

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Carrera: Ingeniería Civil

Línea de Investigación: Infraestructura Sanitaria y Desarrollo Sostenible

Título de Investigación

Factibilidad para la implementación de una red de alcantarillado sanitario en el municipio de San Juan de Limay, en el departamento de Estelí.

Autores

Br. Manuel Alejandro Aguilar Urrutia.

Br. Melissa Mariel Rivera Velásquez.

Br. Zayda Guadalupe Pavón Sánchez.

Tutor Metodológico:

MSc. Javier Delgado Cordero.

Tutor Técnico:

Ing. Javier Delgado Moreira.

Fecha de presentación:

22 Julio del 2026

Acrónimos y siglas

PTAR

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

INETER

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales

ENACAL

Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios

MARENA

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales

INAA

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados

INIDE

Instituto Nacional de Información de Desarrollo

DBO_5

Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días

DQO

Demanda Química de Oxígeno

SST

Sólidos Suspendidos Totales

PVC

Policloruro de Vinilo

L/s

Litros por segundo

L/hab·día

Litros por habitante por día

m

Metro

mm

Milímetro

m²

Metro cuadrado

m³

Metro cúbico

Dedicatoria

Dedico esta investigación primeramente a Dios, luego a mi mamá y a mi papá que siempre creyeron en mí, por su apoyo incondicional, y sobre todo por ser parte fundamental de mi crecimiento profesional, a mi hermano por todo el apoyo brindado, a mi familia por estar al pendiente de todo mi proceso, a mi abuelita que siempre estuvo para mí deseándome lo mejor, y especialmente a mi abuelo (q.e.p.d.) que siempre me preguntaba que si ya había terminado la carrera, aunque ya no pudo estar en este logro tan esperado, sé que donde quiera que este, está orgulloso de mi.

Manuel Aguilar Urrutia

Con inmensa gratitud dedico este trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios por ser la luz que ha guiado mi camino, por concederme la sabiduría, la fortaleza y la perseverancia. A mis padres por su amor incondicional, su ejemplo de esfuerzo, sus sacrificios y el apoyo que siempre me han brindado, gracias por enseñarme que las metas se alcanzan con dedicación y constancia. A mi novio por su apoyo y compañía durante este proceso, por motivarme a seguir adelante en los momentos de incertidumbre y celebrar conmigo cada objetivo cumplido. Finalmente dedico este trabajo con especial cariño a la memoria de mi querida tía, cuya presencia, amor y enseñanzas dejaron una huella imborrable en mi vida. Aunque hoy no pueda compartir este momento conmigo, su recuerdo permanece vivo en mi corazón.

Melissa Rivera

A mis padres: Hoy que culmino una de las etapas más importantes de mi vida, quiero dedicarles este logro con todo mi corazón. Ustedes han sido mi mayor apoyo, mi refugio en los momentos difíciles y la razón por la que nunca dejé de creer que podía alcanzar mis metas. Gracias por cada sacrificio que hicieron por mí, por las veces que dejaron de lado sus propios sueños para ayudarme a construir los míos y por enseñarme. Cada paso que di durante este camino estuvo acompañado por su amor, sus consejos y la confianza que siempre depositaron en mí. Este título lleva mi nombre, pero también representa todo lo que ustedes hicieron para que hoy pudiera llegar hasta aquí. Espero

que este logro sea una pequeña forma de agradecerles todo lo que han hecho por mí y de hacerlos sentir tan orgullosos como yo me siento de tenerlos como mis padres.

Zayda Pavón

Agradecimiento

Le agradecemos infinitamente a Dios por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra carrera y por fortalecernos en cada paso del camino, dándonos la sabiduría, la perseverancia y las fuerzas necesarias para superar los desafíos vividos durante estos cincos años que no fueron fáciles, pero cada obstáculo nos permitió crecer y aprender, permitiéndonos alcanzar esta importante meta.

A nuestros padres, quienes han sido el pilar fundamental de nuestra vida y por sus sacrificios por sacarnos adelante y siempre apoyarnos en cada una de nuestras etapas de este camino, su esfuerzo, sus consejos, su amor y la confianza que siempre depositaron en nosotros fueron la motivación para no rendirnos. Este logro también les pertenece, porque sin su entrega, comprensión y apoyo constante, no habría sido posible llegar hasta aquí.

A la universidad iberoamericana de ciencia y tecnología por habernos brindado la oportunidad de fórmanos tanto en el ámbito académico y a cada uno de los docentes por compartir sus conocimientos, su tiempo y su dedicación.

A nuestro Tutor metodológico MSC Javier Delgado Cordero y nuestro Tutor Técnico Ing. Javier Delgado Moreira por dirigirnos y apoyado durante este proceso de esta monografía.

Resumen / Abstract

La presente investigación tuvo como objetivo desarrollar un estudio de factibilidad para la construcción de una red de alcantarillado sanitario y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en el Municipio de San Juan de Limay, con el propósito de identificar alternativas técnicas que contribuyan al mejoramiento del saneamiento básico, la calidad de vida de la población y la protección de los recursos naturales. La investigación se desarrolló mediante un enfoque cuantitativo, apoyado en el análisis de información topográfica, hidráulica, poblacional y ambiental, así como en la aplicación de criterios técnicos para el diseño de la infraestructura sanitaria. Los resultados evidenciaron que la comunidad presenta una cobertura limitada en el manejo de aguas residuales, predominando sistemas individuales con deficiencias y la ausencia de una red de alcantarillado sanitario. Asimismo, se determinó la viabilidad técnica del diseño de la red de alcantarillado y de una PTAR basada en lagunas de estabilización, adecuada a las condiciones poblacionales y ambientales del sector. La evaluación de impacto ambiental identificó efectos temporales durante la construcción, los cuales pueden mitigarse mediante un Plan de Gestión Ambiental, mientras que en la etapa de operación se prevén beneficios significativos relacionados con la reducción de la contaminación, la protección de los recursos hídricos y el fortalecimiento de las condiciones sanitarias. Se concluye que el proyecto es técnica y ambientalmente factible, constituyendo una alternativa sostenible para mejorar el saneamiento básico en el Municipio de San Juan de Limay.

Palabras clave: alcantarillado sanitario, saneamiento básico, aguas residuales, PTAR, factibilidad.

This research aimed to develop a feasibility study for the construction of a sanitary sewer system and a Wastewater Treatment Plant (WWTP) in the rural area of San Juan de Limay, with the purpose of identifying technical alternatives to improve basic sanitation, enhance the quality of life of the population, and protect natural resources. The study followed a quantitative approach based on topographic, hydraulic, demographic, and environmental analyses, as well as technical criteria for the design of sanitation infrastructure. The findings revealed limited wastewater management coverage, with

most households relying on deficient individual sanitation systems and the absence of a sanitary sewer network. The study also confirmed the technical feasibility of the proposed sewer network and a stabilization pond-based WWTP designed according to local population and environmental characteristics. The Environmental Impact Assessment identified temporary impacts during the construction phase, which can be mitigated through the implementation of an Environmental Management Plan, while the operational phase is expected to generate significant environmental and public health benefits by reducing pollution and protecting local water resources. The research concludes that the proposed project is technically and environmentally feasible and represents a sustainable solution for improving basic sanitation in the rural sector of San Juan de Limay.

Keywords: sanitary sewer system, basic sanitation, wastewater, WWTP, feasibility.

