

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“NIVEL DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE
BIODIGESTORES EN EL CASERÍO EL TÍNGO –
CELENDÍN, CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Marco Antonio Aguilar Aliaga

Asesor:

Ing. Dr. Orlando Aguilar Aliaga

Cajamarca - Perú

2018



ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Bach. Marco Antonio Aguilar Aliaga

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: NIVEL DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE BIODIGESTORES EN EL CASERÍO EL TINGO – CELENDÍN, CAJAMARCA para aspirar al título profesional de: Ingeniero civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** para su presentación.

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis del estudiante: Bach. Marco Antonio Aguilar Aliaga para aspirar al título profesional con la tesis denominada: NIVEL DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE BIODIGESTORES EN EL CASERÍO EL TINGO – CELENDÍN, CAJAMARCA.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing. Roger Cerquin Quispe

Jurado
Presidente

Ing. Erlyn Salazar Huamán

Jurado

Ing. Iván Mejía Díaz

Jurado

DEDICATORIA

A mis padres, por ser las personas más importantes en mi vida, que siempre estuvieron listos para brindarme toda su ayuda, ahora me toca regresar poco a poco todo lo inmenso que me han brindado hasta el día de hoy. Con todo cariño esta tesis se la dedico a ustedes.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer, en primer lugar, a Dios Todopoderoso que nos conserva con vida, con salud e inteligencia, nos guía y cuida por siempre.

A la Universidad Privada Del Norte, en especial a la Carrera de Ingeniería Civil, a sus docentes y personal administrativo.

TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	24
CAPÍTULO III. RESULTADOS	27
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	63
REFERENCIAS	66
ANEXOS	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de instalación de biodigestores	5
Tabla 2. Indicadores de operación y mantenimiento de biodigestores	57
Tabla 3. Encuesta de satisfacción a usuarios del servicio de saneamiento (sistema con biodigestor)	58
Tabla 4. Resultados de las viviendas / inspeccionadas en saneamiento (biodigestor)	59
Tabla 5. Nivel de eficiencia del sistema de biodigestor en el caserío El Tingo	61
Tabla 6. Nivel de eficiencia del servicio de saneamiento con biodigestor en el caserío El Tingo, provincia de Celendín.	62

Figura N ° 1: Detalles y especificaciones generales de un tanque biodigestor.	13
Figura N ° 2. Uso de un tanque biodigestor.	14
Figura N ° 3. Recomendaciones de un tanque biodigestor.	15
Figura N ° 4. Nivel de cumplimiento en distancia de cuerpos de agua.	28
Figura N ° 5. Nivel de cumplimiento caja de registro.	29
Figura N ° 6. Nivel de calidad de la instalación del biodigestor.	30
Figura N ° 7. Nivel de cumplimiento en accesibilidad al tanque biodigestor.	31
Figura N ° 8. Nivel de cumplimiento en filtro percolador	32
Figura N ° 9. Nivel de cumplimiento en ventilación del biodigestor.	33
Figura N ° 10. Nivel de cumplimiento en caja de registro y caja de válvulas.	34
Figura N ° 11. Nivel de cumplimiento en retiro de lodos.	35
Figura N ° 12. Nivel de cumplimiento en sistema de drenaje (infiltración).	36
Figura N ° 13. Fallas en funcionamiento de biodigestores.	37
Figura N ° 14. Protección durante el mantenimiento.	38
Figura N ° 15. Mantenimiento de filtros.	39
Figura N ° 16. Tipos de agua que van a los biodigestores.	40
Figura N ° 17. Frecuencia del retiro de lodos.	41
Figura N ° 18. Disposición de lodo tratado.	42
Figura N ° 19. Uso de lodos tratados en viviendas de El Tingo.	43
Figura N ° 20. Nivel de asistencia técnica para la operación y mantenimiento.	44
Figura N ° 21. Nivel de solución a averías o similares.	45
Figura N ° 22. Durabilidad del sistema de tratamiento.	46
Figura N ° 23. Satisfacción en la implementación de biodigestores.	47

<i>Figura N ° 24.</i> Percepción de usuarios si el tratamiento con biodigestores perjudica al ambiente.	48
<i>Figura N ° 25.</i> Necesidad de capacitación a usuarios antes de la implementación del biodigestor.	49
<i>Figura N ° 26.</i> Organización de la comunidad para gestionar el saneamiento.	50
<i>Figura N ° 27.</i> Seguimiento en el funcionamiento de los biodigestores.	50
<i>Figura N ° 28.</i> Influencia del tratamiento de aguas residuales en la salud de las familias.	51
<i>Figura N ° 29.</i> Preocupación de la municipalidad por la salud de la población.	52
<i>Figura N ° 30.</i> Posibilidad de invertir en instalar un biodigestor sin apoyo municipal.	53
<i>Figura N ° 31.</i> Priorización municipal por los servicios de saneamiento.	54
<i>Figura N ° 32.</i> Demanda familiar por los servicios de saneamiento.	55
<i>Figura N ° 33.</i> Mapa de Cajamarca.....	78
<i>Figura N ° 34.</i> Mapa de Celendín	79
<i>Figura N ° 35.</i> El Tingo – José Gálvez	79

RESUMEN

La presente investigación buscó determinar el nivel de eficiencia del sistema de biodigestores en el caserío El Tingo, distrito de José Gálvez, provincia de Celendín. En esta investigación se diseñaron tres instrumentos de recolección de datos: Instalación de biodigestores, operación – mantenimiento de biodigestores y encuesta de satisfacción de los usuarios. Los instrumentos de recolección de datos se aplicaron en el mes de mayo del 2018. Los resultados finales después de ponderar los puntajes y valoraciones en los componentes: Instalación de biodigestores, Operación – mantenimiento y percepción de los usuarios sobre el servicio determina que, en 3 viviendas, que representa el 15% de la muestra, se obtiene un nivel de eficiencia en el sistema de tratamiento con biodigestor en grado DEFICIENTE; 14 viviendas, que representa el 70% de la muestra, se obtiene un nivel de eficiencia en el sistema de tratamiento con biodigestor en grado REGULAR y 4 viviendas, que representa el 15% de la muestra, se obtiene un nivel de eficiencia en el sistema de tratamiento con biodigestor en grado BUENO. Se determinó que existen dificultades en las actividades de operación y mantenimiento de los biodigestores debido a que las familias no reciben asistencia técnica de entidades relacionadas al sector saneamiento, sobre todo de la Municipalidad Distrital de José Gálvez, cuyo rol le corresponde por ley.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Según los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), 2015, el Objetivo N° 6 busca Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. La escasez de recursos hídricos, la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado influyen negativamente en la seguridad alimentaria, las opciones de medios de subsistencia y las oportunidades de educación para las familias pobres en todo el mundo (MVCS, 2016).

Tanto los gobiernos como sus instituciones tienen el compromiso constante en la lucha contra la pobreza y en la resolución de muchos de los problemas que afectan el desarrollo humano. Se ha reconocido ampliamente que la mejora de los servicios de agua y saneamiento desempeña un papel fundamental tanto en la reducción de la pobreza como en la prevención de conflictos (PAS, 2005).

En el Perú, según la (Norma Técnica de Diseño: Opciones tecnológicas para Sistemas de Saneamiento En el Ámbito Rural), declara a los servicios de saneamiento como servicios de necesidad y utilidad pública y de preferente interés nacional, cuya finalidad es proteger la salud de la población y el ambiente. En el año 2002, se establecen las primeras políticas públicas para la regulación del sector agua potable y saneamiento. El acceso al agua potable como una política de Estado en el Acuerdo Nacional, así como la problemática relacionada al acceso a los servicios de saneamiento, es abordada en la Política 13 del mencionado acuerdo: “Acceso universal a los servicios de salud y a la seguridad social” y en el ítem c: “ampliará el acceso al agua potable y al saneamiento básico y controlará los principales contaminantes ambientales”.

En el Perú, a nivel rural, el 25,2 por ciento de las viviendas no tienen ningún tipo de servicio de saneamiento, mientras en la zona urbana el déficit es de 5,1 por ciento. La problemática se agudiza en saneamiento rural cuando las viviendas no tienen acceso a una red pública de alcantarillado, lo que ha generado la implementación de sistemas alternativos como por ejemplo el uso de los biodigestores para el tratamiento de las aguas residuales domiciliarias. (MVCS, 2016).

En esa dirección, muchos municipios distritales en la región Cajamarca han acelerado la implementación de proyectos de saneamiento rural con el uso de biodigestores sin tener aún la respuesta o aceptación de las familias a esta tecnología. En este contexto, siendo el saneamiento un servicio esencial para el desarrollo de la vida humana y el ambiente es factible investigar el nivel de eficiencia del servicio de saneamiento rural con el uso de biodigestores con el objetivo de proponer mejoras en la prestación del servicio y satisfacción de los usuarios. (MVCS, 2016).

En este contexto, se perciben problemas respecto de si los proyectos de agua potable y saneamiento (biodigestores) llegan a responder la demanda de las familias, impactan en su bienestar y sobre todo si dichos proyectos impactan en la salud de las personas. Tanto los municipios como las entidades públicas dedicadas al saneamiento han atendido a muchas comunidades con la instalación de UBS (Unidad básica de saneamiento), drenando las aguas residuales a un tratamiento primario como es el caso de los biodigestores.

COMPONENTES

- ❶ Entrada de agua
- ❷ Filtro y aros de plástico
- ❸ Salida de agua tratada al campo de infiltración o pozo de absorción
- ❹ Válvula para extracción de lodos
- ❺ Acceso para limpieza y/o desobstrucción
- ❻ Tapa click



FUNCIONAMIENTO

- El desagüe entra por el tubo N° 1 hasta el fondo, donde las bacterias empiezan la descomposición, luego sube y pasa por el filtro N° 2.
- La materia orgánica que se escapa es atrapada por las bacterias fijadas a los aros de plástico del filtro y luego ya tratada sale por el tubo N°3 al campo.
- Las grasas suben intensamente hacia la superficie, donde las bacterias la descomponen volviéndose gas, líquido o lodo pesado que cae al fondo.

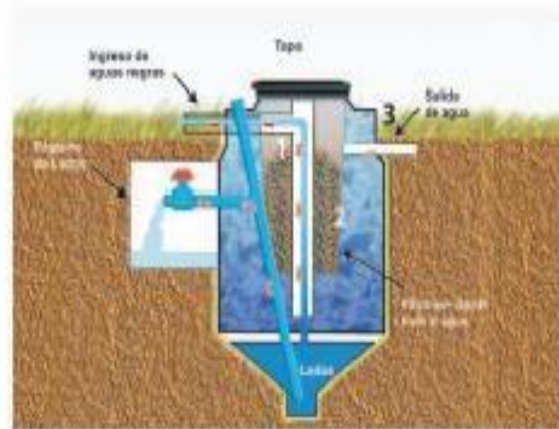


Figura N ° 1: Detalles y especificaciones generales de un tanque biodigestor.

Fuente: (RESOLUCIÓN MINISTERIAL 192 DEL 2018 – GÍA PNSU)

Capacidad	A	B	C	D	E	F
600 l.	0.88 m.	1.64 m.	0.25 m.	0.35 m.	0.48 m.	0.32 m.
1,300 l.	1.15 m.	1.93 m.	0.23 m.	0.33 m.	0.48 m.	0.45 m.
3,000 l.	1.46 m.	2.75 m.	0.25 m.	0.40 m.	0.62 m.	0.73 m.
7,000 l.	2.42 m.	2.83 m.	0.35 m.	0.45 m.	0.77 m.	1.16 m.

Correcto uso del BIODIGESTOR



No tire papeles, toallas higiénicas, ni otro tipo de sólidos en la taza del baño. Pueden tapan u obstruir el BIODIGESTOR.

Los AROS DE PLASTICO en el interior del BIODIGESTOR funcionan como FILTRO. NO LOS TIRE.



Llene con AGUA hasta el nivel de SALIDA DE AGUA sin rebosar la tapa.

(De preferencia agua no potable libre de sólidos).

La GARANTÍA de funcionamiento dependerá de la correcta instalación del BIODIGESTOR. (Consulte al instalador si está capacitado para la instalación del producto).

- No use ácido muriático para la limpieza del baño.
- No sobrepasar el número de usuarios indicados para el volumen instalado del BIODIGESTOR.
- La tapa y el registro deben estar bien cerrados.

Figura N ° 2. Uso de un tanque biodigestor.

Fuente: (RESOLUCIÓN MINISTERIAL 192 DEL 2018 – GÍA PNSU)

Abrir la válvula. Primero saldrá líquido. Luego de unos segundos saldrán los lodos. Si es necesario, ayudarse con una varilla flexible aperturando el registro roscado.

Cerrar la válvula cuando empiece a salir nuevamente agua.



Se recomienda llenar con agua después de una desobstrucción y de haberse extraído los lodos.

¿Qué hacer con los lodos?

Una vez realizada la primera limpieza, los lodos quedarán almacenados en la caja de registro hasta que se sequen (5 meses aprox.) para que puedan ser utilizados como mejorador de suelo en área de jardín.



Recomendaciones

- Evitar cualquier zona de paso de vehículos. En caso de requerirlo debe construirse una losa de cemento adecuada al tránsito con su respectiva tapa registro.
- No instale debajo de veredas, no le permitirá realizar su mantenimiento.
- Considere la posibilidad de futuras expansiones de la construcción antes de seleccionar el sitio para la instalación del BIODIGESTOR.

Figura N ° 3. Recomendaciones de un tanque biodigestor.

Fuente: (RESOLUCIÓN MINISTERIAL 192 DEL 2018 – GÍA PNSU)

Según lo descrito anteriormente, es factible indagar cómo están funcionando sistemas de saneamiento en base al tratamiento primario con biodigestores, sobre todo en zonas rurales de la región Cajamarca. Para la presente investigación se seleccionó el caserío El Tingo el que se encuentra en el distrito de José Gálvez, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca, tiene una población de 2601 habitantes, según el censo de INEI, 2014. Para esta

investigación, en base a una inspección de campo y con el apoyo de las autoridades comunales, se determinó que 55 viviendas fueron atendidas con el servicio de saneamiento (biodigestores), con un promedio de 5 habitantes por familia.

En el año 2012, la Municipalidad Distrital de José Gálvez decidió implementar un proyecto de saneamiento en el caserío El Tingo. Para ello adquirió los materiales e insumos (tanque, accesorios, losa y tasa sanitaria), los mismos que fueron repartidos a los moradores, pero no se dio asistencia técnica para la instalación, no designó técnicos para la supervisión de la instalación y tampoco realizaron seguimiento para evaluar el uso / sostenibilidad por parte de las familias. Ante este escenario se creyó factible realizar la presente investigación que consiste en evaluar el nivel de eficiencia de los tanques biodigestores instalados por cada familia como respuesta a su demanda de saneamiento, pero sin la dirección técnica suficiente para garantizar la funcionalidad del sistema.

Huamanchumo (2006), en su Modelo de control estratégico para el sector saneamiento en el Perú, expone las teorías explicativas de la administración, las mismas que permitirán identificar y analizar en cuál de ellas se enmarcan las entidades prestadoras de los servicios de saneamiento de cada una de las localidades consideradas en el presente trabajo. Las teorías consideradas son:

- La teoría Neoclásica, explica que sin una adecuada planeación responsable y control estratégico en las empresas de servicio de saneamiento, no se logrará obtener los resultados y las metas esperadas. Se debe partir por la búsqueda de la maximización de beneficios tanto del cliente como de la entidad prestadora de saneamiento. Orientándolo principalmente a la satisfacción de los clientes quienes son los usuarios que utilizan los servicios y como consecuencia final dependerá la rentabilidad de la empresa. Esta teoría

también afirma, que sin una adecuada capacitación y entrenamiento al personal en toda la estructura organizacional no se podrá exigir los rendimientos esperados a los trabajadores.

