malos olores	Capacitación en operación y mantenimiento del sistema. Respetar y evitar hacer daños en turbera enterrada y otros componentes del sistema. Elaborar manual de la operación y mantenimiento. Adoptar las medidas de seguridad con los gases combustibles del biodigestor
	Reducción del % de beneficiarios del proyecto calculados en el diseño	Censos y capacitación comunitaria

Fuente: Guía de Opciones Tecnológicas de Saneamiento e Higiene – FISE

ACCIONES IMPACTANTES	EFECTOS	MEDIDAS DE MITIGACION
	Riesgo de contaminación de las aguas subterráneas y escape de gases al sufrir roturas el biodigestor	La selección del sitio para la construcción del biodigestor debe ser en lugares donde el nivel freático del agua no sea muy superficial, es decir debe estar profundo. Escape de gases por condiciones climáticas adversas, por las acciones del hombre y los animales. No ubicar las zanjas de infiltración a menos de 20m de fuentes de abastecimiento de agua potable
	Deterioro del sistema ante deficiencias de mantenimiento del biodigestor que afecta la sostenibilidad del proyecto	Mantenimiento periódico: cada 6 meses hay que cambiar las telas metálicas dentro de la "T" de PVC. Revise la línea conductora de gas y busque posibles fugas. El sub producto del biodigestor es un abono orgánico de alta calidad. No arrojen este abono directamente a cuerpos de agua o fuentes de agua limpias

Fuente: Guía de Opciones Tecnológicas de Saneamiento e Higiene – FISE

4.8 ANALISIS DE EMPLAZAMIENTO

El análisis de emplazamiento consiste en identificar los posibles peligros o amenazas a los que se expone el proyecto en el sitio seleccionado de localización y en su área de influencia. Se trata de identificar aquellas amenazas naturales, socio naturales o antropológicas, que podrían afectar el proyecto durante su ejecución, pero aún más importante durante su operación.

4.8.1 Histograma de evaluación del emplazamiento

Es un instrumento que valora las características generales del sitio y el entorno donde se propone ubicar el proyecto en la comunidad para evitar o prevenir potenciales riesgos e impactos ambientales que atentan contra la sostenibilidad y la adaptabilidad del mismo.

La evaluación de cada componente se hará aplicándose valores obtenidos en la columna escala “E” y en la columna de peso “P” que se expresan en números redondos aproximados, los cuales significan:

- Valor de 3: Muy poca incidencia o relevancia ambiental del proyecto
- Valor de 2: Mediana incidencia o relevancia ambiental del proyecto
- Valor de 1: Alta incidencia ambiental del proyecto debe realizarse análisis más profundo y específicos

Tabla 24: Histograma De Emplazamiento

NOMBRE DEL PORYECTO	Saneamiento Mejorado Icalupe						
TIPO DE PORYECTO	Saneamiento rural						
ALCANCE DEL PROYECTO	Saneamiento						
COMPONENTE A CONSIDERAR	Letrinas/sistema inodoro con arrastre hidráulico						
UBICACIÓN DEL PROYECTO	Icalupe, Somoto Madriz						
VARIABLES	N/A	E	P	E	P	E	P
ORIENTACION	0	1	3	2	2	3	1
REGIMEN DE VIENTO	X						
PRECIPITACION	X						
RUIDOS	X						
CALIDAD DEL AIRE	X						
SISMICIDAD	X						
EROSION	X						
USO DE SUELO						X	
FORACION GEOLOGICA						X	
DESLIZAMIENTOS	X						
VULCANISMO						X	
RANGOS DE PENDIENTE	X						
CALIDAD DEL SUELO	X						
SUELOS AGRICOLAS	X						
HIDROLOGIA SUPERFICIAL						X	
HIDROGEOLOGIA						X	
MAR Y LAGOS						X	
AREAS PORTEGIDAS O ALTA SENSIBILIDAD	X						
CALADO Y FONDO	X						
ESPECIES NATIVAS	X						
SEDIMENTACION	X						
RADIO DE COBERTURA						X	
ACCESIBILIDAD	X						
CONSIDERACIONES URBANISTICAS	X						
ACCESO A LOS SERVICIOS	X						
DESECHOS SOLIDOS	X						
LINEAS ALTA TENSION	X						
PELIGRO DE INCENDIOS	X						