Índice

I Introducción 1

II Planteamiento del problema 3

III Justificación del estudio 5

IV Objetivos 7

4.1. Objetivo general 7

4.2. Objetivos específicos 7

V Hipótesis 8

VI Alcance y limitaciones 9

6.1. El alcance de la investigación podría englobar: 9

6.2. Limitaciones 9

VII Marco teórico 11

7.1. Estado del arte 11

7.2. Perspectiva teórica asumida 15

7.3. Revisión de literatura previa 16

7.4. Identificación de Conceptos 17

7.4.1. Red de Alcantarillado Sanitario 17

7.4.2. Red de Saneamiento 18

7.4.3. PTAR (Planta de tratamiento) 18

7.4.4. Factibilidad 18

7.4.5. Implementación 19

7.4.6. Aguas Residuales 21

7.4.7. Sistemas Adecuados De Saneamiento 22

7.4.8. Contaminación Ambiental 22

7.4.9. MARENA 22

7.4.10. Laguna de Estabilización 22
7.4.11. Laguna Anaeróbica 22
7.4.12. Laguna Facultativa 23
7.4.13. Laguna de Maduración 23
7.4.14. Pozo de visita 23
7.4.15. Tuberías de Concreto 24
7.4.16. Elevación 24
7.4.17. Caudal del diseño 24
7.4.18. Gastos de Infiltración (también llamado caudal o caudal de infiltración) ... 24
7.4.19. DBO (Demanda Bioquímica o Biológica de Oxígeno) 24
7.4.20. SST (Sólidos Suspendidos Totales) 25
7.4.21. CEF (Coliformes Fecales) 25
7.5. Variables e Indicadores 25
7.5.1. Variables Independientes 25
7.5.2. Variables Dependientes 26
7.5.3. Variables Continuas 26
7.5.4. Indicadores 27
7.5.5. Indicadores Cuantitativos Sociales 27
VIII Metodología de la investigación 28
8.1. Enfoque Cuantitativo 28
8.2. Diseño de investigación. 28
8.2.1. Enfoque explicativo 29
8.3. Población y Muestra 29
8.3.1. Universo poblacional 29
8.3.2. Técnica de muestreo 30

8.3.3. Tamaño y muestra 30
8.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos 33
8.4.1. Encuestas y cuestionarios 33
8.4.2. Observación estructurada 34
8.4.3. Revisión de documentos y registros 35
8.4.4. Descripción de los instrumentos 35
8.4.5. Validación: Los instrumentos se realizará mediante juicio de expertos, quienes evaluarán la claridad, coherencia y pertinencia de las preguntas planteadas. Asimismo, se efectuará una prueba piloto en una pequeña parte de la población para identificar posibles errores y realizar ajustes necesarios. 35
8.4.6. Confiabilidad: Se garantizará mediante la aplicación uniforme de las encuestas y entrevistas, asegurando que la información recopilada sea consistente, objetiva y útil para determinar la factibilidad de implementación de la red de alcantarillado sanitario. 36
8.5. Procedimientos Etapas de trabajo de campo 36
8.5.1. Planificación y organización del trabajo de campo 36
8.6. Elaboración del informe final 37
8.7. Técnicas de análisis estadísticos: 37
8.7.1. Estadística descriptiva 37
8.7.2. Media 38
8.7.3. Aplicación práctica 38
8.7.4. Estadísticas inferenciales 38
IX Resultados o Hallazgo 40
9.1. Objetivo específico 1 40
9.1.1. Resultado o hallazgo 40
9.2. Objetivo específico 2 40

9.2.1. Resultado o hallazgo 41
9.3. Objetivo específico 3 41
9.3.1. Resultado o hallazgo 41
X Discusión De Resultados 76
10.1. Discusión General de los Hallazgos 76
10.2. Comparación de Resultados con Estudios Previos 76
10.3. Interpretación de los Hallazgos 77
10.4. Evaluación de la Hipótesis 78
10.5. Implicancias Teóricas 78
10.6. Implicancias Prácticas 78
10.7. Síntesis de la Discusión 79
XI Conclusiones 79
11.1. Objetivo general 79
11.1.1. Conclusión general 79
11.2. Objetivo específico 80
11.2.1. Conclusión 80
11.3. Objetivo especifico 80
11.3.1. Conclusión 80
11.4. Objetivo especifico 81
11.4.1. Conclusión 81
11.5. Limitaciones de La Investigación 81
11.5.1. Limitaciones metodológicas 82
11.5.2. Limitaciones de información y bibliografía 82
11.5.3. Limitaciones de acceso a la información de campo 83
11.5.4. Limitaciones económicas y de recursos 83

11.5.5. Consideración final 83
XII Recomendaciones 84
12.1.1. A nivel institucional: 84
12.1.2. A nivel comunitario: 84
12.1.3. A nivel gubernamental y de financiamiento: 85
12.1.4. Para futuras investigaciones: 85
XIII Referencias bibliográficas 86
XIV Anexos 87

I Introducción

La Presente investigación se sitúa en el Municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí, (**Ver Anexo A1**) donde el saneamiento básico constituye un componente esencial para el desarrollo sostenible y la salud pública, particularmente en esta zona donde el crecimiento poblacional no ha sido acompañado por infraestructura adecuada para la gestión de aguas residuales esto ocasiona negativamente en las condiciones de salubridad pública, la calidad de los recursos hídricos y el equilibrio ambiental. En este contexto, la presente investigación tiene como finalidad evaluar la Factibilidad para la Implementación de una Red de Alcantarillado Sanitario en el Municipio de San Juan de Limay, Departamento de Estelí, mediante el análisis de variables técnicas, económicas, sociales y ambientales que inciden en la viabilidad del proyecto.

La problemática que sustenta esta Investigación radica en la disposición inadecuada de aguas residuales domésticas, práctica que genera contaminación de suelos y fuentes hídricas, así como la proliferación de enfermedades de origen hídrico. Esta situación evidencia la necesidad de formular soluciones de ingeniería que permitan mejorar las condiciones de saneamiento, contribuyendo al bienestar de la población y a la protección del medio ambiente. En consecuencia, la investigación responde a la necesidad de determinar alternativas técnicamente viables y económicamente sostenibles que faciliten la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario acorde a las condiciones del municipio.

La Investigación se encuentra estructurado bajo un enfoque integral, contemplando el diagnóstico de la situación actual del sistema de saneamiento, la caracterización demográfica y socioeconómica de la población, el análisis de la demanda proyectada del servicio y la evaluación de las condiciones físicas del área de estudio, tales como topografía, geología y comportamiento hidráulico. Asimismo, se desarrollan propuestas de diseño del sistema de alcantarillado sanitario, incluyendo la conducción, recolección y disposición final de las aguas residuales, considerando su articulación con una planta

de tratamiento. De igual forma, se incorpora un análisis preliminar de costos y criterios de sostenibilidad técnica y operativa.

Desde el punto de vista metodológico, la presente investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo, orientado al análisis de datos medibles y verificables relacionados con la factibilidad para la implementación de una red de alcantarillado sanitario en el municipio de San Juan de Limay.

Este enfoque se fundamenta en la recopilación sistemática de información numérica vinculada a variables técnicas, sociales, económicas y ambientales, tales como la cobertura actual del servicio de saneamiento, densidad poblacional, generación de aguas residuales, condiciones topográficas del terreno y costos estimados del proyecto. Dichos datos serán obtenidos mediante instrumentos estructurados y posteriormente procesados a través de métodos estadísticos y cálculos ingenieriles, lo que permitirá establecer relaciones objetivas entre las variables de estudio.

Asimismo, el enfoque cuantitativo facilita la comprobación de la hipótesis planteada, al permitir evaluar de manera precisa la viabilidad técnica y económica del sistema de alcantarillado sanitario propuesto. De igual manera, contribuye a la formulación de conclusiones basadas en evidencia empírica, garantizando resultados confiables, replicables y sustentados científicamente.

No obstante, el desarrollo del estudio presenta ciertas limitaciones, entre las cuales destacan la disponibilidad y actualización de la información existente conforme a la cantidad exacta de la población, restricciones en el tiempo destinado al trabajo de campo y adicionalmente, la ausencia de estudios Topográficos previos específicos en el área de intervención puede influir en el nivel de precisión de algunos análisis realizados ya que no se cuenta con plano topográficos planimétricos del sitio.