- La teoría Burocrática, explica que siendo entidades únicas en el sector dentro de su jurisdicción hacen que éstas se conviertan en monopolios del servicio de agua y desagüe. Otra de las razones es que al encontrarse tan reglamentadas y con engorrosos procedimientos administrativos para la obtención de nuevos servicios o las reposiciones de éstos, hacen que estas instituciones no sean apreciadas como eficientes dentro de la población. Por eso es necesario hacer reingeniería, reestructuración de sus procesos y procedimientos comerciales y de producción. Así como determinar los cuellos de botella de este tipo de empresas. Esto hace que la estructura orgánica, se encuentre burocratizada con exceso de personal y como consecuencia los costos de producción y de comercialización de los servicios sean elevados.
- La teoría de desarrollo organizacional, explica cómo estas instituciones nacen en una jurisdicción o territorio y específicamente dentro de una provincia y posteriormente se expande hacia sus localidades o zonas periféricas, surgidas como consecuencia de nuevas y urgentes necesidades del servicio de agua y desagüe. Es necesario que las empresas de saneamiento deban ser analizadas en qué etapa de desarrollo se encuentran, pioneras o de nacimiento, de reglamentación, burocratización y readaptación.
- La teoría contingencial, explica cómo estas instituciones se ven influenciadas por el entorno, la incertidumbre, la tecnología, la estrategia y la capacidad del personal, esto hará que se eleve la eficacia y eficiencia de las organizaciones de saneamiento. Esto se

reflejará en el diseño y rediseño de sus organizaciones de allí que se clasifiquen las organizaciones en pequeñas, medianas y grandes empresas con diferentes tipos de diseño organizacionales. El exceso de personal en todas las estructuras orgánicas y la tecnología aplicada a las áreas críticas de comercialización y producción no son las adecuadas a su realidad. Otro de los problemas son los sistemas de información y el control obsoleto, para la toma de decisiones. Ante este problema han optado por la tercerización de los servicios de saneamiento.

En términos de prestación de servicios de saneamiento, se ha tenido las siguientes características relacionadas al sector saneamiento. Decreto Legislativo N° 150, se creó el Servicio Nacional de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado (SENAPA), una empresa estatal que reemplazó a la Dirección General de Obras Sanitarias, la cual dependía del Ministerio de Fomento y Obras Públicas y absorbió a las empresas autónomas que ésta poseía en Lima, Arequipa y Trujillo.

SENAPA era una empresa central que estaba integrada por cerca de 15 empresas filiales del interior, ubicadas en las ciudades con mayor desarrollo demográfico, una de las cuales era SEDAPAL, creada a partir de la Empresa de Saneamiento de Lima – ESAL. En este nuevo sistema de manejo centralizado se empieza a insinuar, desde su denominación, el concepto del servicio.

En abril de 1990, se dispone la transferencia de todas las empresas filiales y unidades operativas de SENAPA a las Municipalidades Provinciales y Distritales, de acuerdo a lo establecido en el Decreto Legislativo N° 574, complementado por el Decreto Legislativo N° 601.

En diciembre de 1992, se crea, mediante Decreto Ley N° 25965, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) como el organismo encargado de promover el desarrollo y proponer las normas para la prestación de los servicios de saneamiento, fiscalizar la prestación y resolver, en última instancia, los reclamos de los usuarios. Entonces, se declara en disolución y liquidación a la Empresa Servicio Nacional de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado (SENAPA).

En julio de 1994, se aprueba la Ley N° 26338, Ley General de Servicios de Saneamiento, reglamentada mediante Decreto Supremo 09-95-PRES de agosto de 1995, que establece las competencias de las instituciones involucradas en el sector, determina los deberes y derechos de los usuarios y las Entidades Prestadoras, define el régimen tarifario, establece las condiciones y modalidades de la participación privada, entre otros temas.

El 11 de junio de 2002 se crea el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento bajo la Ley N° 27779, Ley Orgánica que modifica la Organización y Funciones de los Ministerios. El 25 de julio, mediante Ley N° 27792, se promulga la Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la cual determina y regula el ámbito, la estructura orgánica básica, las competencias y funciones del organismo rector de vivienda y saneamiento. De acuerdo a estas normas, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento formula, aprueba, ejecuta y supervisa la aplicación de las políticas de alcance nacional en materia de vivienda, urbanismo, construcción y saneamiento. Para tal efecto, dicta normas de alcance nacional y supervisa su cumplimiento.

La Constitución de 1993 establece la responsabilidad de las municipalidades en la prestación de los servicios públicos. La Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N° 27972) señala en el numeral 2.1 del artículo N° 80, que es función compartida de las Municipalidades Provinciales administrar y reglamentar, directamente o por concesión, el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe. De la misma manera, mediante Ley N° 27680, Ley de Reforma Constitucional del Capítulo XIV del Título IV sobre descentralización (marzo 2002), establece que los gobiernos locales desarrollan y regulan actividades y/o servicios en materia de educación, salud, vivienda y saneamiento, entre otros.

Los servicios de saneamiento son responsabilidad de los gobiernos locales. En algunos casos, los municipios prestan directamente los servicios de agua potable y saneamiento (alcantarillado y tratamiento de aguas residuales). En este caso, el operador y administrador directo del servicio es la Municipalidad a través de sus dependencias, el servicio se presta como uno más de los servicios. La actividad se conduce de acuerdo a las normas que rigen para los gobiernos locales. Este modelo es aplicado en la gran mayoría de provincias y distritos que no se han integrado al modelo de EPS o que no están a cargo de los usuarios (Castillo, 2004). Según el Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento (D.S. N° 023-2005-VIVIENDA, 2005), corresponde a las municipalidades distritales en el ámbito rural y de pequeñas ciudades, y de modo supletorio a las municipalidades provinciales, principalmente:

- a. Planificar y promover el desarrollo de los servicios de saneamiento en el ámbito de su jurisdicción en concordancia con las políticas sectoriales emitidas por el Ente Rector.

- b. Administrar los servicios de saneamiento a través de operadores especializados, previa suscripción de los contratos respectivos, de organizaciones comunales o directamente, previa constitución de una Unidad de Gestión al interior de la Municipalidad.
- c. Velar por la sostenibilidad de los sistemas.
- d. Participar en el financiamiento de la prestación de los servicios de saneamiento de acuerdo con su disponibilidad presupuestal.
- e. Brindar asistencia técnica y supervisar a las organizaciones comunales de su jurisdicción.
- f. Resolver como última instancia administrativa los reclamos de los usuarios de la prestación de los servicios de saneamiento.
- g. Disponer las medidas correctivas que sean necesarias en el marco de la prestación de los servicios de saneamiento.

Cabe mencionar que el D.S. N° 031-2008-VIVIENDA, define que se considera ámbito rural y de pequeñas ciudades a aquellos centros poblados que no sobrepasen los quince mil habitantes; es decir, centro poblado rural, es aquél que no sobrepase de 2000 habitantes y pequeña ciudad, aquella que tenga entre dos mil uno (2001) y quince mil (15000) habitantes.

En caso que los servicios de saneamiento en un distrito sean prestados por organizaciones comunales u operadores especializados, la Municipalidad Distrital y de modo supletorio la Municipalidad Provincial deberán conformar un área técnica encargada de supervisar, fiscalizar y brindar asistencia técnica a dichos prestadores de los servicios.

En el caso que un centro poblado cuente con una población de dos mil uno (2001) a quince mil (15000) habitantes, la municipalidad deberá constituir una unidad de gestión para la prestación de los servicios de saneamiento dentro del ámbito de su responsabilidad.

Las municipalidades son el nivel de administración del Estado más cercano a la población, para promover el desarrollo local, con facultades para atender las demandas de su población. Sin embargo, la gran mayoría tiene debilidades técnicas, administrativas y de gestión para asumir su responsabilidad, entre ellas, la de saneamiento básico, salud y salubridad. Los roles y competencias de los gobiernos locales en materia de saneamiento están definidos en la Ley Orgánica de Municipalidades 27972, Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento Decreto Supremo 023-2005-Vivienda y en el Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015. Sin embargo, la mayoría de municipalidades desconocen sus alcances o tienen dificultades para cumplir con sus funciones, manifiesta el proyecto Saneamiento Ambiental Básico en la Sierra Sur (SANBASUR, 2007).

Bajo estas perspectivas, se sustenta la inquietud de realizar una investigación que nos detalle cómo se está la funcionalidad, la operación – mantenimiento de biodigestores y cómo los usuarios perciben esta tecnología de saneamiento.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de eficiencia del sistema de saneamiento con biodigestores en el caserío El Tingo - Celendín, 2017?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el nivel de eficiencia de los biodigestores en el caserío el Tingo – Celendín, Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar indicadores de instalación de biodigestores en el caserío El Tingo, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca.
- Evaluar la operación y mantenimiento de biodigestores.
- Determinar el nivel de satisfacción de los usuarios del sistema de biodigestores.
- Plantear propuestas de mejora para el mantenimiento de los biodigestores.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El nivel de eficiencia en la operación y mantenimiento de biodigestores instalados en el caserío El Tingo es regular.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La operación y mantenimiento de biodigestores es regular.
- El nivel de satisfacción en el uso de biodigestores es bueno.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Según el propósito.

Es una investigación aplicada que utiliza fundamentos teóricos y científicos, los analiza en un escenario real como es el caso de la instalación de biodigestores en el caserío El Tingo.

2.1.2. Según el diseño de investigación.

Es una investigación no experimental, de tipo descriptiva – comparativa.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Materiales.

- Porta papel
- Lapiceros.
- Laptop.
- Normas técnicas / documentos.
- Cámara fotográfica.
- Guías técnicas.
- Mapas / croquis.

2.2.2. UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis es el biodigestor, abordado en tres escenarios: instalación, operación - mantenimiento y la satisfacción de los usuarios.

2.2.3. POBLACIÓN

Según información de las autoridades comunales (padrón de asociado), la cantidad de familias que recibieron los materiales e insumos para la instalación de sus biodigestores en sus viviendas fueron en un total de 55 (total de familias del caserío).

2.2.4. MUESTRA

Para esta investigación se tomó una muestra por conveniencia de 20 viviendas / familias para efectuar la evaluación y aplicar la encuesta de satisfacción. La muestra por conveniencia se sustenta por el costo y tiempo que acarrearía el aplicar a todos los elementos de la población.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Se elaboraron formatos de recolección de información en tres componentes: a) Indicadores de instalación de biodigestores, b) Indicadores de operación – mantenimiento de biodigestores y c) Encuesta de satisfacción de usuarios del saneamiento con biodigestores. Los instrumentos fueron validados por el asesor de la presente investigación.

2.4. Procedimiento

- Se diseñaron y elaboraron instrumentos de recolección, los cuales fueron validados por el docente asesor de la presente investigación.
- En los meses de mayo y junio se efectuó una primera visita a la comunidad de El Tingo, en la cual se establecieron coordinaciones con las autoridades comunales para aplicar la investigación.
- En el mes de mayo, se realizó una asamblea con los usuarios y autoridades comunales para informarles del alcance de la presente investigación y requerir su apoyo brindando la información necesaria.

- Los días 22, 23 y 24 de mayo del 2018 se aplicaron los instrumentos de recolección de datos (inspección y aplicación de encuestas a usuarios del servicio de saneamiento con biodigestores).
- Las actividades de procesamiento de datos, discusión, redacción del informe de tesis se hicieron en gabinete.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Indicadores de instalación de biodigestores.

3.1.1 Cobertura del servicio de saneamiento

La cobertura del servicio se analizó en esta investigación como el número de personas atendidas en la vivienda para el volumen del tanque biodigestor (considerando aguas negras). Se creyó factible que se asigna la condición de buena cobertura si en la vivienda hay menos o igual a cinco personas. En caso hubieran más de cinco personas en la vivienda se asumía la condición de cobertura deficiente.

Durante la inspección se determinó que en todas las 20 viviendas inspeccionadas hay menos o igual a cinco personas a ser atendidas por el biodigestor entregado uno por familia.

3.1.2 Distancia de cuerpos de agua

La distancia de cuerpos de agua definida para esta investigación como el conjunto (biodigestor y zanjas de infiltración) se encuentra distante mínimo a 50 metros de una fuente de agua subterránea o superficial.

En la inspección a las viviendas, así como en sus entornos en relación a la presencia de fuentes de agua subterránea o superficial se pudo determinar que las 20 viviendas están a una distancia mayor a 50 metros o no hay fuentes cercanas.

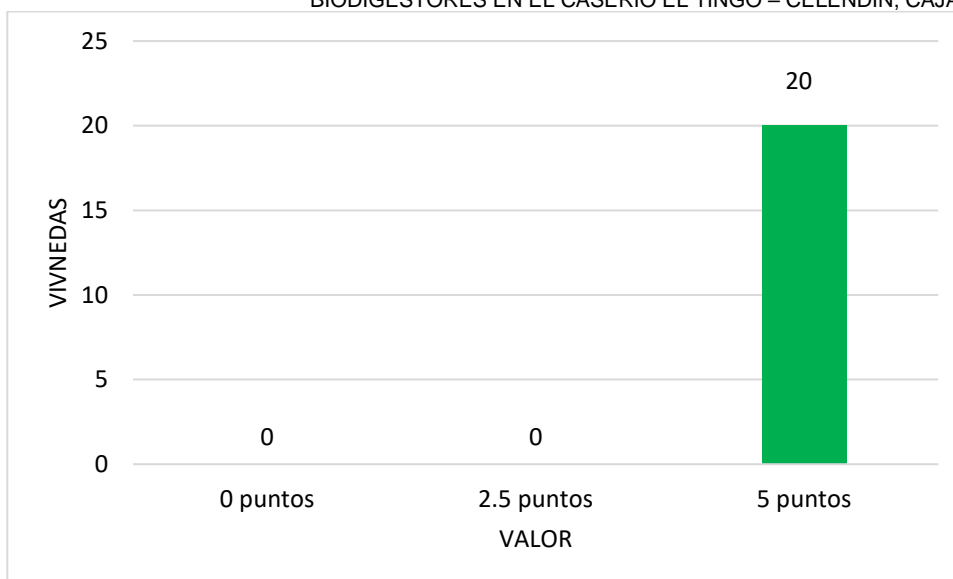


Figura N ° 4. Nivel de cumplimiento en distancia de cuerpos de agua.

3.1.3 Caja de registro de la vivienda

El indicador caja de registro de vivienda se refiere a cómo la vivienda dispone sus instalaciones sanitarias (tuberías) a una caja de registro con fines de inspección previa de las aguas residuales al biodigestor.

En el indicador caja de registro de la vivienda, 4 familias no tienen una caja de registro lo que les confiere la condición de deficiente, 0 familias tienen condición de regular y 16 familias tener una caja de registro para poder realizar inspecciones, lo que les otorga la condición de bueno.

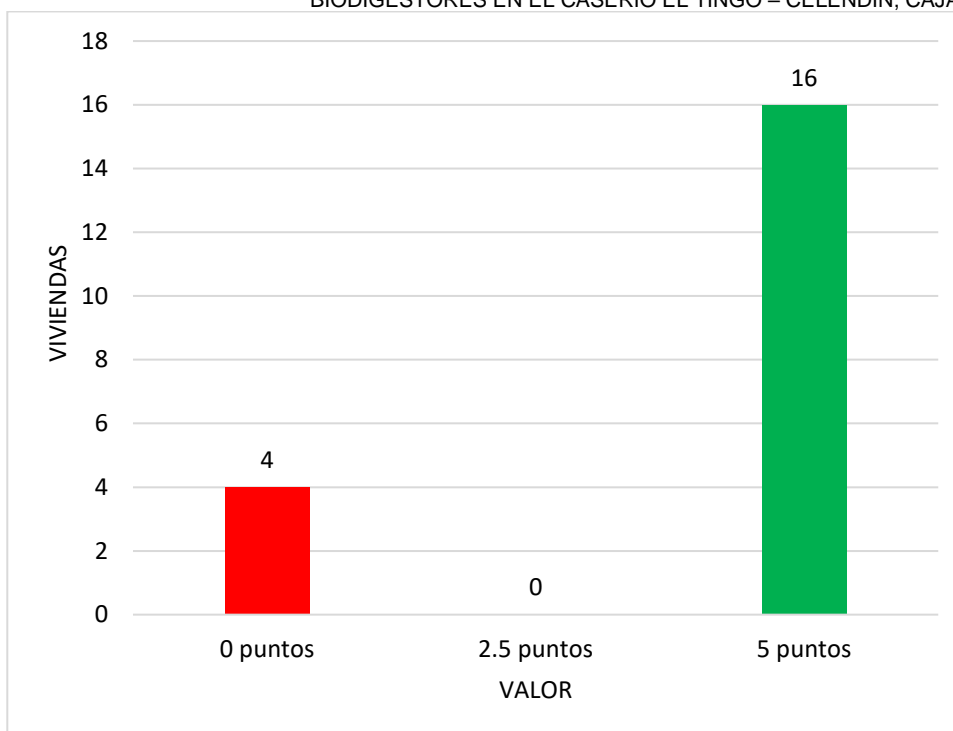


Figura N ° 5. Nivel de cumplimiento caja de registro.