Fuente: Nuevo FISE

NOMBRE DEL PORYECTO	Saneamiento Mejorado Icalupe						
TIPO DE PORYECTO	Saneamiento rural						
ALCANCE DEL PROYECTO	Saneamiento						
COMPONENTE A CONSIDERAR	Letrinas/sistema inodoro con arrastre hidráulico						
UBICACIÓN DEL PROYECTO	Icalupe, Somoto Madriz						
INCOMPATIBILIDAD DE	X						
INFRAESTRUCTURAS							
FUENTES DE CONTAMINACION	X						
CONFLICTOS TERRITORIALES						X	
MARCO LEGAL						X	
SEGURIDAD CIUDADANA	X						
PARTICIPACION CIUDADANA						X	
PLAN DE INVERSION MUNICIPAL Y SOSTENIBILIDAD						X	
FRECUENCIA (F)	(Σ)						11
ESCALA X PESO X FRECUENCIA							33
PESO X FRECUENCIA							11
VALOR TOTAL (EXPXF/PXF)	3.00						
RANGOS	1-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3.0			

Fuente: Nuevo FISE. E: Escala P: Peso

El cálculo se realiza de la siguiente manera:

1. La frecuencia es la cantidad de veces que se repite una misma evaluación o escala dentro del histograma.
2. Luego multiplicamos el valor de $E \times P \times F$
3. Posteriormente multiplicamos $P \times F$
4. El valor total lo obtenemos al dividir $\frac{E \times P \times F}{P \times F}$ y el resultado se clasifica según los rangos determinados.

En base al valor total obtenido calculado anteriormente el cual es de 3.0 concluimos que el sitio del proyecto es poco vulnerable, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental. El sitio es elegible para el desarrollo de las inversiones.

4.8.2 Observaciones ambientales

Durante la operación del proyecto se generan impactos positivos, ya que solucionara el problema de la comunidad, no obstante durante la ejecución del proyecto es importante tomar en cuenta algunas medidas de mitigación como evitar la producción de polvo, humedeciendo la tierra sobrante de la excavación, tomar medidas para evitar accidentes con el foso o con el manejo de la caseta.

CAPITULO V: ANALISIS COSTO EFECTIVIDA

5.1 EVALUACION COSTO EFECTIVIDAD

Como se ha anticipado, los proyectos de saneamiento persiguen eliminar adecuadamente las aguas servidas. El proceso inicia con la generación de las aguas servidas, su conducción, tratamiento y disposición final. Desde una perspectiva técnica, las posibilidades para eliminar las aguas servidas son diversas, incluso más en el ámbito rural, en la que se tienen soluciones individuales o colectivas comunitarias, muchas de ellas pensadas en dar un uso productivo a los desechos, tales como las letrinas aboneras.

Desde una perspectiva de evaluación, los proyectos de saneamiento se evalúan con criterios de costo-efectividad, teniendo el supuesto que los proyectos son rentables y que todas las alternativas producen igual beneficio. Es evidente que pueden identificarse beneficios asociados con la eliminación de las aguas servidas, vinculados principalmente a la mejora de la salud y de las condiciones medioambientales, por reducción de la contaminación. Pero la valoración de dichos beneficios es compleja y costosa. De ahí que muchas veces es preferible elegir por mínimo costo.

5.2 INDICADOR ECONOMICO O INDICADOR DE COSTO - EFECTIVIDAD

Las líneas de corte son normas que miden el nivel de eficiencia y eficacia de la inversión, a través de los cuales se determina la viabilidad de un proyecto por medio de indicadores.

Como indicador de costo eficiencia utilizaremos uno normado por el NUEVO FISE que es la institución encargada de gestionar programas y proyectos de inversión social sostenible en agua segura, saneamiento e higiene.

Tabla 25: Indicador económico norma FISE

	INDICADOR ECONOMICO	NORMA FISE INVERSION/BENEF
A	Inversión por foso, brocal, caseta, plancha	U\$ 1,950.40
B	Inversión por beneficiario de alcantarillado	U\$ 420.00

Fuente: Nuevo FISE

La tasa de cambio con respecto al dólar que usaremos para convertir el costo por beneficiario en córdobas a dólares es dada por el banco central y equivale a U\$/C\$ 35.43

5.3 ANALISIS COSTO - EFECTIVIDAD

Para determinar si la alternativa que hemos formulado es viable procederemos a realizar el cálculo de la relación que existe entre el costo de la inversión por beneficiario el cual encontramos en nuestra estimación de la inversión y el indicador económico de NUEVO FISE el cual nos indica el costo máximo de inversión para que una alternativa sea elegible.