II Planteamiento del problema

El Municipio de San Juan de Limay, en el Departamento de Estelí, presenta deficiencia en la disposición final de aguas residuales domésticas. Actualmente gran parte de la población urbana carece de un sistema de alcantarillado centralizado, por lo que las viviendas utilizan letrinas, sumideros o fosas sépticas artesanales. Esta situación genera amenazas de contaminación de fuentes de agua subterránea, proliferación de vectores de enfermedades y afectaciones a la salud pública.

Las autoridades municipales han priorizado proyectos de agua potable en años anteriores, pero el componente de saneamiento ha quedado rezagado por falta de estudios que demuestren la viabilidad de una red de alcantarillado. Esta situación ha generado múltiples afectaciones, como el impacto en la salud pública, contaminación ambiental, limitantes al desarrollo urbano y aspectos institucionales.

La presente monografía investigó la factibilidad para implementar una Red de Alcantarillado Sanitario en el Municipio de San Juan de Limay, incluyendo como componente clave la viabilidad de contar con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

La investigación abarca lo siguiente:

Factibilidad técnica: que las condiciones físicas y urbanas del municipio permitan la instalación de una red de alcantarillado y si existe un sitio apto para ubicar una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que cumpla con los requisitos.

Factibilidad social: si la población acepta el proyecto de alcantarillado y si existe disposición al conectarse al sistema, considerando que el funcionamiento integral dependa de que las aguas recolectadas sean conducidas a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

El problema fundamental es la falta de certeza sobre la viabilidad de contar en San Juan de Limay con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), como solución definitiva al manejo de las aguas residuales. En este momento no existe un estudio que

determine si el municipio puede implementar y sostener un sistema completo, red de recolección más la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). No se ha establecido si las condiciones del territorio permiten ubicar y operar una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), ni si el proyecto lograría cumplir con las exigencias ambientales para la descarga de efluentes tratados.

III Justificación del estudio

La presente investigación se justifica debido a que aborda una problemática, relacionada con la falta de sistemas adecuados para la recolección y tratamiento de aguas residuales en el municipio de San Juan de Limay, ubicado en el departamento de Estelí. La ausencia de infraestructura sanitaria apropiada provoca que, en muchos casos, las aguas residuales domésticas sean descargadas directamente al suelo o a fuentes de agua cercanas. La disposición inadecuada de estas aguas puede provocar la proliferación de microorganismos patógenos, incrementando el riesgo de enfermedades gastrointestinales, parasitarias y otras afecciones relacionadas con la contaminación del agua y del suelo.

En la actualidad una parte considerable de la población carece de un sistema adecuado de saneamiento, no solo deteriora los recursos naturales y la calidad del agua, sino que también limita social y ambiental del municipio San Juan de Limay afectando la productividad, la seguridad alimentaria y el bienestar general de las familias, lo que conlleva al uso de letrinas tradicionales, fosas sépticas en mal estado o la disposición directa de aguas residuales al medio ambiente. Esta situación genera contaminación del suelo, de las fuentes de agua superficiales y subterráneas, y favorece la proliferación de enfermedades de origen hídrico, como infecciones gastrointestinales, afectando principalmente a niños y adultos mayores. Además, el crecimiento poblacional del municipio incrementa la presión sobre los recursos naturales y evidencia aún más la deficiencia en los servicios básicos, limitando el desarrollo social y ambiental de la comunidad.

Esta investigación tiene como finalidad evaluar la viabilidad técnica y social, para la implementación de una red de alcantarillado sanitario, acompañada de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). En el municipio proporcionando información confiable y actualizada que sirva como base para la toma de decisiones por parte de las autoridades locales, instituciones gubernamentales. Asimismo, servirá como modelo replicable para otras comunidades rurales de Nicaragua que enfrentan problemáticas

similares, aportando un valor teórico y práctico al campo del saneamiento el estudio busca contribuir al diseño de proyectos de infraestructura sanitaria que permitan mejorar las condiciones de salubridad, reducir la contaminación ambiental y proteger los recursos hídricos. Los resultados también consolidarán las bases para futuros estudios de tratamiento y sostenibilidad de redes de alcantarillado en contextos con características demográficas y geográficas semejantes.

De igual manera, los resultados de esta investigación podrán ser utilizados como referencia para futuros proyectos similares en otros municipios con condiciones semejantes, promoviendo soluciones sostenibles y eficientes en el manejo de aguas residuales. Los principales beneficiarios de este estudio serán los habitantes del municipio de San Juan de Limay, quienes podrán mejorar sus condiciones de salud, higiene y calidad de vida mediante la posible implementación de un sistema adecuado de saneamiento sanitario. Asimismo, se beneficiarán las autoridades municipales como lo es la Alcaldía de San Juan de Limay, instituciones encargadas del sector agua y saneamiento La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, (ENACAL), así como futuras investigaciones académicas relacionadas con el tratamiento de aguas residuales y el desarrollo de infraestructura sanitaria. En este sentido, el estudio no solo aporta al ámbito académico, sino que también genera un impacto práctico, ambiental y social significativo, al proponer alternativas orientadas al bienestar de la población y al desarrollo integral del municipio.

IV Objetivos

4.1. Objetivo general

Desarrollar un estudio de factibilidad para la construcción de una red de alcantarillado sanitario y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en el sector rural de San Juan de Limay, con el propósito de identificar alternativas técnicas que permitan implementar un sistema eficiente de saneamiento básico, orientado a mejorar la calidad de vida de la población y asegurar la protección de los recursos naturales del municipio.

4.2. Objetivos específicos

- Identificar las necesidades prioritarias de saneamiento en el sector rural de San Juan de Limay, considerando la cobertura actual y las carencias en el manejo de aguas residuales.
- Diseñar una red de alcantarillado sanitario eficiente para el sector rural de San Juan de Limay, que permita la recolección y conducción adecuada de las aguas residuales hacia la planta de tratamiento (PTAR).
- Proponer el diseño de una Planta de Tratamiento De Aguas Residuales (PTAR), que se ajuste a la capacidad poblacional, garantizando un tratamiento efectivo y sostenible.

V Hipótesis

El desarrollo de un sistema integral de saneamiento compuesto por una red de alcantarillado sanitario y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) es una alternativa técnica, para el sector rural de San Juan de Limay. Si se implementa un diseño de ingeniería ajustado a la demanda poblacional actual, respaldado por un modelo de gestión conjunta (comunidad-instituciones), entonces se garantizará la recolección, conducción y tratamiento efectivo de las aguas residuales, revirtiendo el déficit sanitario actual, mejorando la calidad de vida de la población y asegurando la protección sostenible de los recursos hídricos locales. Su ejecución, basada en un diseño acorde a las carencias actuales, garantizará la recolección y tratamiento eficiente de las aguas residuales.

VI Alcance y limitaciones

La pregunta de investigación es: "¿Es factible la implementación de una red de alcantarillado sanitario en el municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí, que permita mejorar las condiciones de saneamiento, reducir los riesgos para la salud pública, generados por la disposición inadecuada de las aguas residuales?"

6.1. El alcance de la investigación podría englobar:

Variables: factibilidad técnica y sanitaria de la implementación de una red de alcantarillado sanitario; cobertura de saneamiento; manejo de aguas residuales y riesgos para la salud pública.

Infraestructura analizada: diseño preliminar de la red de alcantarillado sanitario, sistema de conducción de aguas residuales y propuesta de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

Población seleccionada: habitantes del municipio de San Juan de Limay que actualmente carecen de un sistema adecuado de recolección y tratamiento de aguas residuales.

Cobertura geográfica: municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí, Nicaragua.

Cobertura temporal: análisis de las condiciones actuales de saneamiento y proyección de la demanda futura del sistema con base en el crecimiento poblacional estimado.

Aspectos técnicos: determinación de parámetros de diseño hidráulico, caudales de aguas residuales, topografía del terreno y criterios de funcionamiento del sistema propuesto.