3.1.4 Calidad de la instalación del biodigestor

En el indicador de instalación del biodigestor, se refiere a si está instalado de manera de hermética, segura y a una distancia adecuada de la vivienda.

En la calidad de la instalación del biodigestor, 4 familias tienen la condición de deficiente lo que indica no está seguro ni a una distancia adecuada de la vivienda; 7 familias tienen condición de regular y 9 familias tienen una condición de bueno, es decir que el tanque biodigestor está hermético, seguro y a una distancia prudente de la vivienda.

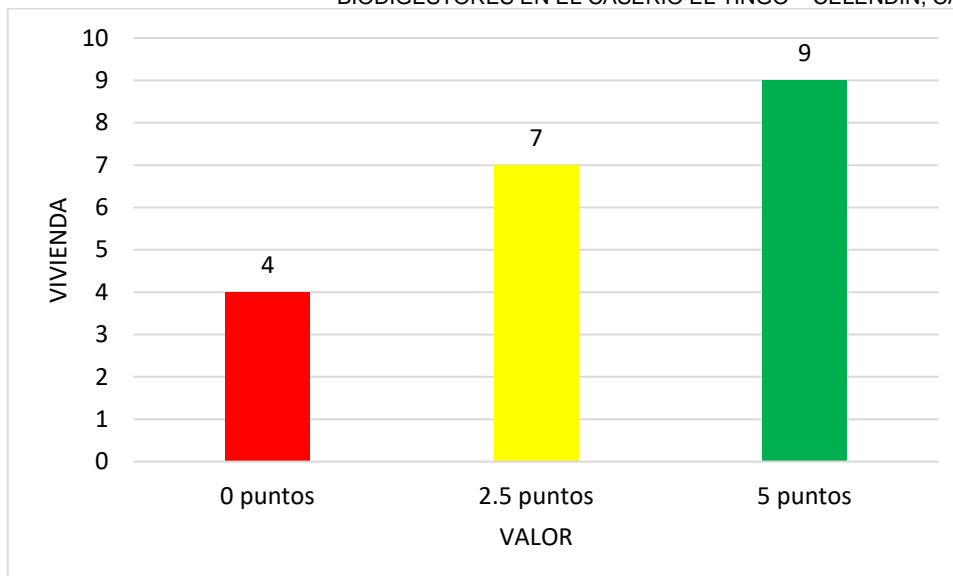


Figura N ° 6. Nivel de calidad de la instalación del biodigestor.

3.1.5 Accesibilidad al tanque

En lo que respecta a accesibilidad al tanque se refiere a que las áreas adyacentes estén compactadas y se tenga una fácil accesibilidad para la O & M.

1 familia tiene la condición de deficiente lo que indica que no hay una buena accesibilidad para realizar la operación y mantenimiento, 5 familias tienen la condición de regular y 14 familias tienen una condición de bueno, es decir que tienen una fácil accesibilidad de las áreas adyacentes para realizar la O & M del tanque biodigestor.

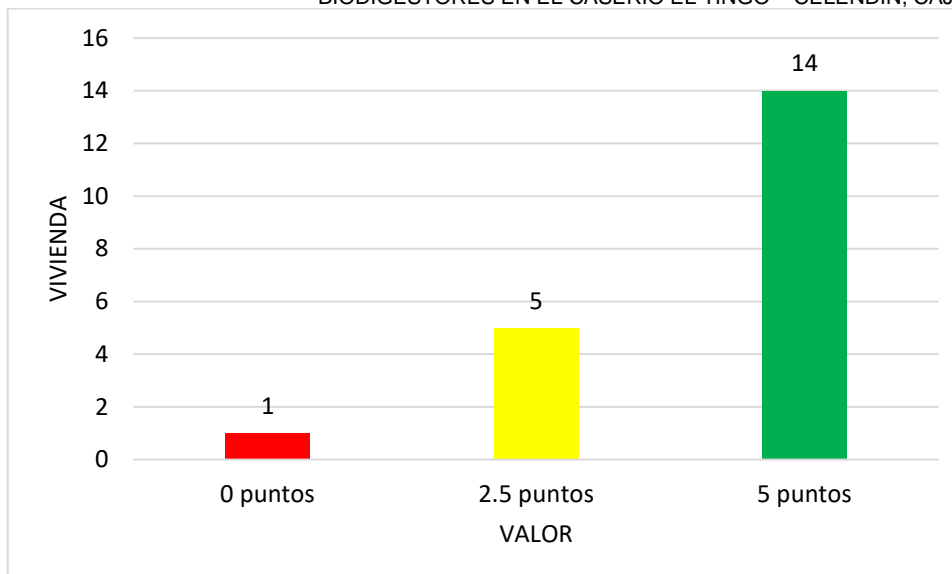


Figura N ° 7. Nivel de cumplimiento en accesibilidad al tanque biodigestor.

3.1.6 Filtro de biodigestor.

En lo que respecta a filtro de biodigestor se refiere a que se puede verificar con facilidad los materiales filtrantes instalados.

En la cobertura del servicio de saneamiento, 4 familias tienen la condición de deficiente lo que indica que no tienen material filtrante, 14 familias tienen condición de regular y 2 familias tienen una condición de bueno, es decir que las familias tienen materiales filtrantes aceptables en el tanque biodigestor.

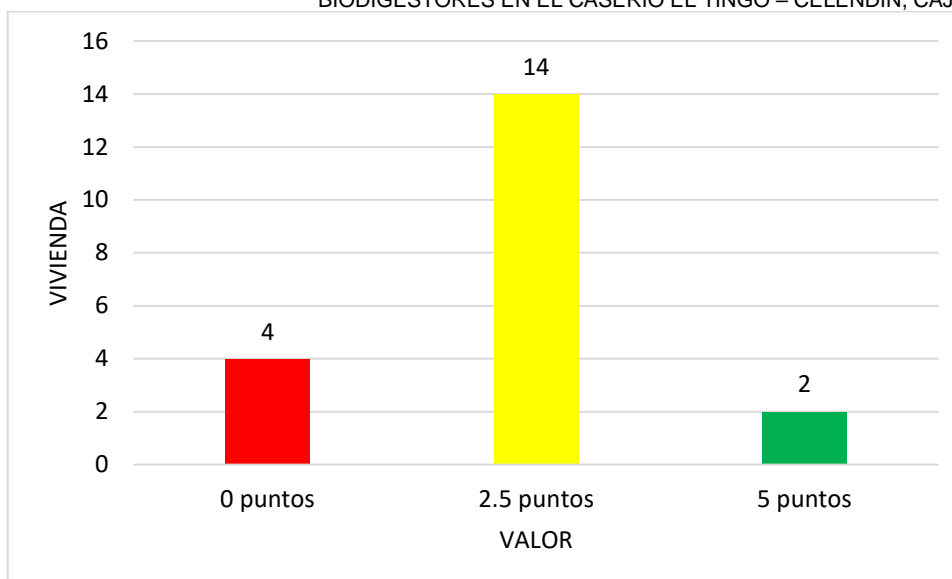


Figura N ° 8. Nivel de cumplimiento en filtro percolador

3.1.7 Ventilación del biodigestor

En lo que respecta a ventilación de biodigestor este indicador se refiere a que se tiene que ver la tubería que sale del inodoro al exterior.

En la ventilación del biodigestor, 7 familias tienen la condición de deficiente lo que indica que no se observa la tubería de ventilación, 3 familias tienen condición de regular y 10 familias tienen una condición de bueno, es decir que las familias cuentan con tubos de ventilación para el biogás del tanque biodigestor.

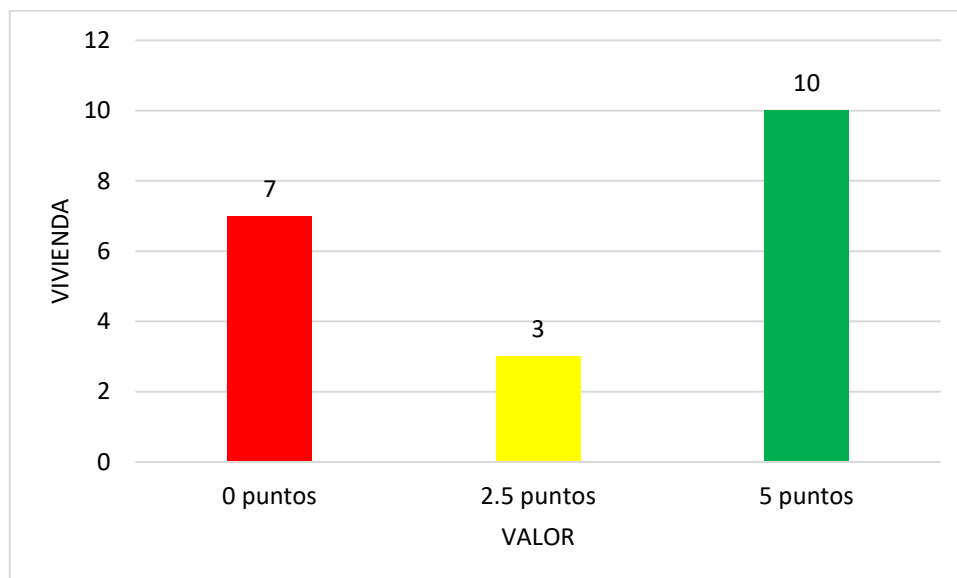


Figura N ° 9. Nivel de cumplimiento en ventilación del biodigestor.

3.1.8 Tiene la caja de registro de lodos y la válvula.

En lo que respecta a caja de registro de lodos y la válvula se refiere a que las cajas son pre fabricadas o de mampostería tradicional y la válvula está instalada correctamente.

En la caja de registro de lodos y la válvula, 7 familias tienen la condición de deficiente lo que indica que no tienen una caja de registro, 5 familias tienen condición de regular y 8 familias tienen una condición de bueno, es decir que la caja de registro está construida de ladrillo o caja pre moldeada y con una correcta instalación de la válvula.

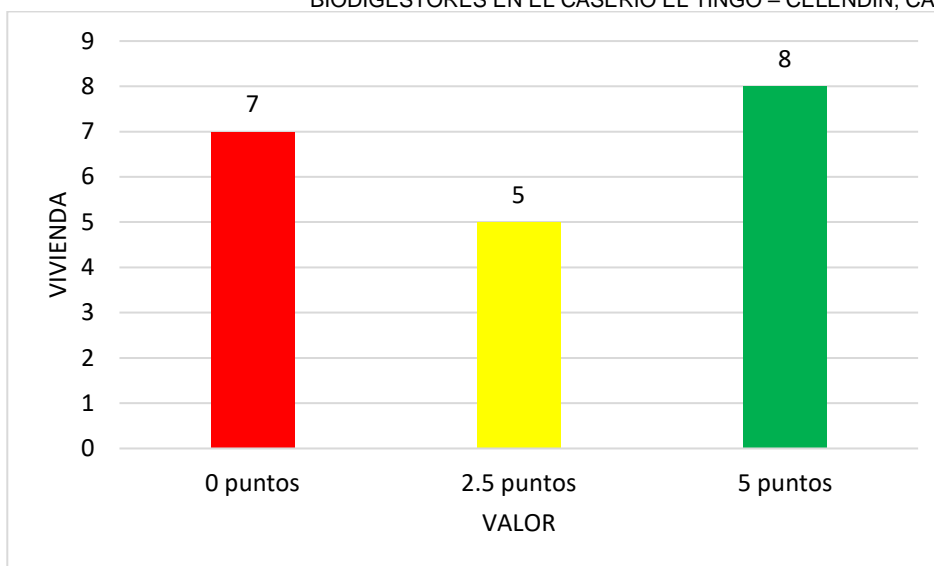


Figura N ° 10. Nivel de cumplimiento en caja de registro y caja de válvulas.

3.1.9 Retiro de lodos.

En lo que respecta retiro de lodos, se tiene que evidenciar que se ha retirado los lodos cada determinado tiempo.

En el retiro de lodos, 13 familias tienen la condición de deficiente lo que indica que no han retirado los lodos, 5 familias tienen condición de regular y 2 familias tienen una condición de bueno, es decir que las familias nunca han operado la válvula para retirar los lodos tratados por el tanque biodigestor.

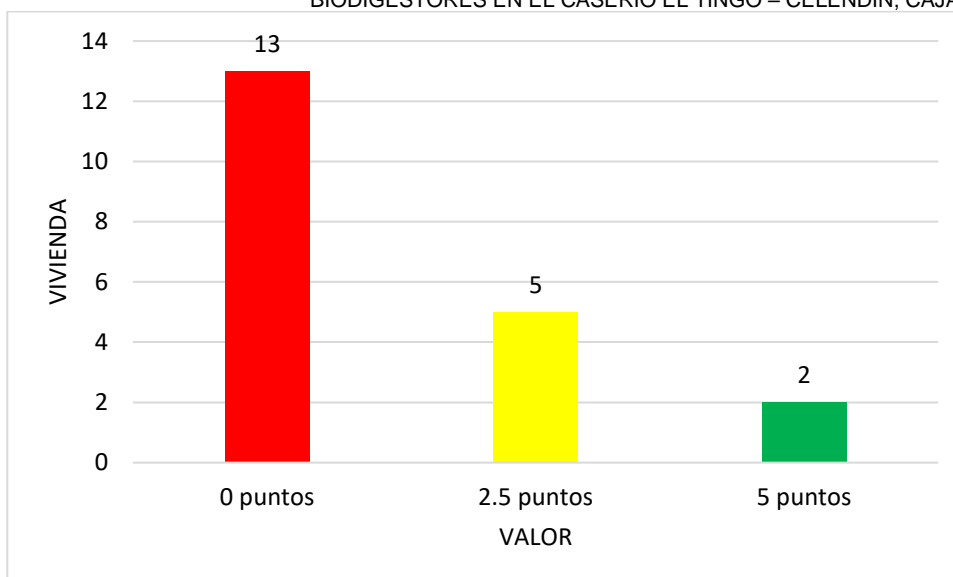


Figura N ° 11. Nivel de cumplimiento en retiro de lodos.

3.1.10 Sistema de drenaje (infiltración).

En lo que respecta a sistema de drenaje se tiene que evidenciar que tiene zanjas de infiltración que permita el tratamiento de manera natural.

En el sistema de drenaje (infiltración), 8 familias tienen la condición de deficiente lo que indica que indica que no tienen zanjas de infiltración, 9 familias tienen condición de regular y 3 familias tienen una condición de bueno, es decir que las familias tienen sistemas de infiltración aceptables para el tanque biodigestor.

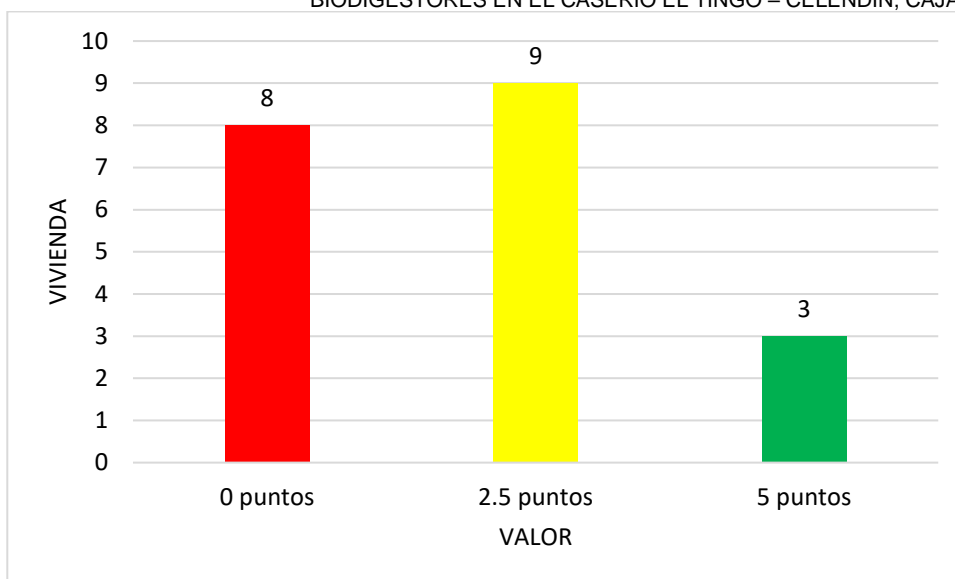


Figura N ° 12. Nivel de cumplimiento en sistema de drenaje (infiltración).