Para esto tomamos los costos de inversión de cada opción que intervienen en ellas para el periodo de inversión del proyecto en el año uno:

Tabla 26: Costo de opción seca

COD	DESCRIPCION	U/M	CANT	COSTO C\$
501	LETRINA SENCILLA REVESTIDA			553,316.01
50102	Enchape de foso	Unid	18.00	134,847.57
50103	Losa plancha y banco	Unid	18.00	46,035.25
50104	Caseta de letrina	Unid	18.00	83,675.64
49917	Obra de la trampa al pozo	Glb	1.00	270,757.55

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Costos de opción húmeda

COD	DESCRIPCION	U/M	CANT	COSTO C\$
499	SISTEMA DE SANEAMIENTO			2,084,060.17
49902	Taza sanitaria	Unid	37.00	408,556.40
49904	Conexión de taza a tanque séptico	Glb	1.00	206,822.70
49903	Tanque séptico	Glb	1.00	979,559.10
49906	Pozo de absorción	Glb	1.00	489,121.96

Fuente: Elaboración propia

Para calcular la relación costo – eficiencia tomamos el indicador económico y lo dividimos entre el costo de inversión de cada opción dándonos como resultado lo siguiente la relación costo - eficiencia:

$$RC/E = \frac{U\$ 1,950.00}{U\$ 886.90} = 2.24$$

Tabla 28: Relación de costo-eficiencia

INDICADOR	BENEF	COSTO C\$	INVERSION/ BENEF C\$	INVERSION/ BENEF U\$	NORMA FISE U\$	RELACION COSTO/ FICIENCIA
A	18.00	553,316.01	30,739.77	866.90	1,950	2.24
B	185	2,084,060.17	11,265.19	317.69	420	1.32

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar la relación costo eficiencia obtenidas son mayor que 1, por tanto, la alternativa de saneamiento planteada es viable ya que los costos de inversión son menores a los costos del indicador económico.

CONCLUSIONES

- Se ha logrado realizar una correcta identificación del proyecto con un análisis prospectivo de la problemática que atraviesa la comunidad, determinando los factores negativos y sus causas, estableciendo objetivos y medios que nos guiaron a formular una alternativa viable que dará solución al problema que presenta la comunidad.
- La evidencia que presentamos anteriormente nos demuestra que la demanda del servicio de saneamiento sobrepasa en gran medida la oferta existente, siendo necesario la ejecución del proyecto ya que este cubrirá el déficit.
- El análisis técnico de la alternativa propuesta nos dice que esta se ajusta a las condiciones físicas, sociales y económicas de la comunidad beneficiaria y se cumple el objetivo de mejorar las condiciones de vida de la población, así mismo la de contribuir a mantener y/o mejorar la calidad ambiental del sitio.
- El sitio donde se emplazará el proyecto es viable para su desarrollo, ya que presenta una buena calidad ambiental y los factores ambientales no presentan alteraciones importantes.
- Luego de realizar el análisis costo - efectividad en base a los criterios normados por el FISE concluimos que la ejecución de la obra es factible desde el punto de vista económico ya que los costos de inversión no superan los indicadores económicos.

RECOMENDACIONES

- El documento a nivel de perfil nos ayuda a identificar y evaluar de manera preliminar las alternativas de solución, por tanto, se recomienda invertir en estudios de perfectibilidad para la alternativa seleccionada con el fin de disminuir el nivel de incertidumbre.
- Los demandantes que no cuenten con el servicio de saneamiento deben informarse sobre métodos suplementarios que les ayude a evitar enfermedades y contaminación al medio ambiente en medida que se ejecute el proyecto.
- Si bien el sitio donde se emplazara el proyecto no presenta grandes alteraciones se deben seguir con el análisis de vulnerabilidad con el fin de anticipar amenazas que podrían causar daños o pérdidas al proyecto.
- La comunidad debe impulsar métodos de aprovechamiento de los lodos originados por el proceso de tratamiento del sistema biodigestor el cual puede aportar al mejoramiento de los cultivos.
- El análisis de costo – efectividad realizado nos dice que la alternativa analizada es conveniente, por tanto, es adecuado esperar los resultados del estudio de prefactibilidad que demuestren su rentabilidad para poder ejecutar el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. AA. VV. (2007). Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano. CEDEX. ISBN 978-84-7790-438-0.
2. Hernández Muñoz, Aurelio (1997). Saneamiento y alcantarillado. Vertidos residuales (5ª edición). Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. ISBN 84-380-0124-6.
3. Catalá Moreno, Fernando (1992). Cálculo de caudales en las redes de saneamiento (2ª edición). Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. ISBN 84-600-7282-7.
4. Jiménez Gallardo, Roberto (1999). Contaminación por escorrentía urbana. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. ISBN 84-380-0157-2.
5. Metodología De Preinversión Para Proyectos de Agua y Saneamiento – Ministerio De Hacienda Y Crédito Publico
6. Metodología General De Formulación Nicaragua - Ministerio De Hacienda Y Crédito Publico
7. Guía de Opciones Tecnológicas de Saneamiento e Higiene - Nuevo FISE
8. Manual de Ejecución de Proyectos de Saneamiento - Nuevo FISE
9. Muestreo de costos unitarios y complejos – Nuevo FISE
10. <https://www.autopromotores.com/proyecto/evacuacion-y-saneamiento/>
11. <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/sistemas-de/sistemas-de-saneamiento-recomendados-5/sistema-de-tratamiento-de-aguas-negras-con-infiltraci%C3%B3n>
12. Localización: <http://www.rupestreweb.info/piedraspintadas.html>
13. https://www.google.com.ni/search?dcr=0&sxsrf=ALeKk004oTYS0LDOF69UjoP8_2srvkVsVw%3A1597011211660&source=hp&ei=C3UwX4zIJeGh_Qan1YzoCA&q=etapas+de+formulacion+de+proyectos+nicaragua&oq=etapas+de+&gs_lcp=CgZwc3ktYWIQARgAMgQIIxAnMgQIIxAnMgQIIxAnMgIIADICCAyAggAMgIIADICCAyAggAMgIIADoECAAQCIahWLw_YOhPaAZwAHgAgAH