6.2. Limitaciones

Durante el desarrollo de la investigación podrán presentarse diversas limitaciones que podrían influir en el alcance de los resultados obtenidos. Entre las principales limitaciones

se encuentran la disponibilidad limitada de información técnica y estadística actualizada sobre el sistema sanitario y poblacional del municipio de San Juan de Limay.

Asimismo, el estudio puede verse restringido por limitaciones económicas y de tiempo, debido a que no se contempla la ejecución física del proyecto ni la realización de estudios especializados de laboratorio, pruebas hidráulicas o levantamientos topográficos de alta precisión, los cuales requerirían mayores recursos técnicos y financieros.

Además, la investigación se enfocará únicamente en determinar la factibilidad preliminar del proyecto, por lo que no incluirá diseños constructivos definitivos, presupuestos ejecutivos detallados ni procesos de construcción y operación del sistema de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Por último, los resultados y conclusiones estarán sujetos a las condiciones técnicas y sociales existentes durante el período de realización de la investigación, pudiendo variar en función de cambios futuros en el municipio o en las normativas relacionadas con el saneamiento sanitario.

VII Marco teórico

7.1. Estado del arte

El estudio de la factibilidad para la implementación de redes de alcantarillado sanitario en Nicaragua ha tomado relevancia debido al crecimiento poblacional, la necesidad de mejorar las condiciones sanitarias y la protección de los recursos hídricos. En municipios del departamento de Estelí y zonas rurales similares a San Juan de Limay, diferentes investigaciones han abordado el diseño hidráulico, la disponibilidad hídrica, las condiciones topográficas y el impacto ambiental de los sistemas de saneamiento.

Entre las investigaciones más relevantes se encuentra el trabajo de Indira Xiomara Gutiérrez Zeledón, Álvaro Saúl Rugama Zeledón y Henry Noé Rodríguez Pérez, quienes desarrollaron el "Diseño de la red de alcantarillado sanitario del Barrio Monte Sinaí de la ciudad de Estelí" para un período de diseño de 20 años. Este estudio utilizó levantamientos topográficos, encuestas poblacionales, cálculos hidráulicos y aplicación de normas técnicas de ENACAL para determinar la viabilidad técnica del sistema. Además, incorporó evaluación ambiental y diseño de obras complementarias1.

Otros autores han investigado problemáticas asociadas al saneamiento ambiental y manejo de residuos sólidos en San Juan de Limay, como Veyra Mileiding Zambrana Espinoza y Jansi Samaria Castillo Benavídez, quienes analizaron el manejo integral de residuos sólidos urbanos y su impacto ambiental en el municipio. Estas investigaciones evidencian la necesidad de fortalecer la infraestructura sanitaria para disminuir riesgos de contaminación y afectaciones ambientales2.

1 https://revistas.unan.edu.ni/index.php/Tierra/en/article/view/3982?utm_source

2 https://ribuni.uni.edu.ni/3502/?utm_source

Las metodologías utilizadas en estas investigaciones se basan principalmente en:

Levantamientos topográficos.

Estudios poblacionales y proyecciones demográficas.

Aplicación de normas técnicas de ENACAL e INAA.

Cálculos hidráulicos para redes sanitarias.

Uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Evaluaciones ambientales.

Encuestas comunitarias y diagnósticos sanitarios.

A pesar de los aportes existentes, todavía persisten vacíos de información importantes. Actualmente, no se identifican estudios específicos orientados a la factibilidad integral de una red de alcantarillado sanitario para el casco urbano del municipio de San Juan de Limay. La mayoría de investigaciones desarrolladas se enfocan en abastecimiento de agua potable, hidrogeología o saneamiento básico rural, dejando limitada información.

Sistema de alcantarillado sanitario

Un sistema de alcantarillado sanitario es el conjunto de tuberías, estructuras y obras complementarias destinadas a recolectar, conducir y evacuar las aguas residuales domésticas hacia un sitio de tratamiento o disposición final. Su principal objetivo es proteger la salud pública y reducir la contaminación ambiental.

Estos sistemas permiten transportar las aguas servidas generadas en viviendas, comercios e instituciones, evitando su acumulación en calles, patios o cauces naturales. Según las normas técnicas de saneamiento, un sistema de alcantarillado debe garantizar condiciones adecuadas de funcionamiento hidráulico, seguridad sanitaria y durabilidad estructural.

Componentes de una red de alcantarillado sanitario

Una red de alcantarillado sanitario está compuesta por diferentes elementos hidráulicos y estructurales, que permiten el correcto funcionamiento del sistema. Entre los principales componentes se encuentran:

Conexiones domiciliares.

Tuberías secundarias y principales.

Pozos de visita.

Colectores.

Emisores.

Estaciones de bombeo (cuando la topografía lo requiere).

Sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Cada uno de estos elementos debe diseñarse tomando en cuenta las características topográficas, hidráulicas y poblacionales del área de estudio.

Factibilidad técnica de un sistema de alcantarillado sanitario

La factibilidad técnica consiste en determinar si las condiciones físicas y operativas del sitio permiten la implementación adecuada del proyecto. Para ello se analizan factores como:

Topografía del terreno.

Tipo de suelo.

Disponibilidad de espacio.

Pendientes naturales.

Crecimiento poblacional.

Caudal de aguas residuales.

Materiales de construcción.

Normativas técnicas aplicables.

En proyectos de alcantarillado sanitario, los estudios topográficos y los cálculos hidráulicos son fundamentales para definir diámetros de tuberías, velocidades de flujo y ubicación de estructuras sanitarias.

Crecimiento poblacional y generación de aguas residuales

El crecimiento poblacional es un aspecto esencial en los proyectos de saneamiento, debido a que la cantidad de aguas residuales generadas depende directamente del número de habitantes y del consumo de agua potable.

Para el diseño de alcantarillado sanitario generalmente se utilizan períodos de diseño entre 20 y 30 años, proyectando la población futura mediante métodos estadísticos y demográficos. Esto permite garantizar que la infraestructura tenga capacidad suficiente para atender la demanda futura.

Normativas aplicables al diseño de alcantarillado sanitario

En Nicaragua, los proyectos de alcantarillado sanitario deben regirse por las normas técnicas establecidas por ENACAL, INAA y las regulaciones ambientales nacionales. Estas normativas establecen criterios relacionados con:

Diseño hidráulico.

Materiales de tubería.

Velocidades mínimas y máximas.

Pendientes permitidas.

Separación entre pozos de visita.

Profundidad de instalación.

Protección ambiental y sanitaria.

El cumplimiento de estas disposiciones garantiza que los sistemas funcionen adecuadamente y cumplan con estándares técnicos y sanitarios establecidos.

7.2. Perspectiva teórica asumida

Se fundamenta en la perspectiva teórica de la ingeniería civil, específicamente en el área de la ingeniería sanitaria e hidráulica, la cual estudia el diseño, construcción y funcionamiento de sistemas destinados al manejo adecuado de las aguas residuales.

Los sistemas de alcantarillado sanitario son considerados obras de infraestructura básica que permiten la recolección, conducción y disposición eficiente de las aguas residuales generadas por la población. La ingeniería civil establece que estos sistemas son indispensables para garantizar el desarrollo urbano ordenado y la mejora de las condiciones de salud pública en una comunidad.

El enfoque teórico asumido se basa en los principios de planificación y diseño hidráulico, los cuales permiten determinar la capacidad y funcionamiento de una red de alcantarillado sanitario mediante el análisis de variables como el caudal de diseño, la densidad poblacional, la pendiente de las tuberías y la proyección del crecimiento urbano. Estos elementos constituyen la base técnica para evaluar la factibilidad de implementación del sistema en el municipio de San Juan de Limay.

Desde la ingeniería sanitaria, se reconoce que el manejo inadecuado de aguas residuales provoca contaminación del suelo y de los cuerpos de agua, además de representar riesgos para la salud de la población. Por ello, el alcantarillado sanitario se plantea como una solución de infraestructura que contribuye al control sanitario y a la reducción de enfermedades relacionadas con la contaminación ambiental.