3.2 Indicadores de operación – mantenimiento de biodigestores

3.2.1 Fallas en el funcionamiento

En lo que respecta a fallas de funcionamiento se refiere a las fugas de agua que puede existir o malos olores.

En las fallas en el funcionamiento, 4 familias tienen la condición de deficiente lo que indica que tienen fallas con el funcionamiento del biodigestor, 4 familias tienen condición de regular y 14 familias tienen una condición de bueno, es decir que las familias no manifiestan tener fugas de agua ni problemas con el funcionamiento del tanque biodigestor.

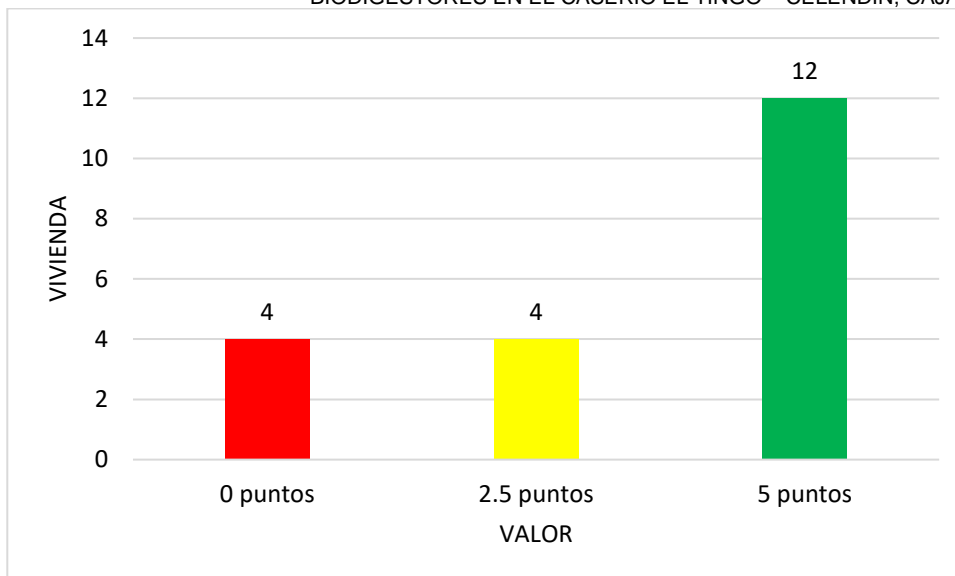


Figura N ° 13. Fallas en funcionamiento de biodigestores.

3.2.2 Protección para el mantenimiento

En lo que respecta a protección para el mantenimiento se refiere a si se protegen con mascarilla y guantes teniendo en consideración que los gases que se emiten por el biodigestor al destapar son fuertes (nocivos a la salud).

En la protección para el mantenimiento, 14 familias tienen la condición de deficiente lo que indica que el usuario no se protege al momento de realizar el mantenimiento, 5 familias tienen condición de regular y 1 familias tienen una condición de bueno, es decir que se protege al momento del destape del tanque biodigestor.

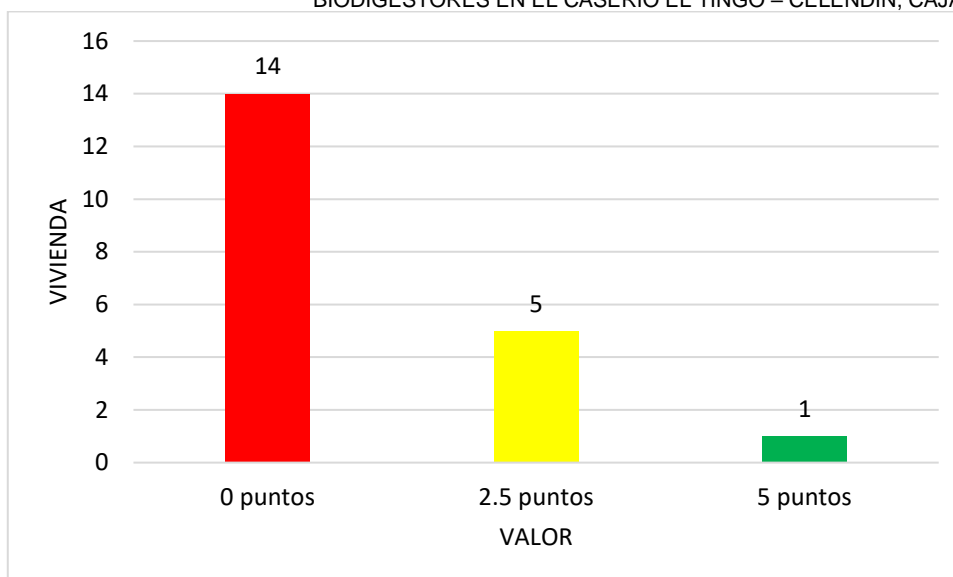


Figura N ° 14. Protección durante el mantenimiento.

3.2.3 Mantenimiento de filtros

En lo que respecta a mantenimiento de filtros se refiere a si realizan un mantenimiento de cada 2 años o antes si se presenta obstrucción o problemas similares.

En el mantenimiento de filtros, 13 familias tienen la condición de deficiente lo que indica que las familias no limpian el filtro de su tanque biodigestor, 5 familias tienen condición de regular y 2 familias tienen una condición de bueno, es decir que las familias realizan limpieza del filtro por lo menos una vez cada dos años del tanque biodigestor.

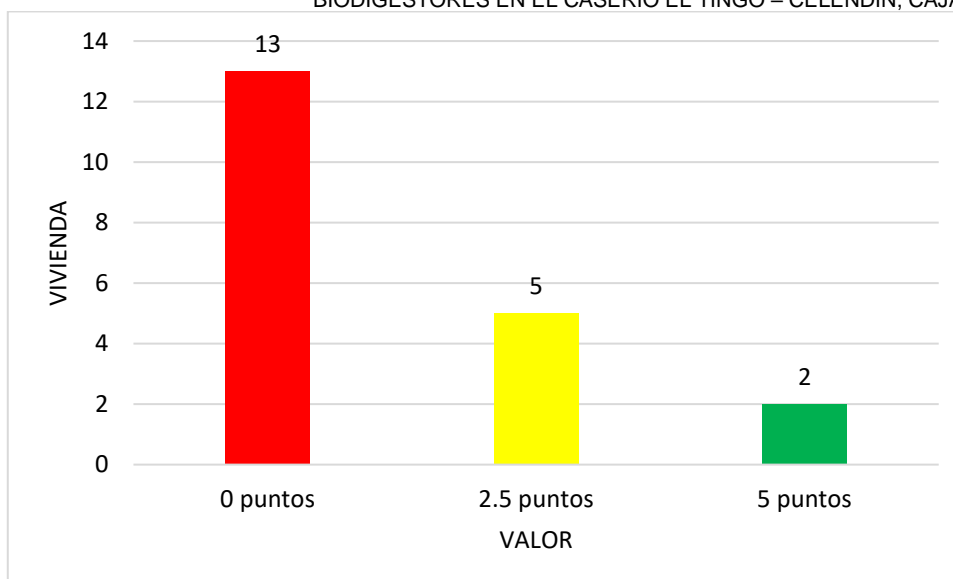


Figura N ° 15. Mantenimiento de filtros.

3.2.4 Tipos de aguas que van al biodigestor

En lo que respecta a tipos de aguas que va al biodigestor las cuales son grises y/o negras, pero sólo del inodoro. Es decir, qué características tienen las aguas residuales que van al biodigestor.

En el tipo de aguas que van al biodigestor, 1 familias tienen la condición de deficiente lo que indica que drena aparte de aguas diferente a sanitarios, 0 familias tienen condición de regular y 19 familias tienen una condición de bueno, es decir que las personas drenan aguas grises y/o negras de sólo uso sanitario al tanque biodigestor.

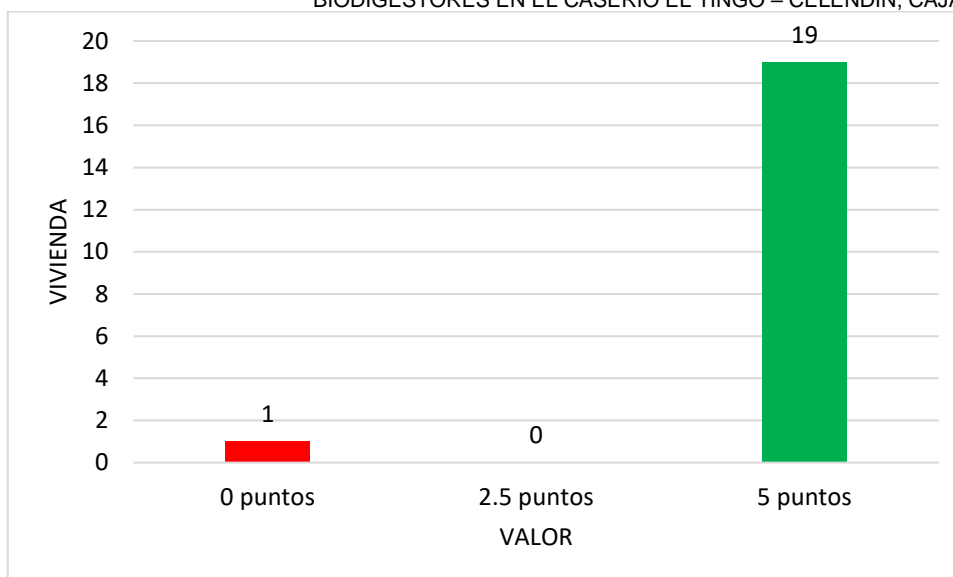


Figura N ° 16. Tipos de agua que van a los biodigestores.

3.2.5 Frecuencia de retiro de lodos

En lo que respecta a frecuencia de retiro de lodos se refiere a cada que tiempo retiran los lodos, que se tiene que realizar de cada 12 a 18 meses como máximo, según las experiencias validadas para este tipo de tecnología.

En la frecuencia de retiro de lodos, 14 familias tienen la condición de deficiente lo que indica que no retiran los lodos, 5 familias tienen condición de regular y 1 familia tienen una condición de bueno, es decir las familias realizan el retiro de lodos del tanque biodigestor.

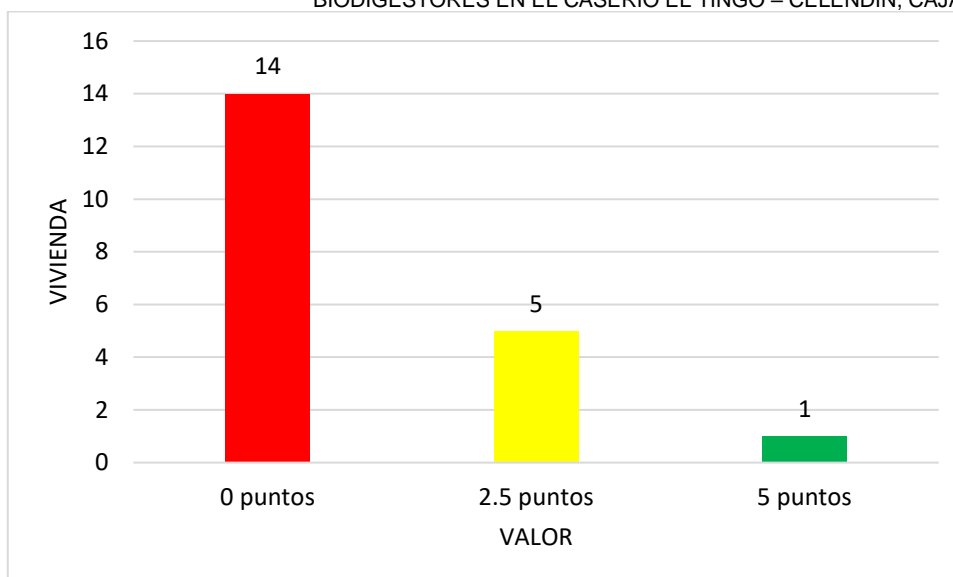


Figura N ° 17. Frecuencia del retiro de lodos.

3.2.6 Disposición de lodo tratado

En lo que respecta a lodo tratado se refiere a si una vez que fue expulsado el lodo se procedió a secar en un lugar adecuado al aire libre para un posterior uso como se acostumbra en algunas localidades.

En la disposición del lodo tratado, 13 familias tienen la condición de deficiente lo que indica que no retiran los lodos, 6 familias tienen condición de regular y 1 familia tienen una condición de bueno, es decir que retira los lodos y los deposita en un lugar adecuado para que después los use.

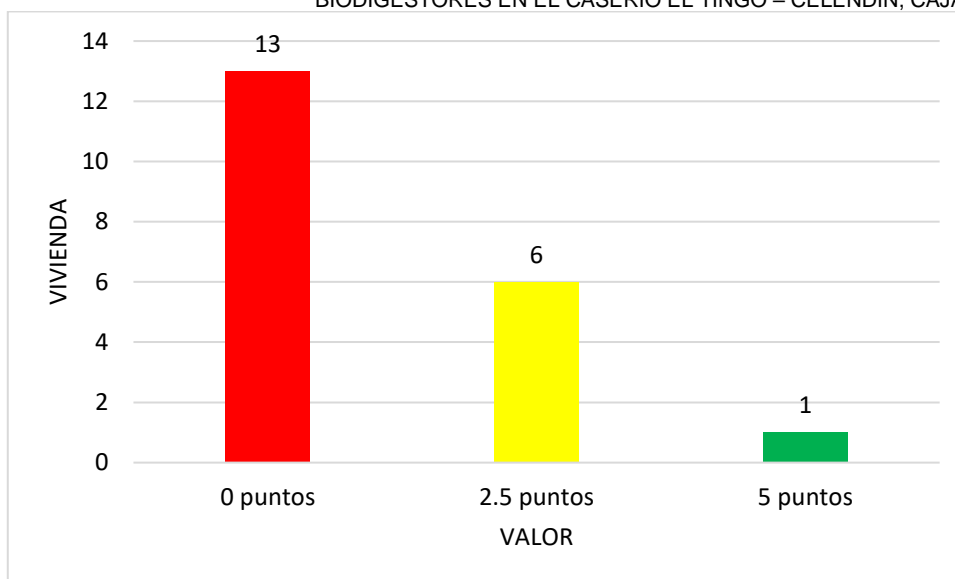


Figura N ° 18. Disposición de lodo tratado.

3.2.7 Uso de los lodos tratados

En lo que respecta al uso de los lodos tratados se refiere a si una vez que se ha secado los lodos los han utilizado como fertilizantes, ya que son ricos en nitrógeno, fósforo y potasio. O a lo mejor tuvieron otros usos poco comunes como mejoradores de suelos.

En el uso de los lodos tratados 13 viviendas tienen la condición de deficiente lo que indica que no hacen ningún uso con los lodos extraídos, 5 familias tienen la condición de regular lo que indica que al retirar los lodos los secan o simplemente los tiran a la intemperie y dos familias si utilizan el lodo después de haberlos secado.

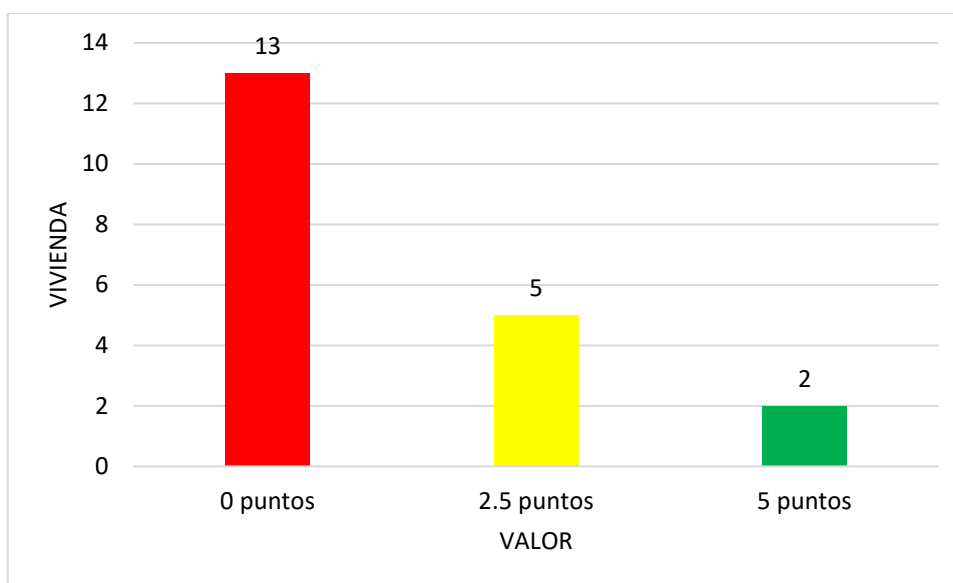


Figura N ° 19. Uso de lodos tratados en viviendas de El Tingo.