ABogBiCySAQ0wLjQuNC40LjEuMi4xmAEAoAEBqgEHZ3dzLXdpeg&sclient=
psy-ab

14. <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Sanemiento-Capitulo4.pdf>

15. https://rotoplas.com.mx/wp-content/uploads/2018/06/ficha_biodigestor.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Presupuesto del proyecto saneamiento Icalupe

COD	DESCRIPCION	U/M	CAN	PRECIO	TOTAL
501	LETRINA SENCILLA REVESTIDA				C\$ 264,558.46
50102	Enchape de foso				C\$ 134,847.57
03957	Foso para letrina sencilla revestida enchape ladrillo cuarterón con 1 hilada de grada	UNID	18.00	C\$ 7,491.53	C\$ 134,847.57
50103	Losa plancha y banco				C\$ 46,035.25
94473	Losa y banco de fibra de vidrio para letrina sencilla fijación a estructura metálica	UNID	18.00	C\$ 1,849.98	C\$ 33,299.64
95095	Manguera de polietileno de 16mm	ML	18.00	C\$ 7.91	C\$ 142.32
04295	Pozo recolector de orina de 0.30m x 0.30m, Prof.= 0.50m para letrina sencilla	UNID	18.00	C\$ 120.41	C\$ 2,167.42
94560	Separador de fibra de vidrio para orina para asiento de letrina	UNID	18.00	C\$ 579.22	C\$ 10,425.87
50104	Caseta de letrina				C\$ 83,675.64
94474	Rotulo leyenda	UNID	18.00	C\$ 101.85	C\$ 1,833.33
94401	Forro de lámina lisa de zinc cal. 28 , una cara sobre estructura metálica para paredes de caseta de letrina sencilla (en planta 0.82m x 1.01m)	UNID	18.00	C\$ 1,419.40	C\$ 25,549.21
95904	Cubierta de techo de lámina ondulada de zinc cal. 28 sobre estructura metálica de caseta sencilla (0.97m x 1.47m)	UNID	18.00	C\$ 202.05	C\$ 3,636.83
03960	Estructura de acero (a-36) y tubo rectangular de 1"x1 1/2" para caseta de letrina sencilla. Incluye tubo PVC sdr-26 de 1 1/2" para ventilación	UNID	18.00	C\$ 2,925.35	C\$ 52,656.26

Fuente: Elaboración propia y muestreo de costos unitarios primarios y complejos de nuevo FISE

COD	DESCRIPCION	U/M	CAN	PRECIO	TOTAL
499	SISTEMA DE SANEAMIENTO				C\$2,384,946.06
49901	Preliminares				C\$ 21,344.38
04277	Rotulo tipo FISE	UNID	1.00	C\$ 21,344.38	C\$ 21,344.38
49902	Taza sanitaria	UNID	37.00		C\$ 408,556.40
92375	Salida de tubo redondo de PVC, d=1 1/2" sdr-26 con una tee san lisa de PVC, d=1 1/2" con altura de 3.00m para ventilación	UNID	37.00	C\$ 493.31	C\$ 18,252.34
94474	Rotulo leyenda	UNID	37.00	C\$ 101.85	C\$ 3,768.51
93497	Piso de concreto de 2500 psi, t= 0.05m, sin refuerzo (embaldosado)	M ²	70.30	C\$ 672.61	C\$ 47,284.60
92472	Llave cromada de Angulo de 1/2"x3/8" con tubo flexible metálico de 3/8"	JGO	37.00	C\$ 253.99	C\$ 9,397.52
05374	Estructura de angulares de acero de 1½"x1½", esp.=1/16" y tubo rectangular de hierro de 1"x1½" p/caseta letrina de 0.82mx1.20m(no incl. Tubo ven(incl.pi	UNID	37.00	C\$ 2,953.74	C\$ 109,288.34
96821	Cubierta de techo de lámina ondulada de zinc cal. 28 sobre estructura metálica para caseta de letrina sencilla (1.50m x 1.60m)	UNID	37.00	C\$ 433.84	C\$ 16,052.02
96149	Codo liso de PVC d= 1/2"x90° s40	UNID	37.00	C\$ 12.09	C\$ 447.44
96822	Forro de lámina lisa de zinc cal. 28 , una cara sobre estructura metálica para paredes de caseta de letrina sencilla (en planta 0.82m x 1.20m)	UNID	37.00	C\$ 1,409.19	C\$ 52,140.21
92168	Inodoro de porcelana modelo económico con accesorios	UNID	37.00	C\$ 4,031.05	C\$ 149,148.94
92177	Tubería de PVC d= 1/2" sdr-13.5. No incluye excavación	ML	111.00	C\$ 25.01	C\$ 2,776.48