La teoría hidráulica también constituye parte fundamental de esta investigación, debido a que proporciona los criterios técnicos necesarios para el diseño y funcionamiento de las tuberías que conforman la red sanitaria. Entre estos criterios se incluyen la velocidad del flujo, el diámetro de las tuberías, la capacidad hidráulica y las condiciones de

operación del sistema, garantizando así un transporte eficiente de las aguas residuales sin generar obstrucciones o fallas estructurales.

De igual manera, el estudio se sustenta en el enfoque de sostenibilidad aplicado a la ingeniería civil, el cual promueve la construcción de obras que satisfagan las necesidades actuales de la población, sin ocasionar impactos negativos significativos al medio ambiente. Bajo esta perspectiva, la implementación de una red de alcantarillado sanitario representa una alternativa que favorece el desarrollo urbano sostenible y mejora la calidad de vida de los habitantes del municipio.

7.3. Revisión de literatura previa

El Saneamiento constituye uno de los principales indicadores de desarrollo social y salud pública, Debido a que la implementación de infraestructura de saneamiento sanitario garantiza la captación, conducción, tratamiento y disposición controlada de las aguas residuales, minimizando la contaminación de cuerpos receptores, la infiltración de efluentes al subsuelo y los riesgos epidemiológicos derivados de la exposición a agentes patógenos. En Nicaragua, la institución responsable de la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario es la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), cuya función comprende la planificación, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario, así como la expansión de estos servicios hacia comunidades con menor cobertura.

En los últimos años, diversas investigaciones desarrolladas en Nicaragua han analizado la factibilidad de implementar sistemas de saneamiento en municipios que carecen de redes de alcantarillado sanitario. Uno de estos estudios es "Estudio a nivel de prefactibilidad del proyecto construcción de un alcantarillado sanitario condominial en la zona urbana del municipio de San Nicolás, departamento de Estelí", elaborado por la

Universidad Nacional de Ingeniería en 2019. La investigación concluye que la inexistencia de un sistema de alcantarillado obliga a la población a utilizar letrinas y sumideros, situación que incrementa el riesgo de contaminación de los suelos y de las fuentes de agua. Asimismo, señala que la evaluación técnica, económica y social es indispensable para determinar la viabilidad de este tipo de proyectos.

De manera similar, el estudio "Estudio de prefactibilidad del proyecto construcción de un alcantarillado sanitario en el barrio Milagro de Dios del Distrito V de Managua" destaca que los sistemas de alcantarillado sanitario representan una solución integral para mejorar las condiciones higiénicas de la población y disminuir los impactos ambientales provocados por el manejo inadecuado de las aguas residuales. Los autores sostienen que un estudio de prefactibilidad debe evaluar los aspectos técnicos, financieros, ambientales y sociales antes de ejecutar la obra.

En conjunto, la literatura revisada coincide en que la implementación de redes de alcantarillado sanitario requiere una evaluación integral que abarque criterios técnicos y sociales. También resalta que la ausencia de estos sistemas incrementa los riesgos para la salud pública y limita el desarrollo urbano sostenible. Sin embargo, se observa una escasez de investigaciones específicas para el municipio de San Juan de Limay, lo que evidencia la necesidad de realizar un estudio de factibilidad que genere información técnica y científica.

7.4. Identificación de Conceptos

7.4.1. Red de Alcantarillado Sanitario

Las redes de alcantarillado son sistemas de tuberías y estructuras diseñadas para recolectar y transportar las aguas residuales y pluviales desde las áreas urbanas hasta las plantas de tratamiento o puntos de descarga. Su función principal es mantener la higiene y prevenir la contaminación del medio ambiente

La red de alcantarillado fue diseñada y construida con el objetivo de recolectar y conducir las aguas servidas que se acumulan en el hogar. El uso incorrecto de esta red de tuberías

puede ocasionar el deterioro y provocar el mal funcionamiento de estas y tener consecuencias desagradables.

7.4.2. Red de Saneamiento

Una red de saneamiento es un sistema de conducciones, estructuras y elementos técnicos destinados a la evacuación de aguas residuales (provenientes de usos domésticos, industriales y comerciales) y aguas pluviales.

Estas redes conducen el agua desde su punto de origen hasta estaciones de tratamiento o puntos de vertido autorizados. Sin una red de saneamiento eficaz, se incrementaría el riesgo de enfermedades, contaminación de acuíferos y deterioro de los ecosistemas

7.4.3. PTAR (Planta de tratamiento)

Las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, antiguamente también llamadas Lagunas de Oxidación, son un sistema de tratamiento para las aguas negras y grises, cuyo origen proviene de la actividad humana, ya sea, doméstica, comercial, industrial, en el que se altera la composición natural del agua, debido a los desechos orgánicos y químicos. Tiene como objetivo, permitir que los efluentes humanos e industriales sean eliminados, para así, no causar peligro a la salud humana e impactar de manera negativa al medio ambiente

7.4.4. Factibilidad

La factibilidad de una red de alcantarillado sanitario es un estudio técnico-económico esencial que determina si es viable conectar nuevas edificaciones o zonas a la red pública existente. Evalúa la capacidad de la infraestructura actual, caudales, presiones y el cumplimiento de normas técnicas para garantizar el servicio, emitiendo un certificado necesario para licencias.

- Aspectos Clave de la Factibilidad:

- Análisis Técnico: Incluye la evaluación de caudales, diámetros, tirantes y niveles en los puntos de acople. Se analiza la topografía para asegurar que el drenaje sea por gravedad, buscando minimizar el uso de bombeo.
- Capacidad de la Red: Se verifica si los colectores y la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) tienen capacidad para el caudal de diseño, que suma el caudal máximo horario, infiltraciones y conexiones ilícitas.
- Planes de Desarrollo: Se considera el plan maestro de la zona concesionada para asegurar que el proyecto no choque con vedas o zonas no permitidas.

7.4.5. Implementación

La implementación de una red de alcantarillado sanitario implica estudios topográficos, diseño hidráulico (pendiente y caudal) y la instalación técnica de tuberías bajo normas sanitarias para la recolección de aguas residuales. El proceso clave incluye el diseño de la red, la excavación, la colocación de tuberías, la conexión a la red pública (uniones domiciliarias) y el relleno compactado. Se requieren estaciones de bombeo en terrenos planos y el tratamiento final debe cumplir con normativas ambientales.

Pasos para la Implementación de una Red de Alcantarillado

- Estudios Preliminares y Diseño:
- Levantamiento topográfico: Determinar niveles y pendientes para garantizar el flujo por gravedad.
- Estudios de población: Proyectar el caudal de diseño (doméstico, comercial, industrial) basado en la población futura.
- Diseño de la red: Definir la red de atarjeas, colectores principales y subcolectores.

- Selección de materiales: Utilizar tuberías específicas para alcantarillado sanitario, preferiblemente de PVC o concreto reforzado, con diámetros basados en catálogos técnicos.

Construcción e Instalación:

- Replanteo y excavación: Marcar la zanja, usualmente en el centro de la calle, tomando puntos de nivel precisos.
- Instalación de tuberías: Colocación con pendiente adecuada y sellado de juntas (cemento/arena o empaques elastoméricos).
- Cama de apoyo: Colocar arena u otro material fino alrededor del tubo para dar soporte estable.
- Registro y pozos de visita: Construir cámaras de inspección para mantenimiento, conectando las acometidas domiciliarias.
- Relleno y compactación: Rellenar la zanja por capas (20 cm) compactando para evitar asentamientos.

Componentes Clave:

- Acometidas domiciliarias: Tubería que conecta la caja de inspección de la casa con el colector principal.
- Pozos de visita: Estructuras de acceso para limpieza y mantenimiento.
- Estaciones de bombeo: Necesarias en terrenos planos para elevar el agua.