3.2.8 Asistencia técnica para la operación y mantenimiento

En lo que respecta a la asistencia técnica para la operación y mantenimiento se refiere a si la municipalidad les ha brindado charlas de cómo y cada que tiempo se tiene que dar un mantenimiento al sistema.

En la asistencia técnica para la operación y mantenimiento, 10 familias tienen la condición de deficiente lo que indica que no recibió capacitación y no conoce sobre la O & M, 0 familias tienen condición de regular y 10 familias tienen una condición de bueno, es decir que recibió asistencia técnica de cómo realizar la O & M del tanque biodigestor.

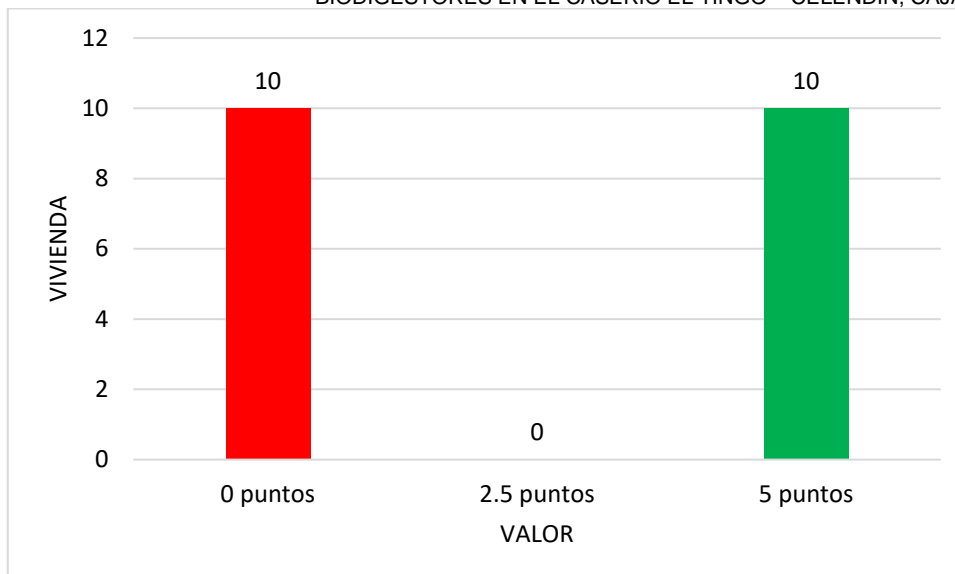


Figura N ° 20. Nivel de asistencia técnica para la operación y mantenimiento.

3.2.9 Solución de averías o similares.

En lo que respecta a la solución de averías se refiere a qué haría si se le presenta ese problema, cómo es que le daría solución. Obviamente desde la perspectiva del usuario del biodigestor.

En la solución de averías o similares, 0 familias tienen la condición de deficiente lo que indica que no toma medidas para solucionar las averías del funcionamiento del biodigestor, 13 familias tienen condición de regular y 7 familias tienen una condición de bueno, es decir que recurre a un operador / técnico del tanque biodigestor.

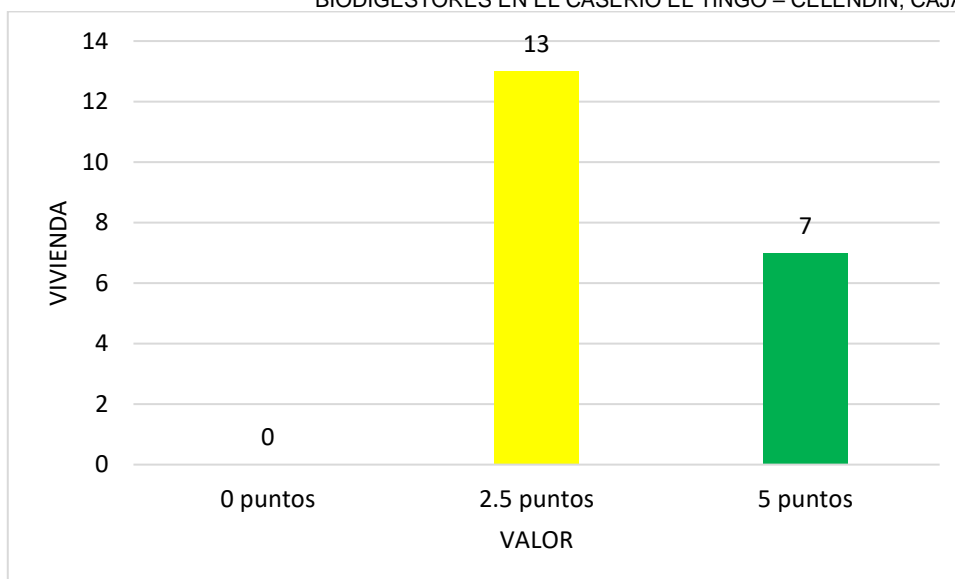


Figura N ° 21. Nivel de solución a averías o similares.

3.2.10 Durabilidad del sistema de tratamiento

En lo que respecta a este indicador, se buscó determinar si en el tiempo que va instalado el biodigestor está respondiendo satisfactoriamente, relacionado con el aspecto de durabilidad.

En términos de la durabilidad del sistema de tratamiento (biodigestores), 1 familia tiene la condición de deficiente lo que indica que no sabe / no opina, 0 familias tienen condición de regular y 19 familias tienen una condición de bueno, es decir que considera que la O & M, si influye en la duración del tanque biodigestor

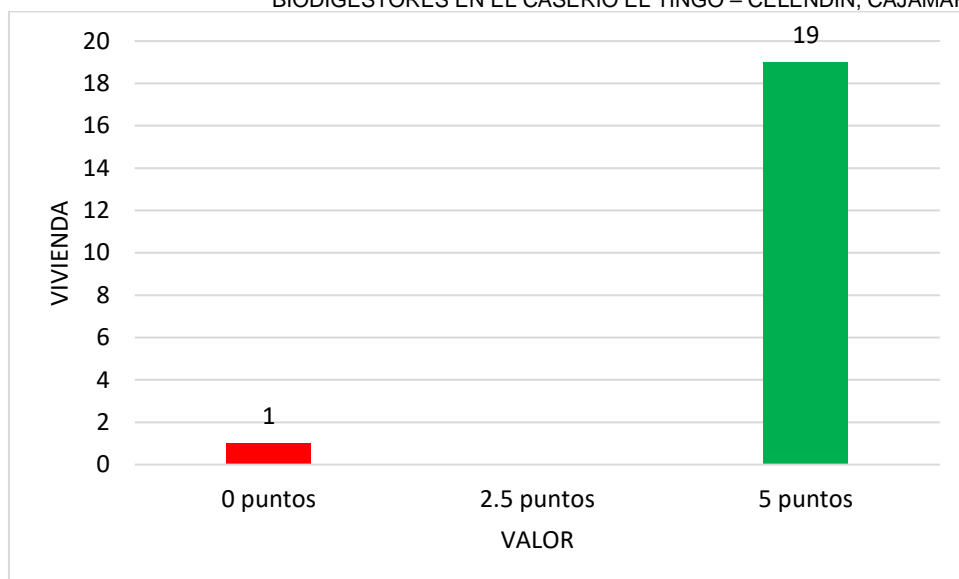


Figura N ° 22. Durabilidad del sistema de tratamiento.

3.3 Encuesta de satisfacción de usuarios del servicio de saneamiento (sistema con biodigestor)

3.3.1 ¿Cómo calificaría su grado de satisfacción con respecto a la implementación de biodigestores para tratar las aguas residuales de su vivienda?

En ¿Cómo calificaría su grado de satisfacción con respecto a la implementación de biodigestores para tratar las aguas residuales de su vivienda?, 2 familias tienen la condición de baja lo que indica que no están muy satisfechos con el servicio de biodigestores, 6 familias tienen condición que están medianamente satisfechos y 12 familias tienen una condición de bueno, es decir que consideran que está bien el nuevo sistema implementado de tanque biodigestor.

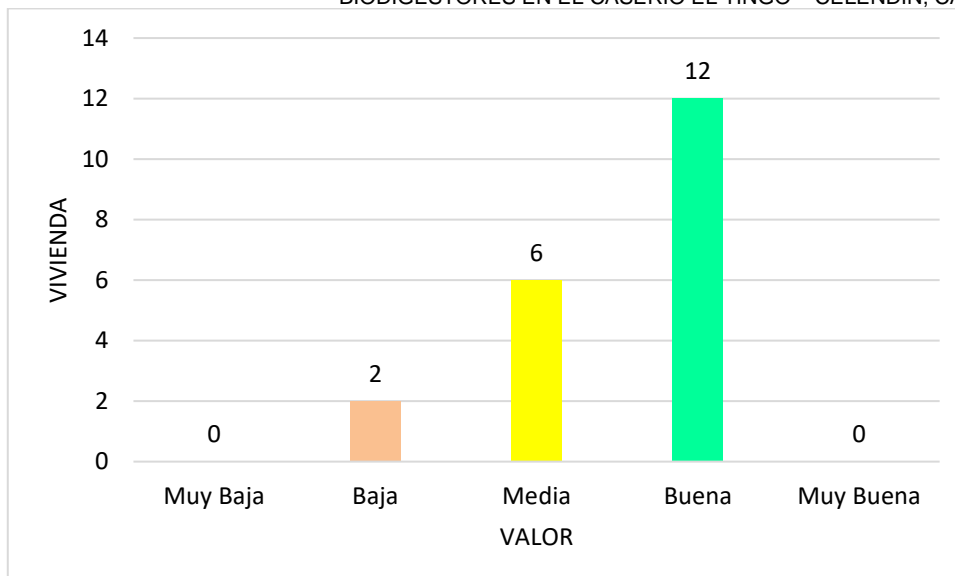


Figura N ° 23. Satisfacción en la implementación de biodigestores.

3.3.2 ¿Cree usted que esta forma de tratamiento de aguas residuales no perjudica al medio ambiente?

Una familia en nivel bajo cree que esta forma de tratamiento de aguas residuales no perjudica al medio ambiente, 6 familias en nivel medio creen que esta forma de tratamiento de aguas residuales no perjudica al medio y 13 familias en nivel bueno creen que esta forma de tratamiento de aguas residuales no perjudica al medio ambiente.

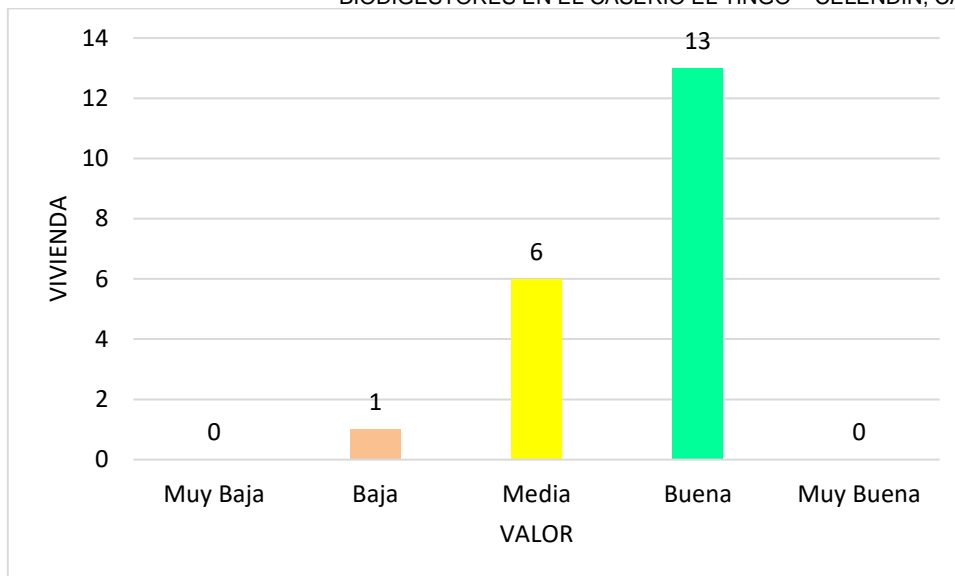


Figura N ° 24. Percepción de usuarios si el tratamiento con biodigestores perjudica al ambiente.

3.3.3 ¿Antes de implementar este proyecto considera que hubiera sido beneficioso que la población sea capacitada?

Hubiese sido beneficioso capacitarlas antes de la implementación del proyecto, una familia tiene la condición de baja lo que indica que no hubiera sido beneficioso, 2 familias tienen condición que están medianamente convencidos y 17 familias tienen una condición de bueno, es decir que consideran que si hubiera sido beneficioso que la población sea capacitada.

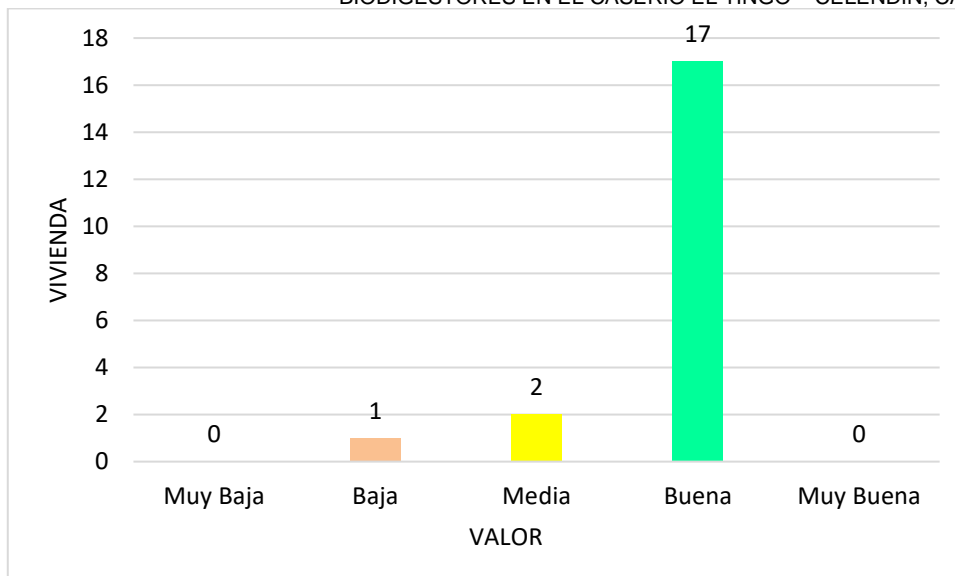


Figura N ° 25. Necesidad de capacitación a usuarios antes de la implementación del biodigestor.

3.3.4 ¿Considera que su comunidad está organizada para gestionar servicios de saneamiento y otros?

10 familias consideran que su comunidad está organizada en nivel bajo para gestionar servicios de saneamiento y otros, 6 familias consideran que su comunidad está organizada en nivel medio para gestionar servicios de saneamiento y otros mientras que 4 familias consideran que su comunidad está organizada en nivel bueno para gestionar servicios de saneamiento y otros.