Fuente: Elaboración propia y muestreo de costos unitarios primarios y complejos de nuevo FISE

COD	DESCRIPCION	U/M	CAN	PRECIO	TOTAL
49917	Obras de la trampa al pozo				C\$ 270,757.55
92177	Tubería de PVC diám.=½" (sdr-13.5) (astm d2241) (junta cementada) (no incl. Excavación)	ML	165.00	C\$ 25.01	C\$ 4,127.19
93448	Tubería de PVC diám.=2" (sdr-41) (astm d2665) para dwv(drain-waste-vent) drenaje-desechos-ventilación) (junta cementada) (no incl. Excavación)	ML	55.00	C\$ 78.55	C\$ 4,320.07
92244	Válvula (o llave) de chorro de bronce Diám. = ½" para agua potable	UNID	55.00	C\$ 341.20	C\$ 18,765.73
03845	Trampa de grasa de concreto de 2,500 psi ref.+pared de ladrillo cuarterón de 0.50mx0.55m,alto=0.50m+1 codo+1 tee(incl. Repello y fino cor)(no incl.exc.	UNID	55.00	C\$ 1,831.64	C\$ 100,740.43
93801	Lavadero sencillo de concreto ref. Ancho=0.63m,alto=0.63m (de 2 partes:1 fondo estriado y 1 pileta) de fabricación nacional(no incl. Llave de chorro)	UNID	55.00	C\$ 1,485.11	C\$ 81,681.16
92027	Formaleta de madera de pino para viga asismica de 2 caras de 0.20m	ML	41.25	C\$ 269.64	C\$ 11,122.80
94966	Codo liso de PVC diám.=2", 90° (SCH 40) (astm d2466) junta cementada	UNID	55.00	C\$ 81.36	C\$ 4,474.72
04266	Bordillo de concreto de 3,000 psi sin ref. Ancho = 0.10 m, alto = 0.15 m con acabado fino llaneado	ML	220.00	C\$ 77.74	C\$ 17,103.00
05207	Losa de concreto de 2,500 PSI Esp.=0.06m, sin ref. (no incl. Excavación, ni acabados)	M²	82.50	C\$ 344.51	C\$ 28,422.45

Fuente: Elaboración propia y muestreo de costos unitarios primarios y complejos de nuevo FISE

COD	DESCRIPCION	U/M	CAN	PRECIO	TOTAL
49904	Conexión de taza a tanque séptico				C\$ 206,822.70
96195	Reductor sanitario liso de PVC de 4" x 2"	UNID	37.00	C\$ 174.96	C\$ 6,473.48
04526	Caja de registro de concreto de 3,000 psi ref.+pared de ladrillo cuarterón de ancho 1=0.50m,ancho 2=0.50m,alt.=0.60m con repello corriente	UNID	37.00	C\$ 1,311.39	C\$ 48,521.57
93899	Tee reductora lisa de PVC de 4" a 2" (SCH 40)	UNID	37.00	C\$ 487.66	C\$ 18,043.35
96079	Tee sanitaria lisa de PVC diám.=2"(sdr-41)	UNID	37.00	C\$ 289.94	C\$ 10,727.61
92907	Tee sanitaria lisa de PVC diám.=4"	UNID	37.00	C\$ 466.50	C\$ 17,260.55
94215	Tubería de PVC diám. =4" (sdr-41) (astm d2665) para dwv (drain-waste-vent) junta cementada (no incl. Excavación)	ML	185.00	C\$ 205.71	C\$ 38,056.17
94215	Tubería de PVC diám.=4" (sdr-41) (astm d2665) para dwv (drain-waste-vent) junta cementada (no incl. Excavación)	ML	329.30	C\$ 205.71	C\$ 67,739.97
49903	Tanque séptico				C\$ 979,559.10
96681	Tanque cilíndrico de plástico (biodigestor) color negro Cap.=600 LITROS,Alt.=1.47m,fondo tolva, no incl.can(incl.válv.pvc diám.=2")(no incl.exc)pr mayo	UNID	29.00	C\$ 6,188.05	C\$ 179,453.37
96654	Tanque cilíndrico de plástico (biodigestor) color negro Cap.=900 LITROS,Alt.=1.60m,FONDO TOLVA (INCL.VÁLV.PVC Diám.= 2" Y CANASTA)(NO INCL. EXC.)	UNID	8.00	C\$ 11,187.86	C\$ 89,502.88
94371	Tapón hembra de hierro galvanizado diám. = 3"	UNID	37.00	C\$ 345.68	C\$ 12,789.99
94006	Tee lisa de PVC diám.=2" (SCH 40) (astm d2466) junta cementada	UNID	37.00	C\$ 116.00	C\$ 4,292.02