Normativas y Seguridad:

- Cumplir con las normas técnicas de alcantarillado sanitario (por ejemplo, normativas de El Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales MARENA para el tratamiento final).

- Mantenimiento: Evitar la descarga de grasas, residuos sólidos o cabellos para prevenir obstrucciones.

7.4.6. Aguas Residuales

Las aguas residuales son aguas con impurezas procedentes de vertidos de diferentes orígenes, domésticos e industriales, principalmente. De esta forma, tenemos que las aguas residuales pueden contener elementos contaminantes originados en desechos urbanos o industriales. Las aguas residuales urbanas generalmente se conducen por sistemas de alcantarillado y tratadas en plantas de tratamiento de aguas residuales para su depuración antes de su vertido, aunque no siempre es así en todos los países.

La procedencia es la forma de clasificación más común. Según ella, se distinguen cuatro tipos de aguas residuales (que, a su vez, pueden subdividirse en otras categorías).

- Aguas residuales domésticas o urbanas.
- Aguas residuales industriales.
- Aguas residuales de la agricultura y ganadería.
- Aguas residuales derivadas de la lluvia.
- Salud Pública

Un sistema de alcantarillado sanitario eficiente permite la recolección y conducción de aguas residuales hacia plantas de tratamiento, reduciendo el riesgo de:

- Enfermedades infecciosas como diarreas, cólera, hepatitis A o parasitosis, que proliferan en ambientes con aguas contaminadas.
- Focos de contaminación en calles y viviendas por colapsos o filtraciones de tuberías.
- Plagas urbanas (mosquitos, ratas, cucarachas) que encuentran en aguas residuales un ambiente propicio.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que una inversión adecuada en saneamiento puede reducir hasta en un 36% las enfermedades diarreicas en poblaciones vulnerables.

7.4.7. Sistemas Adecuados De Saneamiento

Abarcan la recolección, transporte, tratamiento y disposición final segura de excretas y aguas residuales. Incluyen soluciones convencionales (alcantarillado) y descentralizadas (fosas sépticas, baños secos) que protegen la salud pública y ambiental al evitar el contacto humano con desechos.

7.4.8. Contaminación Ambiental

La contaminación ambiental es la introducción de sustancias en el ambiente que causan daños a los ecosistemas y la salud humana. Puede ser de origen natural, como las erupciones volcánicas, pero principalmente es provocada por la actividad humana, como la emisión de gases industriales o la acumulación de residuos plásticos.

7.4.9. MARENA

El Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) está a cargo de la protección ambiental y del estudio, planificación y gestión de los recursos naturales de Nicaragua.

7.4.10. Laguna de Estabilización

Las lagunas de estabilización son grandes reservorios de aguas someras, formadas por terraplenes en las cuales el efluente crudo es tratado mediante procesos naturales asociados al crecimiento y al metabolismo de algas y bacterias; sin embargo, se puede auxiliar al proceso suministrando oxígeno mediante arreadores.

7.4.11. Laguna Anaeróbica

Las lagunas anaerobias se utilizan normalmente como primera fase en el tratamiento de aguas residuales urbanas o industriales con alto contenido en materia orgánica biodegradable. El objetivo primordial de estas lagunas es la reducción de contenido en sólidos y materia orgánica del agua residual, y no la obtención de un efluente de alta

calidad. Por esta razón, las lagunas anaerobias operan en serie con lagunas facultativas y de maduración. Generalmente se utiliza un sistema compuesto por al menos una laguna de cada tipo en serie, para asegurar que el efluente final de la planta depuradora va a poseer una calidad adecuada durante todo el año.

7.4.12. Laguna Facultativa

Las lagunas facultativas son la variación más importante en la depuración de aguas residuales en este tipo de tratamiento. Una laguna facultativa típicamente maneja cargas orgánicas de entre 55 y 200 Kg DBO/día por hectárea de terreno, con un tiempo de retención de entre 5 y 30 días. La profundidad de la laguna es de 1.2 a 2.5 mts.

7.4.13. Laguna de Maduración

Las lagunas de maduración es una forma de depurar las aguas residuales tratadas, así como de desinfectar dichas aguas tratadas. Una laguna de maduración se emplea cuando se tiene un agua que previamente ha recibido un tratamiento para disminuir su DBO y se pretende incrementar la calidad del agua. Por ejemplo: si un agua con alto contenido de material orgánico se trata inicialmente en una laguna facultativa y el efluente de esta laguna facultativa se pasa a una segunda laguna, ésta será de maduración. En la laguna de maduración se forma una capa aerobia, en la cual se desarrolla una biomasa de algas y microorganismos fotosintéticos que proporcionan el oxígeno necesario para la degradación aerobia del sustrato residual.

7.4.14. Pozo de visita

Los pozos de visita son estructuras que se utilizan en sistemas de drenaje (sanitario y pluvial) para interconectar las líneas de tubería y permitir su inspección y mantenimiento

7.4.15. Tuberías de Concreto

Los tubos de concreto son piezas cilíndricas prefabricadas que sirven para canalizar agua, líquidos industriales o aguas residuales. Gracias a su robustez, son ampliamente utilizados en proyectos urbanos, rurales e industriales.

7.4.16. Elevación

es la altura de un lugar o accidente geográfico por encima o por debajo del nivel medio del mar. La elevación se puede representar en un mapa mediante curvas de nivel , que conectan puntos con la misma elevación, o indicando la elevación exacta de puntos específicos. Los mapas que muestran elevaciones se denominan mapas topográficos.

7.4.17. Caudal del diseño

El caudal de diseño es el volumen de agua que llegara a las obras de drenaje. El objetivo del cálculo de la crecida de diseño es asociar una probabilidad de ocurrencia a las distintas magnitudes de la crecida. Su determinación debe ser precisa para poder fijar económicamente el tamaño de la estructura requerida y evitar daños a la carretera.

7.4.18. Gastos de Infiltración (también llamado caudal o caudal de infiltración)

Es el volumen de agua que penetra en el suelo o se filtra hacia el interior de una infraestructura por unidad de tiempo.

7.4.19. DBO (Demanda Bioquímica o Biológica de Oxígeno)

Es la cantidad de oxígeno disuelto que los microorganismos necesitan para descomponer la materia orgánica presente en una muestra de agua. Se utiliza universalmente como un indicador de contaminación del agua; a mayor DBO, mayor es la carga contaminante y menor la calidad del agua.

7.4.20. SST (Sólidos Suspendidos Totales)

No son un tipo de bacteria, sino un parámetro físico-químico que mide la cantidad de partículas sólidas (sedimentos, materia orgánica, lodos) atrapadas en el agua.

7.4.21. CEF (Coliformes Fecales)

Los Coliformes fecales son un subgrupo de bacterias coliformes asociadas específicamente a la contaminación fecal. Se caracterizan por ser bacterias gramnegativas, con forma de bacilo, que no forman esporas y que pueden fermentar la lactosa, produciendo ácido y gas a 35-37 °C. Sirven como indicadores de la calidad sanitaria del agua y los alimentos, sugiriendo la posible presencia de otros organismos patógenos.

7.5. Variables e Indicadores

7.5.1. Variables Independientes

Son las variables que influyen o afectan directamente el desarrollo y factibilidad del proyecto.

Variables Independiente	Indicadores
Crecimiento poblacional	Incremento de habitantes que generarán mayores aguas residuales.
Cobertura actual de saneamiento	Porcentaje de viviendas sin sistema de alcantarillado sanitario.
Normativas ambientales	Requisitos técnicos exigidos por instituciones ambientales y sanitarias.

7.5.2. Variables Dependientes

Son las variables que dependen del comportamiento de las variables independientes.

Variable Dependiente	Indicadores
Factibilidad del proyecto	Nivel de viabilidad técnica del alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales
Mejora de la salud pública	Reducción de enfermedades gastrointestinales en la población.
Disminución de contaminación ambiental	Reducción de descarga de aguas residuales sin tratamiento.
Calidad de vida de la población	Mejores condiciones sanitarias en los hogares beneficiados.