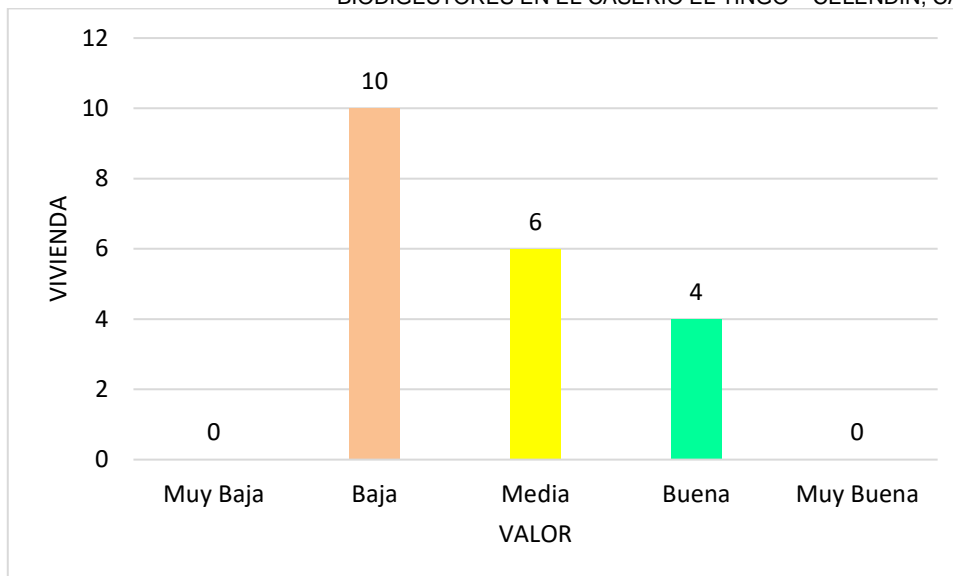


Figura N ° 26. Organización de la comunidad para gestionar el saneamiento.

3.3.5 ¿La municipalidad, a través de sus trabajadores, ha realizado visitas de inspección para verificar el buen funcionamiento del sistema?

17 familia tienen la condición de muy baja, lo que indica que la municipalidad no ha realizado visitas de inspección, 1 familia tiene la condición de media, y 2 familias tienen la condición de buena, es decir que ha recibido visitas por parte de trabajadores de la municipalidad para ver el funcionamiento del sistema.

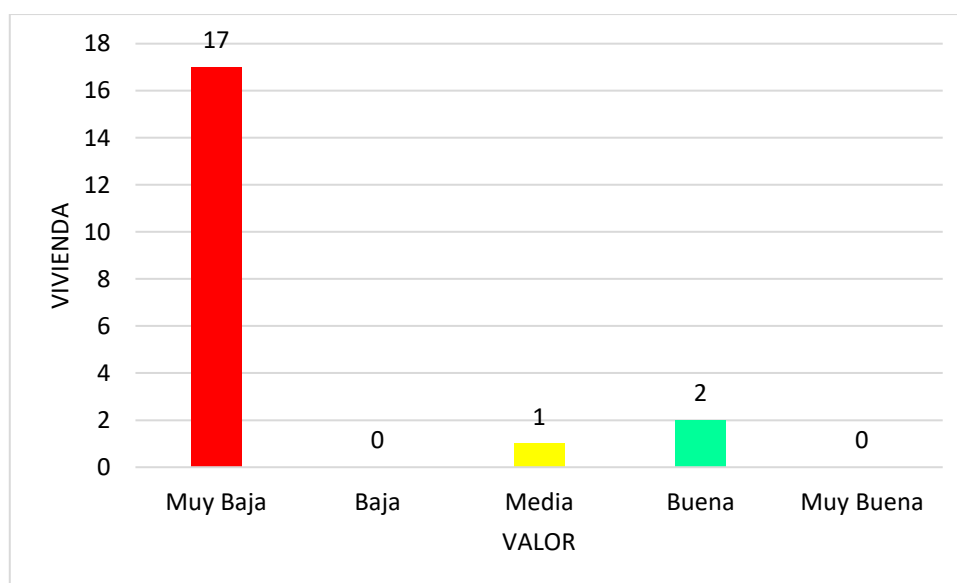


Figura N ° 27. Seguimiento en el funcionamiento de los biodigestores.

3.3.6 ¿Considera que este tratamiento de las aguas residuales influye en la salud de las personas que conforman su familia?

13 familias consideran en nivel medio que el tratamiento de aguas residuales mediante el sistema de biodigestores influye en la salud de las personas y 7 familias consideran en nivel bueno que el tratamiento de aguas residuales mediante el sistema de biodigestores influye en la salud de las personas.

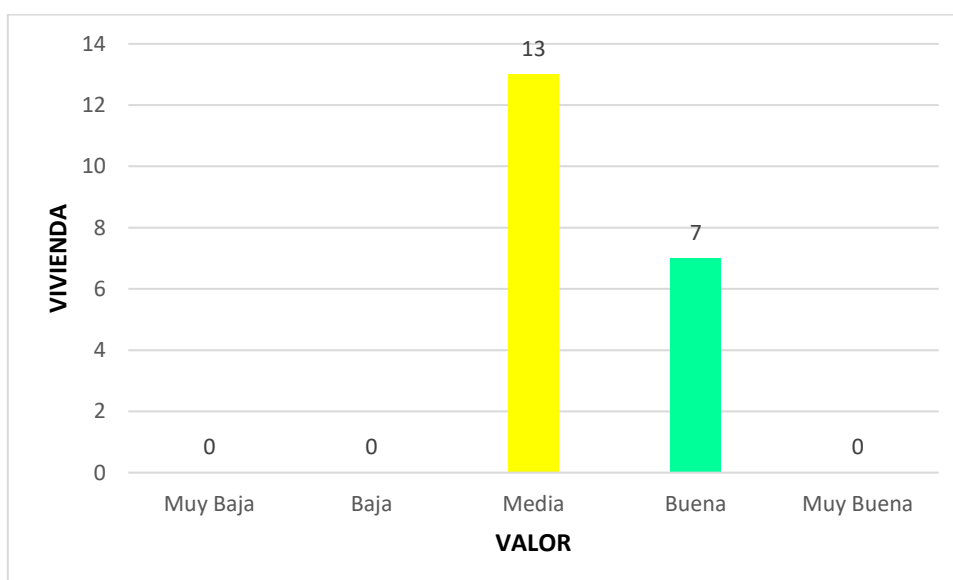


Figura N ° 28. Influencia del tratamiento de aguas residuales en la salud de las familias.

3.3.7 ¿Cree usted que la municipalidad se preocupa por la salud de la población al implementar proyectos como éste?

8 familias tiene la condición de muy bajo, puesto que creen que la municipalidad no se preocupa por la salud de la población, 9 familias tiene la condición bajo, puesto que creen que la municipalidad no se preocupa por la salud de la población, 3 familias tiene la condición de medio, puesto que creen que la municipalidad no se preocupa del todo por la salud de la población y 1 familia tiene la condición de

buena, puesto que creen que la municipalidad si se preocupa por la salud de la población.

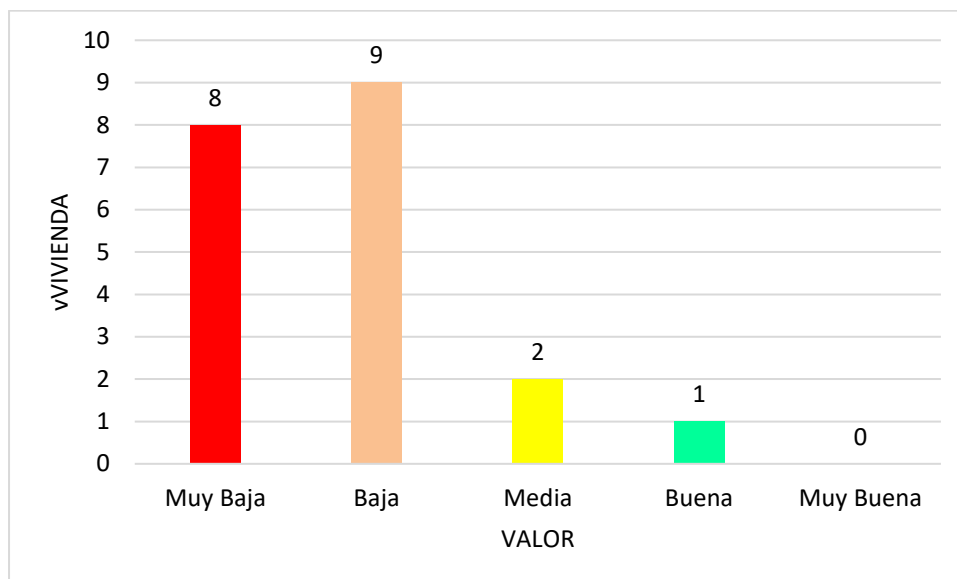


Figura N ° 29. Preocupación de la municipalidad por la salud de la población.

3.3.8 ¿Estaría usted dispuesto a invertir en un sistema de tratamiento con biodigestores sin el apoyo de la municipalidad?

4 familias tienen la condición de muy baja, lo que indica que no están dispuestos a invertir, 8 familias tienen condición de baja, 2 familias tienen condición media y 6 familias tienen una condición de buena, es decir que si estarían dispuestos a invertir es un sistema de tratamiento con biodigestores sin el apoyo de la municipalidad.

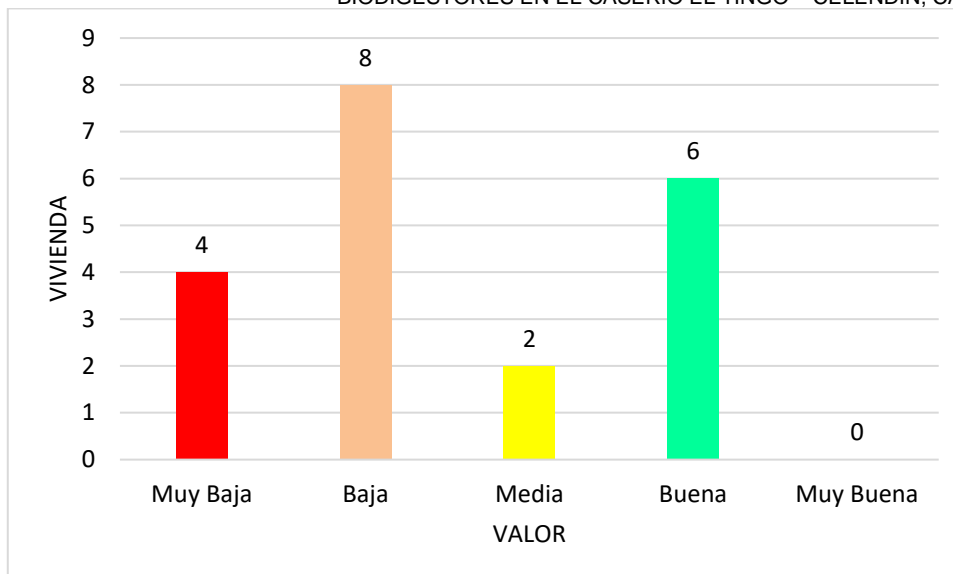


Figura N ° 30. Posibilidad de invertir en instalar un biodigestor sin apoyo municipal.

3.3.9 ¿Es beneficioso que la municipalidad dé prioridad al agua potable y saneamiento en su distrito?

2 familias tienen la condición de media, lo que indica que no están muy convencidos que se dé prioridad a los proyectos de agua potable y saneamiento, 16 familias tienen condición de buena, lo que indica que no están del todo convencidos que se de prioridad a los proyectos de agua potable y saneamiento y 2 familias tienen una condición de muy buena, es decir que consideran que es beneficioso que la municipalidad dé prioridad a los servicios de agua potable y saneamiento.

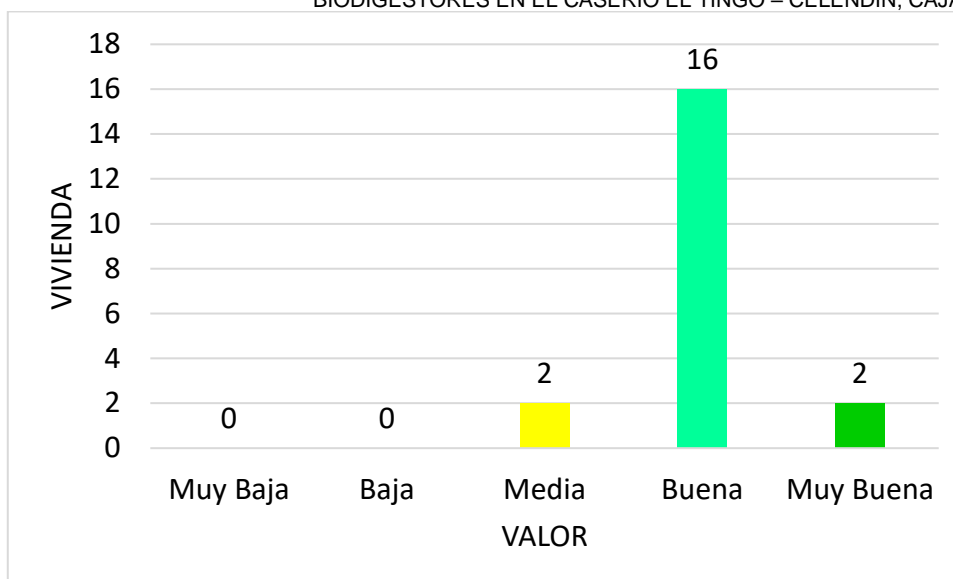


Figura N ° 31. Priorización municipal por los servicios de saneamiento.

3.3.10 ¿Sería conveniente que las familias de su caserío reclamen permanentemente (demanda) de servicios de saneamiento a sus autoridades locales?

2 familia tienen la condición de baja, lo que indica que no sería conveniente que las familias del caserío reclamen permanentemente de servicios de saneamiento a sus autoridades, 11 familias tienen condición media, lo que indica que no sería del todo conveniente que las familias del caserío reclamen permanentemente de servicios de saneamiento a sus autoridades y 7 familias tienen una condición buena, es decir que consideran que si se debe reclamar permanentemente por los servicios de saneamiento.

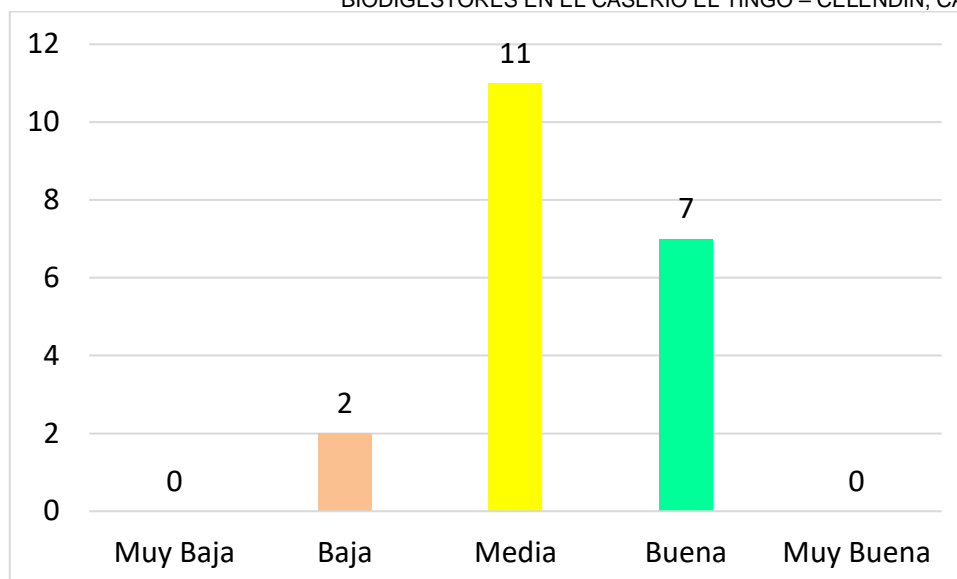


Figura N ° 32. Demanda familiar por los servicios de saneamiento.

A continuación, se presentan las tablas que resumen las respuestas brindadas por las familias encuestadas así como los resultados de la inspección por componentes:

- Indicadores de instalación de biodigestores.
- Indicadores de operación y mantenimiento de biodigestores
- Encuesta de satisfacción de los usuarios del servicio de saneamiento (sistema con biodigestor).

Tablas resumen de resultados.