Fuente: Elaboración propia y muestreo de costos unitarios primarios y complejos de nuevo FISE

COD	DESCRIPCION	U/M	CAN	PRECIO	TOTAL
04019	Caja de registro de concreto de 3,000 psi ref.+pared de ladrillo cuarterón de ancho 1=0.60m, ancho 2=0.60m, alt.=1.05m con repello y fino corri(incl.exc	UNID	37.00	C\$ 2,639.09	C\$ 97,646.18
92012	Explotación o corte (con tractor sobre orugas d-6d) en banco de préstamo	M ³	68.08	C\$ 108.68	C\$ 7,398.82
95433	Acarreo (con camión volquete) de mat.selecto a 1 km,carga manual (incl.derecho de explotación	M ³	88.80	C\$ 182.10	C\$ 16,170.48
05055	Losa de concreto de 3,000 PSI Esp.=0.05m, REF.#3 @0.15m en A/D (no incl. Excavación, ni acabados)	M ²	109.52	C\$ 678.66	C\$ 74,326.97
93399	Malla electro soldada de varillas de hierro en cuadros de 6" x 6", Diám.=4.88 mm	M ²	29.97	C\$ 136.03	C\$ 4,076.94
96680	Mezcla manual de arena-cemento proporción 1:5 (c:s) (1 de cemento y 5 de arena, no incl. Acarreo de material)	M ³	45.88	C\$ 2,228.17	C\$ 102,228.36
96679	Mezcla manual de suelo-cemento proporción 1:10 (c: s) (1 de cemento y 10 de suelo, no incl. Acarreo de material. Selecto)	M ³	75.11	C\$ 1,209.73	C\$ 90,862.44
94946	Niple de hierro galvanizado Diám. =3", L=0.125 m	UNID	37.00	C\$ 591.99	C\$ 21,903.45
94491	pared de ladrillo trapezoidal (tipo sapo) de barro cuarteron de ancho=de 2" a 4", alt.=3", l=0.20m(8") para pozo de visita (usando madera de pino)	M ²	180.56	C\$ 1,544.68	C\$ 278,907.20
49918	Limpieza y entrega				C\$ 8,783.97
04389	Placa conmemorativa de aluminio de 0.65m x 0.42m (pgc)	UNID	1.00	C\$ 6,386.41	C\$ 6,386.41
03392	Pedestal de concreto de 2,500 psi ref. Con repello y fino corriente (incl. Exc.) Para placa conmemorativa	UNID	1.00	C\$ 2,397.56	C\$ 2,397.56

Fuente: Elaboración propia y muestreo de costos unitarios primarios y complejos de nuevo FISE



COD	DESCRIPCION	U/M	CAN	PRECIO	TOTAL
49906	Pozo de absorción				C\$ 489,121.96
94006	Tee lisa de PVC diám.=2" (SCH 40) (astm d2466) junta cementada	UNID	37.00	C\$ 116.00	C\$ 4,292.02
93448	Tubería de PVC diám.=2" (sdr-41) (astm d2665) para dwv(drain-waste-vent) drenaje-desechos-ventilación) (junta cementada) (no incl. Excavación)	ML	111.00	C\$ 78.55	C\$ 8,718.68
94491	Pared de ladrillo trapezoidal (tipo sapo) de barro cuarterón de ancho=de 2" a 4",alt.=3",l=0.20m(8") para pozo de visita (usando madera de pino)	M ²	280.25	C\$ 1,544.68	C\$ 432,896.23
93353	Hierro (en varillas) corrugado (grado 40) diám. <= al no. 4	LBS	1003.44	C\$ 22.73	C\$ 22,807.09
93009	Concreto de 3,000 psi (mezclado a mano) (no incl. Fundida)	M ³	5.18	C\$ 3,939.76	C\$ 20,407.94
	COSTO DIRECTO				C\$2,649,504.52

Fuente: Elaboración propia y muestreo de costos unitarios primarios y complejos de nuevo FISE