7.5.3. Variables Continuas

Son variables que pueden tomar valores numéricos infinitos dentro de un rango.

Variable Continua	Indicadores
Caudal de aguas residuales	Litros por segundo generados por la población.
Longitud de tuberías	Metros lineales de la red de alcantarillado.
Número de habitantes beneficiados	Cantidad exacta de población favorecida.
Pendiente del terreno	Porcentaje de inclinación del suelo.
Nivel de contaminación del agua	Concentración de DBO o DQO en mg/L.

7.5.4. Indicadores

Indicadores Cuantitativos Técnicos

Variable	Indicador Cuantitativo	Unidad de Medida
Factibilidad técnica	Longitud total de tuberías proyectadas	Metros (m)
Factibilidad técnica	Caudal promedio de aguas residuales	Litros por segundo (L/s)
Factibilidad técnica	Número de pozos de visita requeridos	Cantidad
PTAR	Capacidad de tratamiento de la planta	Litros por segundo (L/s)
PTAR	Porcentaje de remoción de contaminantes	Porcentaje (%)

7.5.5. Indicadores Cuantitativos Sociales

Variable	Indicador Cuantitativo	Unidad de Medida
Factibilidad social	Número de habitantes beneficiados	Habitantes
Factibilidad social	Porcentaje de aceptación comunitaria	Porcentaje (%)
Calidad de vida	Índice de satisfacción de la población	Porcentaje (%)

VIII Metodología de la investigación

La metodología empleada en este estudio se fundamenta en un enfoque cuantitativo, para garantizar un análisis integral de la problemática y de la factibilidad de la Investigación.

8.1. Enfoque Cuantitativo

Se centra en la recolección y análisis de datos numéricos relacionados con la población beneficiada, volumen de aguas residuales generadas e incidencia de enfermedades asociadas al saneamiento deficiente. Este enfoque permite medir la magnitud del problema y evaluar los impactos técnicos y sociales de la implementación del sistema de alcantarillado sanitario. Además, facilita cuantificar los beneficios esperados en la mejora de las condiciones sanitarias, la recolección de la contaminación ambiental y el bienestar poblacional.

La información será obtenida mediante la aplicación de encuestas estructuradas a los habitantes del municipio y el análisis de datos provenientes de instituciones públicas posteriormente, los datos serán organizados, tabulados y analizados utilizando técnicas de estadística descriptiva, tales como frecuencias, porcentajes, tablas y gráficos, con el propósito de identificar las condiciones existentes y determinar la viabilidad de implementar la red de alcantarillado sanitario.

Este enfoque permitirá fundamentar las conclusiones de la investigación en evidencia empírica y facilitar la toma de decisiones respecto a la factibilidad del proyecto, aportando información confiable para la planificación y gestión del sistema de saneamiento en el municipio de San Juan de Limay.

8.2. Diseño de investigación.

La presente investigación se desarrolla bajo un **enfoque explicativo**, ya que busca identificar y analizar las causas y factores que determinan la factibilidad de implementar una red de alcantarillado sanitario en el municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí. Este enfoque no se limita a describir las condiciones actuales del saneamiento,

sino que pretende explicar la relación existente entre variables técnicas, sociales e institucionales que influyen en la viabilidad del proyecto.

8.2.1. Enfoque explicativo

Explica las causas y consecuencias de la problemática cómo la carencia de infraestructura sanitaria que genera contaminación, y como afecta la salud pública y limita el desarrollo sostenible y de qué manera la implementación de la red de alcantarillado impactará directamente en la reducción de enfermedades de origen hídrico y en la contaminación del suelo en San Juan de Limay Municipio de Estelí. Asimismo, justifica técnicamente la selección del sitio para la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

Este enfoque permitirá establecer relaciones entre las variables estudiadas y proporcionar una explicación fundamentada de las condiciones que favorecen o limitan la ejecución del proyecto, generando evidencia científica que sirva como base para la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes y demás actores involucrados.

8.3. Población y Muestra

El universo poblacional se entiende como el conjunto total de elementos o individuos que comparten características comunes y sobre los cuales se pretende generalizar los resultados de la investigación.

8.3.1. Universo poblacional

El universo para la investigación se utilizaron datos proporcionados del Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) tomando como base los datos del Censo Nacional de 2005 para calcular las tasas de crecimiento anual y proyectar las cifras hasta el año

2020, con esos mismo datos calculamos la tasa de crecimiento anual pero ahora estipulada desde el año 2026 y proyectar las cifras hasta el año 2063 estimada a 37 años, donde dio el resultado de 39,228 habitantes del municipio de San Juan de Limay, especialmente las familias ubicadas en las zonas rurales donde se proyecta la implementación de la red de alcantarillado sanitario. Asimismo, se considerarán instituciones municipales, personal técnico y autoridades relacionadas con el saneamiento y abastecimiento de agua. (**Ver Anexo A4**)

8.3.2. Técnica de muestreo

La población del municipio de San Juan de Limay estimada para 37 años es de 39,228 habitantes dividida entre hombres y mujeres.

Para el estudio de factibilidad socioeconómica en el municipio de San Juan de Limay, se aplicó un método de Muestreo Probabilístico Estratificado Aleatorio Simple.

La elección de esta técnica se fundamenta en criterios técnicos y estadísticos que garantizan la representatividad de la muestra y reducen el sesgo de selección en el campo:

Probabilístico: Garantiza que cada una de las 1,000 viviendas del municipio tenga una probabilidad conocida y distinta de cero de ser seleccionada. Esto permite generalizar los resultados (aceptación del proyecto)

8.3.3. Tamaño y muestra

- Tamaño: La población objeto de estudio está conformada por los habitantes del municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí, quienes serán beneficiados directa e indirectamente con la implementación de una red de alcantarillado sanitario.

Se tomó como referencia la proyección poblacional basada en datos demográficos y estimaciones de crecimiento poblacional datos del Censo Nacional de 2005 para calcular las tasas de crecimiento anual y proyectar las cifras hasta el año 2020, Para el presente

estudio se estimó un período de diseño de 37 años, proyectando la población desde el año 2026 hasta el año de proyección del 2063, con el propósito de garantizar que la futura red de alcantarillado sanitario tenga la capacidad suficiente para atender la demanda de la población durante la vida útil del proyecto.

Por tanto, la población total de habitantes el estudio corresponde a:

Población Masculina (49%):

39,228 X 0.49 = 19,221.72 = 19, 222 Hombres

Población Femenina (51%):

39,228 X 0.51 = 20,006.28 = 20,006 Mujeres

Cálculo de muestra.

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula para poblaciones finitas:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = población total proyectada

e = margen de error permitido (5%)

Sustituyendo los valores:

$$\boldsymbol{n = \frac{39,228}{1 + 39,228(0.05)^2}}$$

$$n = \frac{39{,}228}{1 + 98.07}$$

$$n = \frac{39{,}228}{99.07}$$

$$n = 395.95$$

$$n = 396$$

Población proyectada: 39,228 habitantes

Muestra: 396 habitantes

- **Muestra**

Debido a que la población total es amplia, se seleccionó una muestra representativa que permita obtener información confiable sobre las condiciones sanitarias actuales, necesidades de la población y aceptación del proyecto de alcantarillado sanitario.

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula para poblaciones finitas:

La población de estudio está conformada por los habitantes del municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí, estimándose una población actual de 39,228 habitantes según datos proyectados

Para la realización de la investigación se determinó una muestra representativa de 396 personas, aplicando la fórmula estadística para poblaciones finitas con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, permitiendo obtener información confiable sobre la factibilidad para la implementación de una red de alcantarillado sanitario en el municipio.