		NÚMERO DE FAMILIAS																			
1.1	COBERTURA DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1.2	DISTANCIA DE CUERPOS DE AGUA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1.3	CAJA DE REGISTRO DE LA VIVIENDA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	5	0	5	0	5	5	5	5
1.4	CALIDAD DE LA INSTALACIÓN DEL BIODIGESTOR	2.5	2.5	2.5	5	5	5	5	2.5	5	5	2.5	0	2.5	2.5	0	0	5	5	5	0
1.5	ACCESIBILIDAD AL TANQUE	5	5	5	2.5	5	5	5	0	5	5	5	0	2.5	5	5	2.5	5	2.5	5	2.5
1.6	FILTRO DEL BIODIGESTOR	0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	5	2.5	0	0	0	2.5	2.5	2.5	2.5	5	2.5
1.7	VENTILACIÓN DEL BIODIGESTOR	5	5	2.5	5	0	0	5	5	5	5	0	0	0	2.5	5	5	0	5	0	2.5
1.8	TIENE LA CAJA DE REGISTRO DE LODOS Y LA VÁLVULA	5	2.5	0	0	5	0	2.5	0	2.5	5	0	0	2.5	0	2.5	5	5	5	5	5
1.9	RETIRO DE LODOS	0	0	0	0	2.5	0	0	2.5	0	5	0	0	0	2.5	0	0	0	2.5	5	2.5
1.10	SISTEMA DE DRENAJE (INFILTRACIÓN)	2.5	0	0	0	5	0	2.5	2.5	2.5	5	2.5	0	0	2.5	0	2.5	2.5	2.5	5	0
Σ		35	32.5	27.5	30	40	27.5	37.5	30	37.5	50	23	10	22.5	25	30	27.5	35	40	45	30

Tabla 1. Indicadores de instalación de biodigestores.

NÚMERO DE FAMILIAS																					
2.10	FALLAS EN EL FUNCIONAMIENTO	5	5	5	5	5	0	2.5	2.5	5	2.5	2.5	5	5	0	5	0	5	5	5	0
2.20	PROTECCIÓN PARA EL MANTENIMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	5	0	0	0	2.5	0	0	0	2.5	2.5	2.5
2.30	MANTENIMIENTO DE FILTROS	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	5	0	0	0	2.5	0	2.5	0	1	2.5	2.5
2.40	TIPO DE AGUAS QUE VAN AL BIODIGESTOR	5	5	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2.50	FRECUENCIA DE RETIRO DE LODOS	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	5	0	0	0	0	0	2.5	0	2.5	2.5	2.5
2.60	DISPOSICIÓN DEL LODO TRATADO	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	2.5	0	0	0	2.5	0	2.5	0	2.5	5	2.5
2.70	USO DE LOS LODOS TRATADOS	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	2.5	0	0	0	5	0	2.5	0	2.5	5	2.5
2.80	ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA O. & M.	0	0	0	0	5	5	5	0	5	5	0	0	5	0	5	0	0	5	5	5
2.90	SOLUCIÓN DE AVERÍAS O SIMILARES	5	5	2.5	2.5	2.5	5	2.5	2.5	5	2.5	5	5	5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
2.10	O. & M. EN LA DURABILIDAD DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Σ		20	15	17.5	12.5	22.5	20	20	27.5	25	40	18	20	25	25	22.5	22.5	17.5	33.5	40	30

Tabla 2. Indicadores de operación y mantenimiento de biodigestores.

NÚMERO DE FAMILIAS																						
3.1	¿Cómo calificaría su grado de satisfacción con respecto a la implementación de biodigestores para tratar las aguas residuales de su vivienda?	3	3	3	4	4	2	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	2	3	4	4	4
3.2	¿Cree usted que esta forma de tratamiento de aguas residuales no perjudica al medio ambiente?	3	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	2	4	4	4	4	4
3.3	Antes de implementar este proyecto considera que hubiera sido beneficioso que la población sea capacitada?	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	2	3	4	4	4	4	4
3.4	¿Considera que su comunidad está organizada para gestionar servicios de saneamiento y otros?	2	2	4	4	3	2	2	3	2	4	3	2	2	2	4	3	2	3	3	3	2
3.5	¿La municipalidad, a través de sus trabajadores, ha realizado visitas de inspección para verificar el buen funcionamiento del sistema?	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	1	1
3.6	¿Considera que este tratamiento de las aguas residuales influye en la salud de las personas que conforman su familia?	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4
3.7	¿Cree usted que la municipalidad se preocupa por la salud de la población al implementar proyectos como éste?	2	2	1	1	1	3	2	2	2	1	1	2	2	1	4	2	1	3	2	1	1
3.8	¿Estaría usted dispuesto a invertir en un sistema de tratamiento con	2	1	4	4	1	4	3	3	2	2	2	4	1	2	2	2	4	2	1	4	4

NIVEL DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE BIODIGESTORES EN EL CASERÍO EL TÍNGO – CELENDÍN, CAJAMARCA.

	biodigestores sin el apoyo de la municipalidad?																				
3.9	¿Es beneficioso que la municipalidad dé prioridad al agua potable y saneamiento en su distrito?	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5
3.10	¿Sería conveniente que las familias de su caserío reclamen permanentemente (demanda) de servicios de saneamiento a sus autoridades locales?	4	3	4	3	4	3	3	3	2	3	4	2	4	4	3	4	3	3	3	3
Σ		28	26	31	33	29	32	31	30	26	29	28	30	30	30	31	26	29	34	33	32

Tabla 3. Encuesta de satisfacción a usuarios del servicio de saneamiento (sistema con biogestor).

N°	NOMBRE DEL PROPIETARIO DE LA VIVIENDA	INSTALACIÓN	O. & M.	PERCEPCIÓN	TOTAL	(%)	NIVEL DE EFICIENCIA
1	Julio Aliaga Villegas	35	20	28	83	55.3	REGULAR
2	José Glorioso Garrido Silva	32.5	15	26	73.5	49	DEFICIENTE
3	Juan Bacilides Medina Villegas	27.5	17.5	31	76	50.7	REGULAR
4	Sergeo Cachay Silva	30	12.5	33	75.5	50.3	REGULAR
5	Segundo Abdon Silva Diaz	40	22.5	29	91.5	61	REGULAR
6	Rosa Nisida Rabanal Aliaga	27.5	20	32	79.5	53	REGULAR
7	José Diogenes Zamora Mego	37.5	20	31	88.5	59	REGULAR
8	José Salastiano Garrido Rabanal	30	27.5	30	87.5	58.3	REGULAR
9	María Gallardo Aliaga	37.5	25	26	88.5	59	REGULAR
10	Josefina Pérez Machuca	50	40	29	119	79.3	BUENO
11	Rosa Doralí Gonzales Rabanal	22.5	17.5	28	68	45.3	DEFICIENTE
12	Rosa Rodriguez Bolaños	10	20	30	60	40	DEFICIENTE
13	César Garrido Aliaga	22.5	25	30	77.5	51.7	REGULAR
14	Hilda Marilu Garrido Aliaga	25	25	30	80	53.3	REGULAR
15	Marya Elizabeth Reyna Díaz	30	22.5	31	83.5	55.7	REGULAR
16	Agustín Reyna Villanueva	27.5	22.5	26	76	50.7	REGULAR
17	Maritza Bazán Pérez	35	17.5	29	81.5	54.3	REGULAR
18	Clarisa Cachay Aliaga	40	33.5	34	107.5	71.7	REGULAR
19	Hilda Chávez Villegas	45	40	33	118	78.7	BUENO
20	Norma Elizabeth Mejía Chávez	30	30	32	92	61.3	REGULAR

Tabla 4. Resultados de las viviendas / inspeccionadas en saneamiento (biodigestor).

Según la valoración siguiente.

NIVEL DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO CON BIODIGESTOR			
100% - 75%	BUENO		
74% - 50%	REGULAR		
49% - 0%	DEFICIENTE		
	N° Familias	Resultado (%)	
	3	15	BUENO
	14	70	REGULAR
	3	15	DEFICIENTE

Tabla 5. Nivel de eficiencia del sistema de biodigestores en el caserío El Tingo

La Tabla 4 presenta los puntajes obtenidos en los tres componentes: a) Indicadores de instalación de biodigestores, b) Operación y mantenimiento de biodigestores y c) Encuesta de satisfacción de los usuarios del servicio de saneamiento (Sistema con biodigestor) con los cuales se ha obtenido el puntaje final y el nivel de eficiencia alcanzado. Con los datos anteriores se elaboró la Tabla 5 que presenta el nivel de eficiencia del sistema de biodigestores en las 20 familias inspeccionadas / encuestadas en el caserío El Tingo, provincia de Celendín. Los resultados finales después de ponderar los puntajes y valoraciones en los componentes: Instalación de biodigestores, Operación – mantenimiento y percepción de los usuarios sobre el servicio determina que, en 3 viviendas, que representa el 15% de la muestra, se obtiene un nivel de eficiencia en el sistema de tratamiento con biodigestor en grado DEFICIENTE; 14 viviendas, que representa el 70% de la muestra, se obtiene un nivel de eficiencia en el sistema de tratamiento con biodigestor en grado REGULAR y 4 viviendas, que representa el 15% de la muestra, se obtiene un nivel de eficiencia en el sistema de tratamiento con biodigestor en grado BUENO.

En la tabla siguiente se presentan los resultados

Nº	NOMBRE DEL PROPIETARIO DE LA VIVIENDA	NIVEL DE EFICIENCIA
1	Julio Aliaga Villegas	REGULAR
2	José Glorioso Garrido Silva	DEFICIENTE
3	Juan Bacilides Medina Villegas	REGULAR
4	Sergeo Cachay Silva	REGULAR
5	Segundo Abdon Silva Diaz	REGULAR
6	Rosa Nisida Rabanal Aliaga	REGULAR
7	José Diogenes Zamora Mego	REGULAR
8	José Salastiano Garrido Rabanal	REGULAR
9	María Gallardo Aliaga	REGULAR
10	Josefina Pérez Machuca	BUENO
11	Rosa Dorali Gonzales Rabanal	DEFICIENTE
12	Rosa Rodriguez Bolaños	DEFICIENTE
13	César Garrido Aliaga	REGULAR
14	Hilda Marilu Garrido Aliaga	REGULAR
15	Marya Elizabeth Reyna Díaz	REGULAR
16	Agustín Reyna Villanueva	REGULAR
17	Maritza Bazán Pérez	REGULAR
18	Clarisa Cachay Aliaga	REGULAR
19	Hilda Chávez Villegas	BUENO
20	Norma Elizabeth Mejía Chávez	REGULAR

Tabla 6. Nivel de eficiencia del servicio de saneamiento con biodigestores en caserío de El Tingo, provincia de Celendín.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión.

4.1.1. Indicadores de instalación de biodigestores.

Según los resultados obtenidos de las encuestas, se deduce que la instalación del tanque biodigestor se realizó de manera segura y a distancias permitidas de las viviendas al igual que la caja de registros, sin embargo, se ha identificado que no todas las casas tienen el tubo de ventilación para el biogás. También se identificó que no todas las casas tienen zanjas de infiltración puesto que no fueron instalados.

4.1.2. Indicadores de operación y mantenimiento de biodigestores.

En esta etapa se identificó claramente que los usuarios no realizan ningún tipo de mantenimiento al tanque biodigestor, dando a conocer que a ellos no se les dio indicaciones de cómo es que se retira los lodos ni a cada que tiempo se realiza el mantenimiento, pero sin embargo el sistema que ya tiene un tiempo de vida de más de 5 años y funcionan de manera normal hasta la fecha que se realizó la recolección de datos.

Los asociados manifiestan que ellos están dispuestos a ser capacitados para tener un mayor conocimiento del sistema del cuál hacen uso para que puedan cumplir con su debido mantenimiento y tener conocimiento de los usos que se le puede hacer a los lodos extraídos del biodigestor.

4.1.3. Percepción De Los Usuarios.

Según los resultados obtenidos los usuarios del caserío El Tingo manifiestan que no están muy conformes con este nuevo sistema de biodigestores ya que no tienen conocimiento del tiempo de vida ni cómo realizar una limpieza adecuada ni a cada que tiempo y por último tampoco saben cómo se deben de proteger al momento de retirar la tapa del biodigestor para evitar los malos olores, claro que también reconocen que les permite tener una mejor higiene y comodidad para realizar sus necesidades, manifiestan también que ha disminuido los malos olores que se tenían antes con el tradicional pozo ciego.

Los usuarios de El Tingo si estarían dispuestos a reunirse e ir a la municipalidad para que designen a personal capacitado y hagan una inspección total del sistema de biodigestores ya que hasta la fecha ninguna entidad se acercado a realizas visitas.

4.2 Conclusiones

- Después de haber aplicado los instrumentos de medida en la presente investigación en el caserío El Tingo, se llegó a la conclusión que el nivel de eficiencia de los biodigestores es de 75% regular, 15% malo y 15% bueno. Con estos resultados se cumple la hipótesis planteada
- La instalación de biodigestores se hizo sin asistencia técnica, presentando algunas dificultades que fueron subsanadas en su momento. Refieren los usuarios que no hubo dirección técnica.

- La operación y mantenimiento se ejecuta con deficiencias pues las familias (usuarios) no fueron capacitados para realizar las acciones correctas en este rubro.

REFERENCIAS

1. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). 2015. ONU. En línea, consultado el 26-04-2017, disponible en: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
2. PAS (Programa de Agua y Saneamiento para América Latina). 2005. **Monitoreo de los Objetivos de Desarrollo del Milenio en Agua y Saneamiento**. Banco Mundial. Pág. 13.
3. Programa Nacional de Saneamiento Rural del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. En línea, consultado el 26-04-2017, disponible en: <http://inversionenlainfancia.net/blog/entrada/noticia/1890/0>
4. CARE PERÚ. 2008. Plan de Saneamiento Integral de la región Cajamarca. En línea, consultado el 26-04-2017, disponible en: http://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/Regional_Diagnosis_-_Cajamarca_CARE.pdf
5. Ley General de Servicios de Saneamiento (N° 26338). 1994. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. En línea, consultado el 26-04-2017, disponible en: <http://pnsr.vivienda.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2014/05/Ley-26338-Ley-General-de-Servicios-de-Saneamiento1.pdf>
6. Ley Orgánica de Municipalidades (N° 27972). En línea, consultado el 26-04-2017, disponible en: <http://portal.jne.gob.pe/informacionlegal/Documentos/Leyes%20Org%C3%A1nicas/LEY%20ORG%C3%81NICA%20DE%20MUNICIPALIDADES%20LEY%20N%C2%BA%2027972.pdf>
7. http://www.feriadelasciencias.unam.mx/antiores/feria20/feria254_01_biodigestor_alternativa_energetica.pdf

8. CARE – PERÚ. 2008. Diagnóstico de saneamiento de la Región Cajamarca. Consultoría para el Banco Mundial. Cajamarca. Julio 2008. p. 27.
9. CARE – PERÚ. 2001. Participación comunitaria en salud: los proyectos de agua y saneamiento. 2da Edición. Lima. p. 17-25
10. Huamanchumo, H. 2006. Modelo de control estratégico para el sector saneamiento en el Perú. S/E. Lima. p. 2-8.
11. D.S. N° 031-2008- VIVIENDA. 2008. Decreto Supremo que modifica el Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento. Diario Oficial El Peruano. Lima. p. 7.
12. D.S. N° 023-2005-VIVIENDA. 2005. Texto Único Ordenado de la Ley General de Servicios de Saneamiento. Diario Oficial El Peruano. Lima. p. 1-35.
13. SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento). 2006. Reglamento de calidad de la prestación de servicios de saneamiento. Resolución de Consejo Directivo N° 11-2006-SUNASS-CD. Lima.
14. SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento). 2000. Glosario de términos en gestión de los servicios de saneamiento. Intendencia de promoción y desarrollo (centro de documentación). S/E. Lima.
15. SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento). 1999. Directiva sobre Organización y Funcionamiento de Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento. R.S. N° 643-99-SUNASS. Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial. Marzo. Lima. p. 5-1

ANEXOS
Anexo N° 1.
I. INSTALACIÓN DE BIODIGESTORES

N°	INDICADORES DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO	VIVIENDAS INSPECCIONADAS																				Deficiente	Regular	Bueno	SUB TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
1.1	COBERTURA DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	20
		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	7	
1.2	DISTANCIA DE CUERPOS DE AGUA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	20
		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	
1.3	CAJA DE REGISTRO DE LA VIVIENDA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	20
		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	5	0	5	0	5	5	5	5	5	4	0	
1.4	CALIDAD DE LA INSTALACIÓN DEL BIODIGESTOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	20
		2.5	2.5	2.5	5	5	5	5	2.5	5	5	2.5	0	2.5	2.5	0	0	5	5	5	0	4	7	9	
1.5	ACCESIBILIDAD AL TANQUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	20
		5	5	5	2.5	5	5	5	0	5	5	5	0	2.5	5	5	2.5	5	2.5	5	2.5	1	5	14	
1.6	FILTRO DEL BIODIGESTOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	20
		0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	5	2.5	0	0	0	2.5	2.5	2.5	2.5	5	2.5	4	14	2	
1.7	VENTILACIÓN DEL BIODIGESTOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	20
		5	5	2.5	5	0	0	5	5	5	5	0	0	0	2.5	5	5	0	5	0	2.5	7	3	10	
1.8	TIENE LA CAJA DE REGISTRO DE LODOS Y LA VÁLVULA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	20
		5	2.5	0	0	5	0	2.5	0	2.5	5	0	0	2.5	0	2.5	5	5	5	5	5	7	5	8	
1.9	RETIRO DE LODOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	20
		0	0	0	0	2.5	0	0	2.5	0	5	0	0	0	2.5	0	0	0	2.5	5	2.5	13	5	2	
1.10	SISTEMA DE DRENAJE (INFILTRACIÓN)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	20
		2.5	0	0	0	5	0	2.5	2.5	2.5	5	2.5	0	0	2.5	0	2.5	2.5	2.5	5	0	8	9	3	

Anexo n° 2.

II. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BIODIGESTORES

N°	INDICADORES DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO	VIVIENDAS INSPECCIONADAS																				Deficiente	Regular	Bueno	SUB TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
2.1	FALLAS EN EL FUNCIONAMIENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	
		5	5	5	5	5	0	2.5	2.5	5	2.5	2.5	5	5	0	5	0	5	5	5	0	4	4	12	20
2.2	PROTECCIÓN PARA EL MANTENIMIENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	SUB TOTAL
		0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	5	0	0	0	2.5	0	0	0	2.5	2.5	2.5	14	5	1
2.3	MANTENIMIENTO DE FILTROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	SUB TOTAL
		0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	5	0	0	0	2.5	0	2.5	0	1	2.5	2.5	13	5	2
2.4	TIPO DE AGUAS QUE VAN AL BIODIGESTOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	SUB TOTAL
		5	5	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	0	19
2.5	FRECUENCIA DE RETIRO DE LODOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	SUB TOTAL
		0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	5	0	0	0	0	2.5	0	2.5	2.5	2.5	14	5	1	20
2.6	DISPOSICIÓN DEL LODO TRATADO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	SUB TOTAL
		0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	2.5	0	0	0	2.5	0	2.5	0	2.5	5	2.5	13	6	1
2.7	USO DE LOS LODOS TRATADOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	SUB TOTAL
		0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	2.5	0	0	0	5	0	2.5	0	2.5	5	2.5	13	5	2
2.8	ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA O. & M.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	SUB TOTAL
		0	0	0	0	5	5	5	0	5	5	0	0	5	0	5	0	0	0	5	5	5	10	0	10
2.9	SOLUCIÓN DE AVERÍAS O SIMILARES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	SUB TOTAL
		5	5	2.5	2.5	2.5	5	2.5	2.5	5	2.5	5	5	5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	0	13	7
2.10	O. & M. EN LA DURABILIDAD DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos	SUB TOTAL
		5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1		19

Anexo N° 3

III. PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS

N°	CON RESPECTO AL SERVICIO DE SANEAMIENTO Y GESTIÓN DEL MUNICIPIO	VIVIENDAS INSPECCIONADAS																				Muy Baja	Baja	Media	Buena	Muy Buena
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
3.1	¿Cómo calificaría su grado de satisfacción con respecto a la implementación de biodigestores para tratar las aguas residuales de su vivienda?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5
		3	3	3	4	4	2	4	4	4	3	3	4	4	4	4	2	3	4	4	4	4	0	2	6	12
3.2	¿Cree usted que esta forma de tratamiento de aguas residuales no perjudica al medio ambiente?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5
		3	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	2	4	4	4	4	4	0	1	6	13
3.3	Antes de implementar este proyecto considera que hubiera sido beneficioso que la población sea capacitada?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5
		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	2	3	4	4	4	4	4	0	1	2	17
3.4	¿Considera que su comunidad está organizada para gestionar servicios de saneamiento y otros?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5
		2	2	4	4	3	2	2	3	2	4	3	2	2	2	4	3	2	3	3	2	2	0	10	6	4
3.5	¿La municipalidad, a través de sus trabajadores, ha realizado visitas de inspección para verificar el buen funcionamiento del sistema?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5
		1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	1	17	0	1	2
3.6	¿Considera que este tratamiento de las aguas residuales influye en la salud de las personas que conforman su familia?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5
		3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	0	0	13	7
3.7	¿Cree usted que la municipalidad se preocupa por la salud de la población al implementar proyectos como éste?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5
		2	2	1	1	1	3	2	2	2	1	1	2	2	1	4	2	1	3	2	1	1	8	9	2	1
3.8	¿Estaría usted dispuesto a invertir en un sistema de tratamiento con biodigestores sin el apoyo de la municipalidad?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5
		2	1	4	4	1	4	3	3	2	2	2	4	1	2	2	2	4	2	1	4	4	4	8	2	6
3.9	¿Es beneficioso que la municipalidad dé prioridad al agua potable y saneamiento en su distrito?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5
		4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	0	0	2	16
3.10	¿Sería conveniente que las familias de su caserío reclamen permanentemente (demanda) de servicios de saneamiento a sus autoridades locales?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5
		4	3	4	3	4	3	3	3	2	3	4	2	4	4	3	4	3	3	3	3	3	0	2	11	7

ANEXO N°4



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL
NORTE**

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**NIVEL DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE BIODIGESTORES
EN EL CASERÍO EL TÍNGO – CELENDÍN, CAJAMARCA**

RESPONSABLE DE LA
INVESTIGACIÓN:

MARCO ANTONIO AGUILAR ALIAGA

INDICADORES DE INSTALACIÓN DE BIODIGESTORES

NOMBRE DEL PROPIETARIO DE LA
VIVIENDA:

VIVIENDA INSPECCIONADA N°

FECHA: / / 2018

I. INSTALACIÓN DE BIODIGESTORES						
N°	INDICADORES DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO	DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS A EVALUAR EN EL COMPONENTE	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	Deficiente: 0 puntos	Regular: 2.5 puntos	Bueno: 5 puntos
1.1	COBERTURA DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO	Número de personas atendidas en la vivienda para el volumen del tanque biodigestor (considerando aguas negras).		>100%		≤100%
1.2	DISTANCIA DE CUERPOS DE AGUA	El conjunto (biodigestor y zanjas de infiltración) se encuentra distante mínimo 50 metros de una fuente de agua subterránea o superficial.		Por debajo de 50 m	Mínimo 50 m	Mayor a 50 m
1.3	CAJA DE REGISTRO DE LA VIVIENDA	La vivienda dispone sus instalaciones sanitarias (tuberías) a una caja de registro con fines de inspección previo de las aguas residuales al biodigestor.		No tiene		Tiene
1.4	CALIDAD DE LA INSTALACIÓN DEL BIODIGESTOR	Descripción de la instalación del biodigestor. Está hermético, seguro y a una distancia adecuada de la vivienda		Instalación deficiente	Instalación regular	Buena instalación
1.5	ACCESIBILIDAD AL TANQUE	Las áreas adyacentes al tanque biodigestor se perciben compactadas, seguras y accesibles para la O & M.		Deficiente	aceptable	Buena
1.6	FILTRO DEL BIODIGESTOR	Se observa la colocación de botellas PET o material filtrante similar.		No tiene filtro	Material aceptable	Material adecuado
1.7	VENTILACIÓN DEL BIODIGESTOR	Se observa la tubería de salida de biogás (respiradero)		Deficiente	aceptable	Buena
1.8	TIENE LA CAJA DE REGISTRO DE LODOS Y LA VÁLVULA	La caja de registro está construida con mampostería tradicional, ladrillos o caja pre moldeadas de concreto simple. La válvula está correctamente instalada.		Deficiente	aceptable	Buena
1.90	RETIRO DE LODOS	En la caja de registro de lodos s evidencia que se ha operado la válvula y ya se ha retirado lodo tratado		No se evidencia retiro de lodos	se ha intentado retirar lodos	Se evidencia retiro de lodos
1.10	SISTEMA DE DRENAJE (INFILTRACIÓN)	Se evidencia que el sistema tiene zanja de infiltración o similar que permita el tratamiento en el suelo de manera natural.		Deficiente	aceptable	Buena


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**NIVEL DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE
BIODIGESTORES EN EL CASERÍO EL TÍNGO –
CELENDÍN, CAJAMARCA**

RESPONSABLE DE LA INVESTIGACIÓN:

MARCO ANTONIO AGUILAR ALIAGA
INDICADORES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BIODIGESTORES

NOMBRE DEL PROPIETARIO DE LA VIVIENDA:

VIVIENDA INSPECCIONADA N°

FECHA: / / 2018

II. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BIODIGESTORES						
N°	INDICADORES DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO	DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS A EVALUAR EN EL COMPONENTE	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	Deficiente: 0 puntos	Regular: 2.5 puntos	Bueno: 5 puntos
2.1	FALLAS EN EL FUNCIONAMIENTO	Se evidencian fallas en el funcionamiento del tanque biodigestor: fugas de aguas por tuberías, no hay drenaje de aguas u otro desperfecto.		Presenta fugas y otros desperfectos	Pequeñas fallas	Biodigestor funciona bien
2.2	PROTECCIÓN PARA EL MANTENIMIENTO	Antes de iniciar el mantenimiento en el biodigestor disponga de protección adecuada: guantes y protección contra gases. Destapar y dejar ventilar por lo menos 10 minutos. (Pregunta al asociado: <u>¿Se protege antes de destapar el tanque biodigestor?</u>).		No sabe / no opina	Deja ventilar el tanque biodigestor	Usa protección y deja ventilar el tanque biodigestor
2.3	MANTENIMIENTO DE FILTROS	El filtro del tanque donde los microorganismos se adhieren para mejorar el agua residual deberá ser limpiado cada 2 años o antes si existe obstrucción. (Pregunta al asociado: <u>¿Con qué frecuencia limpia el filtro de su tanque biodigestor?</u>).		No ha realizado la limpieza de filtros	Una vez cada 3 o 4 años	Por lo menos una vez a los 2 años
2.4	TIPO DE AGUAS QUE VAN AL BIODIGESTOR	Las aguas que escurren al biodigestor son aguas grises y/o negras. Pudiendo drenar otro tipo de aguas diferentes a las anteriores (otros usos no sanitarios).		Aguas de otros usos	----	Aguas grises y aguas negras
2.5	FRECUENCIA DE RETIRO DE LODOS	El lodo tratado se elimina en promedio de 12 a 18 meses, aperturando la válvula. (Pregunta al asociado: <u>¿Con qué frecuencia elimina los lodos tratados?</u>).		No retira los lodos	Excede los 18 meses	Entre 12 a 18 meses.
2.6	DISPOSICIÓN DEL LODO TRATADO	Una vez expulsado el lodo, éste se retira de la caja de registro a un lugar para su secado y posterior uso. (Pregunta al asociado: <u>¿En dónde coloca el lodo que extrae de la caja de registro?</u>).		No retira los lodos	Sólo deposita los lodos	Deposita en un lugar adecuado los lodos y los usa después
2.7	USO DE LOS LODOS TRATADOS	Los lodos obtenidos del proceso de biodigestión pueden ser utilizados como fertilizante, ya que son ricos en nitrógeno, fósforo y potasio. (Pregunta al asociado: <u>¿Utiliza en alguna forma el lodo que extrajo del registro?</u>).		No retira ni usa los lodos	Manifiesta que los usa, pero no especifica en dónde	Sabe en qué utiliza los lodos (agricultura)
2.8	ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA O. & M.	Los municipios, por ley, deben brindar asistencia técnica en O. y M. a la población en los servicios de saneamiento. (Pregunta al asociado: <u>¿Usted o algún miembro de su familia recibió durante o después del proyecto alguna capacitación sobre uso y mantenimiento de su tanque biodigestor?</u>).		No recibió capacitación y no conoce sobre la O. & M.	Aprendió por cuenta propia	Recibió asistencia técnica sobre O. & M.
2.9	SOLUCIÓN DE AVERÍAS O SIMILARES	Pregunta al asociado: <u>¿En caso de averías en el funcionamiento del sistema de biodigestor cómo soluciona el problema?</u>		No toma medidas para solucionar las averías del funcionamiento del sistema biodigestor	No sabe a quién recurrir, pero lograr dar soluciones provisionales a las averías	Recorre a un operador / técnico. Solicita ayuda a su autoridad municipal
2.10	O. & M. EN LA DURABILIDAD DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	Pregunta al asociado: <u>¿Considera que es importante ejecutar la O. & M. para garantizar mayor duración en el sistema de tratamiento con biodigestor?</u>		No sabe / no opina	Considera que poco influye la O. & M. en la duración	Considera que la O. & M. si influye en la duración

ANEXO N°6



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

NIVEL DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE
BIODIGESTORES EN EL CASERÍO EL TÍNGO –
CELENDÍN, CAJAMARCA

III. ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DE LOS USUARIOS DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO (SISTEMA CON BIODIGESTOR)

NOMBRE
DEL
ASOCIADO:

FECHA: / / 2018

Por favor, sírvase responder la siguiente encuesta. La información obtenida servirá para conocer el nivel de satisfacción de usuarios del servicio de saneamiento (sistema con biodigestor). Sus respuestas serán tratadas en forma confidencial y anónima. Esta información servirá para desarrollar una tesis profesional para obtener el título de ingeniero civil.

ESCALA DE VALORACIÓN	Muy Baja	Baja	Media	Buena	Muy Buena
	1	2	3	4	5

CON RESPECTO AL SERVICIO DE SANEAMIENTO Y GESTIÓN DEL MUNICIPIO

3.1	¿Cómo calificaría su grado de satisfacción con respecto a la implementación de biodigestores para tratar las aguas residuales de su vivienda?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2	¿Cree usted que esta forma de tratamiento de aguas residuales no perjudica al medio ambiente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3	Antes de implementar este proyecto considera que hubiera sido beneficioso que la población sea capacitada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4	¿Considera que su comunidad está organizada para gestionar servicios de saneamiento y otros?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.5	¿La municipalidad, a través de sus trabajadores, ha realizado visitas de inspección para verificar el buen funcionamiento del sistema?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.6	¿Considera que este tratamiento de las aguas residuales influye en la salud de las personas que conforman su familia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.7	¿Cree usted que la municipalidad se preocupa por la salud de la población al implementar proyectos como éste?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.8	¿Estaría usted dispuesto a invertir en un sistema de tratamiento con biodigestores sin el apoyo de la municipalidad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.9	¿Es beneficioso que la municipalidad dé prioridad al agua potable y saneamiento en su distrito?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.10	¿Sería conveniente que las familias de su caserío reclamen permanentemente (demanda) de servicios de saneamiento a sus autoridades locales?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Desea emitir algún comentario adicional?

Gracias por su colaboración!

ANEXO N°7: Extracción de desmonte sobre el biodigestor.



Fuente; Propia

ANEXO N°8: Usuario encuestado.



Fuente; Propia

ANEXO N°9: Zanja de infiltración.



Fuente; Propia

ANEXO N°10: Destape de la caja de registro.



Fuente; Propia

ANEXO N°11: Señora Rosa siendo encuestada.






Fuente; Propia

ANEXO N°12: Tanque mal instalado.



Fuente: Propia

ANEXO N° 13

N°	Oportunidad de mejora	Descripción	Fotografía	Acción
1	Tubería expuesta en zanjas de infiltración	Se puede ver la tubería que está directamente en contacto con el ambiente; se decir, no tiene una protección mínima con agregados o materiales filtrantes		Capacitar a usuarios / asistencia técnica de Municipalidad / Seguimiento - visita periódica
2	Tanque biodigestor en mal cuidado	Se puede ver que el biodigestor está casi cubierto con tierra y eso dificulta para cuando se quiere realizar el mantenimiento.		Capacitar a usuarios / asistencia técnica de Municipalidad / Seguimiento - visita periódica
3	Caja de registro descuidada	Se puede ver que la caja de registro está cubierta con hierbas y eso dificulta para una rápida manipulación de la tapa.		Capacitar a usuarios / asistencia técnica de Municipalidad / Seguimiento - visita periódica

Datos De La Localidad:

Distrito, Provincia, Región.



Figura N ° 33. Mapa de Cajamarca

Fuente: GOOGLE, 2018.



Figura N ° 34. Mapa de Celendín
Fuente: GOOGLE, 2018.



Figura N ° 35. El Tingo – José Gálvez
Fuente: GOOGLE, 2018.