Anexo 2: Cronograma de ejecución de obra

No	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	DURACION (SEMANAS)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
				17.00																		
	PRELIMINARES	GLOB	1.00	1.00																		
	LETRINAS	UNID	18.00	5.00																		
	SUMINISTRO E INSTALACION DE PLANCHA Y BANCO	UNID	18.00	4.00																		
	LOSA Y BANCO DE FIBRA DE VIDRIO PARA LETRINA SENCILLA FIJACION A ESTRUCTURA METALICA	UNID	18.00	4.00																		
	SEPARACION DE FIBRA DE VIDRIO PARA ORINA PARA ASIENTO DE LETRINA	UNID	18.00	4.00																		
	SISTEMA DE SANEAMIENTO	UNID	37.00	16.00																		
	TAZA SANITARIA	UNID	37.00	11.00																		
	CONEXIÓN DE TAZA A TANQUE SEPTICO	ML	260.00	11.00																		
	TANQUE SEPTICO	UNID	37.00	11.00																		
	CONEXIÓN DEL TANQUE SEPTICO AL POZO DE ABASORCION	ML	329.30	11.00																		
	POZOS DE ABSORCION	UNID	37.00	11.00																		
	OBRAS DE LA TRAMPA AL POZO	UNID	37.00	10.00																		
	LIMPIEZA Y ENTREGA	GLOB	1.00	3.00																		
	TOTAL	GLOB	1.00	17.00																		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Listado de familias beneficiarias y unidades de saneamiento

No	NOMBRE Y APELLIDO	NO. CEDULA	UNIDAD DE SANEAMIENTO
1	Eduardo Moncada	482-081054-0002V	SI-3
2	Roque Flores Elvir	483-160849-0000V	LS-2
3	Dagoberto Emilio Ortiz Jiménez	321-090254-0002Y	LS-2
4	Elena Josefina Ortiz Mendoza	321-250220-0001S	LS-2
5	Félix Roberto Ortiz Montoya	321-040465-0001Q	SI-3
6	Olman Iván Ortiz González	321-060274-0004L	LS-2
7	Karen Suyapa Moncada Ortiz	321-251090-0001P	SI-3
8	Oscar Alberto Montoya Sánchez	321-180793-0002P	LS-2
9	Martina Fúnez García	484-251254-0000W	SI-3
10	Isaías Salvador Ortiz Rueda	321-290989-0000V	SI-3
11	María Magdalena Rueda	321-210750-0000C	SI-3
12	Ramón Alfredo Ortiz Barrantes	321-300535-0000U	SI-3
13	Vidal Rueda	321-200554-0000Q	SI-3
14	Oscar Danilo Montoya Ortiz	321-310168-0005S	SI-3
15	Oscar Uriel Rueda Ortiz	321-151185-0003D	LS-2
16	José Cristino Sánchez	321-130256-0000U	LS-2
17	Saúl Ambrosio Ortiz Zelaya	321-081268-0000A	LS-2
18	Santos Eriberto Guzmán Aguilera	482-270182-0001D	LS-2
19	Reina María Ortiz	321-050970-0001X	SI-3
20	María Francisca Guzmán Beltrand	482-270172-0000D	LS-2
21	Rosas Digna Ortiz	321-120737-0001E	SI-3
22	Raúl Armando Flores Sierra	483-140270-0000N	SI-3
23	Adán Adalid Flores Sierra	483-280874-0000L	SI-3
24	Edert Emilio Ortiz Machado	086-250390-0001G	LS-2
25	José Santos Flores Sierra	483-050370-0000A	SI-3
26	Noel Neptali Ortiz	483-201190-0000B	LS-2
27	Luis Humberto Flores	321-181057-0001D	SI-3
28	José Rogelio Zelaya	482-160969-0000B	LS-2
29	Ever Osmar Muñoz Ramírez	487-240288-0000G	SI-3
30	Ramón Ernesto Flores	321-030660-0001D	SI-3
31	Santiago Alonso Ortiz Barrientos	321-250756-0001E	SI-3
32	Denis Rodolfo Colindres	321-270474-0001R	SI-3
33	Gustavo Adolfo Ortiz Zelaya	321-180360-0000Q	SI-3
34	Santos Guzmán Raudales	321-111123-0000D	SI-3
35	Jorge Noel Ortiz Rodríguez	321-220479-0002E	SI-3
36	José de la Cruz Cáceres Sánchez	482-030476-0000C	SI-3
37	José Andrés Sánchez Guzmán	482-230159-0000T	SI-3

Fuente: FISE

No	NOMBRE Y APELLIDO	NO. CEDULA	UNIDAD DE SANEAMIENTO
38	Rómulo Humberto Pozo Zelaya	493-141188-0000X	SI-3
39	Celio Ramón Ortiz Rueda	321-240385-0003N	SI-3
40	Benjamín Sánchez Gradiz	321-210378-0003C	SI-3
41	Rene Antonio Sánchez	321-040786-0003X	SI-3
42	Trinidad Sánchez Gradiz	321-200363-0000D	SI-3
43	Luis Armando Sánchez Gradiz	321-171267-0001K	SI-3
44	Noel Antonio Rueda Ortiz	321-170284-0001C	SI-3
45	Mauro Mendoza Maradiaga	483-140369-0000A	LS-2
46	Marlon Santiago Ortiz González	321-120376-0000Q	LS-2
47	Juan Carlos Ortiz Mendoza	483-130590-0000W	LS-2
48	José Maximino Contreras Colindres	321-290578-0002G	SI-3
49	José David Zelaya Montoya	481-051296-0000H	SI-3
50	Nelson Umanzor	321-070875-0005X	SI-3
51	Marvin Alexis Fúnez	483-091276-0000K	SI-3
52	Digna Lastenia Sánchez Gradiz	321-200472-0005R	SI-3
53	Fredy Martin Ortiz Rueda	321-300179-0000A	LS-2
54	Mirna Amparo Ortiz	321-020281-0002M	SI-3
55	Henry Luis Flores Sánchez	481-100480-0005J	LS-2

Fuente: FISE

Anexo 4: Calculo de infiltración para pozos de absorción

DATOS GENERALES	
R = Radio de pozo inferior (m)	0.2 m
h1 = Altura inicial del agua (m)	
D = descenso (m)	
h2 = Altura final del agua (m)	
T2 = Tiempo de lectura final	
T1 = Tiempo de lectura inicial	
Dotación de agua para inodoro	30 Lpd
Dotación de agua para lavamanos	4 Lpd
Índice poblacional	6 Habitante
W = Base de la zanja de infiltración	0.9 m
H = Altura de la zanja de infiltración	0.65 m

Fuente: FISE

Muestreo No: 1

R (m)	T 1hr	T 2hr	H1 (m)	D (m)	H2 (m)	F (m/h)	F (m/h)	F (m/h)	A (m²)	Ti L/m²/día
0.2	0	1	0.6	0.06	0.54	0.00089612	0.215069	8.96122	0.95	215.07
0.2	1	2	0.54	0.03	0.51	0.0048009	0.115222	4.80092	1.77	115.22
0.2	2	3	0.51	0.02	0.49	0.0033336	0.080007	3.33364	2.55	80.01
0.2	3	4	0.49	0.05	0.44	0.0088553	0.212528	8.85534	0.96	212.53
0.2	4	5	0.44	0.03	0.41	0.0057158	0.13718	5.711584	1.49	137.18
0.2	5	6	0.41	0.03	0.38	0.0060625	0.145499	6.06246	1.4	145.5

Fuente: FISE



Muestreo No: 2

R (m)	T 1hr	T 2hr	H1 (m)	D (m)	H2 (m)	F (m/h)	F (m/h)	F (m/h)	A (m ²)	Ti L/m ² /dia
0.2	0	1	0.6	0.12	0.48	0.0188052	0.451325	18.80522	0.45	451.33
0.2	1	2	0.48	0.04	0.44	0.0071459	0.171502	7.1459	1.19	171.5
0.2	2	3	0.44	0.02	0.416	0.0045462	0.10911	4.54624	1.87	109.11
0.2	3	4	0.416	0.03	0.387	0.0057843	0.138822	5.78426	1.47	138.82
0.2	4	5	0.387	0.02	0.37	0.0035531	0.085275	3.55314	2.39	85.28
0.2	5	6	0.37	0.03	0.341	0.0063688	0.152851	6.36878	1.33	152.85

Fuente: FISE

Muestreo No: 3

R (m)	T 1hr	T 2hr	H1 (m)	D (m)	H2 (m)	F (m/h)	F (m/h)	F (m/h)	A (m ²)	Ti L/m ² /dia
0.15	0	1	0.6	0.04	0.555	0.0051745	0.124187	5.17447	1.64	124.19
0.15	1	2	0.555	0.06	0.5	0.0068512	0.16443	6.851123	1.24	164.43
0.15	2	3	0.5	0.04	0.46	0.0054077	0.129786	5.40775	1.57	129.79
0.15	3	4	0.46	0.04	0.42	0.0058282	0.139876	5.82817	1.46	139.88
0.15	4	5	0.42	0.04	0.38	0.0063195	0.151669	6.31953	1.35	151.67
0.15	5	6	0.38	0.04	0.34	0.0069014	0.165634	6.90142	1.23	165.63

Fuente: FISE

ANEXO 5: PLANOS DEL PROYECTO