Variable / Parámetro	Criterio de Análisis	Valor Técnico para el Estudio
Población Rural Futura	Población de diseño para caudales (Año 2063)	39,228 habitantes
Población Masculina Futura	Proyección de hombres (49%)	19,222 hombres
Población Femenina Futura	Proyección de mujeres (51%)	20,006mujeres
Universo de Familias Futura	Meta de conexiones domiciliarias a 37 años	5,604 familias
Densidad Habitacional Futura	Promedio de habitantes por lote/vivienda	7.0 hab/familia
Universo de Familias Actual	Familias totales hoy en la zona urbana (N)	3,95.95 familias
Muestra Requerida (n)	Encuestas socioeconómicas a aplicar en campo	396 encuestas

8.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Para el desarrollo de la investigación sobre la factibilidad para la implementación de una red de alcantarillado sanitario en el municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí, se emplearán diferentes técnicas e instrumentos de recolección de datos que permitirán obtener información confiable y precisa.

8.4.1. Encuestas y cuestionarios

Se aplico encuestas dirigidas a los habitantes del municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí, Para la aplicación de la encuesta se diseñó un **cuestionario**

estructurado como instrumento de recolección de datos, integrado por preguntas cerradas y abiertas se diseñará digitalmente utilizando herramientas como Google Forms. (**Ver Anexo A7**)

Las preguntas cerradas permiten identificar características sociodemográficas de los participantes, como edad, sexo, nivel educativo y tiempo de residencia en el municipio, además de conocer aspectos relacionados con la existencia de sistemas de disposición de aguas residuales, la percepción sobre los problemas de contaminación, la presencia de malos olores, la necesidad de un sistema de alcantarillado sanitario y el impacto esperado en la salud pública y el medio ambiente.

Por otra parte, las preguntas abiertas brindan a los encuestados la oportunidad de expresar sus opiniones acerca de los principales problemas asociados al manejo de las aguas residuales, los beneficios que esperan obtener con la implementación de una red de alcantarillado sanitario, las recomendaciones para mejorar las condiciones de saneamiento y las acciones necesarias para garantizar el adecuado funcionamiento del sistema una vez construido.

En conjunto, la encuesta permitió obtener información cuantitativa que servirá para identificar las necesidades prioritarias de saneamiento de la población, evaluar el nivel de aceptación del proyecto y generar información confiable que sustente la propuesta de factibilidad para la implementación de una red de alcantarillado sanitario en el municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí.

8.4.2. Observación estructurada

Se utilizo la observación estructurada mediante fichas de observación para identificar las condiciones actuales del sistema de drenaje, manejo de aguas residuales, estado de calles, cauces y posibles zonas de contaminación. Esta técnica permitirá verificar directamente la situación sanitaria del municipio y identificando los posibles sitios para la

ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), evaluando distancias a cuerpos de agua (como el Río Limay) y direcciones del viento.

8.4.3. Revisión de documentos y registros

La revisión de documentos y registros consistirá en la recopilación, consulta y análisis de información proveniente de estudios previos, informes técnicos, documentos institucionales, normativas, estadísticas y demás fuentes relacionadas con el saneamiento y los sistemas de alcantarillado sanitario. Esta técnica permitirá obtener información relevante sobre las condiciones actuales del municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí, así como sustentar teóricamente la investigación y complementar el análisis de la factibilidad para la implementación de una red de alcantarillado sanitario.

8.4.4. Descripción de los instrumentos

Los instrumentos utilizados en la investigación serán:

- Cuestionarios de encuestas.
- Fichas de observación.
- Matrices de revisión documental y registros estadísticos.
- Cada instrumento será elaborado de acuerdo con los objetivos y variables del estudio.
- Validación y confiabilidad

8.4.5. Validación: Los instrumentos se realizará mediante juicio de expertos, quienes evaluarán la claridad, coherencia y pertinencia de las preguntas planteadas. Asimismo, se efectuará una prueba piloto en una pequeña parte de la población para identificar posibles errores y realizar ajustes necesarios.

8.4.6. Confiabilidad: Se garantizará mediante la aplicación uniforme de las encuestas y entrevistas, asegurando que la información recopilada sea consistente, objetiva y útil para determinar la factibilidad de implementación de la red de alcantarillado sanitario.

8.5. Procedimientos Etapas de trabajo de campo

Para el desarrollo del estudio sobre la factibilidad para la implementación de una red de alcantarillado sanitario en el municipio de San Juan de Limay, se llevarán a cabo las siguientes etapas de trabajo de campo:

8.5.1. Planificación y organización del trabajo de campo

Se definió el cronograma de actividades, los recursos necesarios y los instrumentos de recolección de datos, tales como encuestas

- Recolección de información primaria

Se aplicó encuestas a los habitantes relacionadas con el saneamiento y la salud pública. También se efectuarán observaciones directas sobre las condiciones higiénico-sanitarias de la población y el manejo de aguas residuales.

- Levantamiento técnico y diagnóstico

Se recopilo datos técnicos relacionados con la densidad poblacional, pendientes del terreno y ubicación de posibles descargas sanitarias. Esta información permitirá elaborar un diagnóstico de la situación actual del municipio.

- Procesamiento y análisis de la información

Los datos obtenidos fueron a través de los instrumentos de recolección de información. Posteriormente, la información será analizada e interpretada de acuerdo con los objetivos del estudio, con el propósito de identificar las relaciones existentes entre las condiciones actuales de saneamiento y la necesidad de implementación de una red de alcantarillado sanitario en el municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí. Los resultados serán presentados mediante tablas, gráficos y análisis descriptivos que permitan una

mejor comprensión de la información obtenida y faciliten la formulación de conclusiones del estudio.

- Evaluación de factibilidad

Con base en los resultados obtenidos, se evaluó la factibilidad de implementar la red de alcantarillado sanitario, este proceso permitirá valorar las condiciones actuales de saneamiento y su relación con la necesidad de contar con un sistema adecuado de disposición de aguas residuales. Asimismo, se identificarán los aspectos que inciden en la pertinencia del proyecto, proporcionando una base objetiva para establecer conclusiones y recomendaciones orientadas al fortalecimiento del saneamiento básico y al mejoramiento de las condiciones de vida de la población del municipio.

8.6. Elaboración del informe final

Finalmente, se redactará el informe de investigación, integrando los resultados, análisis, conclusiones y recomendaciones orientadas a la posible ejecución del proyecto de alcantarillado sanitario en el municipio.

8.7. Técnicas de análisis estadísticos:

Para el estudio sobre la factibilidad para la implementación de una red de alcantarillado sanitario en el municipio de San Juan de Limay, los datos recopilados serán procesados y analizados mediante técnicas de estadística descriptiva e inferencial, con el propósito de interpretar la información obtenida y establecer relaciones entre las variables de estudio.

8.7.1. Estadística descriptiva

La estadística descriptiva permitió organizar, resumir y presentar los datos recolectados mediante tablas, gráficos y medidas estadísticas. Entre las principales técnicas a utilizar se encuentran:

8.7.2. Media

Se empleo para determinar el promedio de variables cuantitativas, tales como número de habitantes por vivienda.

Desviación estándar

Permitió medir el grado de dispersión o variabilidad de los datos, por ejemplo, la variabilidad en el gasto de las familias en soluciones alternativas de saneamiento (letrinas, pozos), respecto a la media, identificando diferencias entre las condiciones sanitarias y económicas de los habitantes del municipio.

8.7.3. Aplicación práctica

Se utilizó para representar la distribución de respuestas obtenidas en las encuestas relacionadas con acceso a saneamiento, percepción de contaminación y aceptación del proyecto de alcantarillado sanitario.

8.7.4. Estadísticas inferenciales

La estadística inferencial facilito el análisis de relaciones entre variables y la comprobación de hipótesis planteadas en la investigación. Entre las técnicas que se aplicarán están:

- Chi cuadrado: Se utilizo para analizar la relación entre variables cualitativas, como la asociación entre ausencia de alcantarillado y presencia de enfermedades gastrointestinales o problemas de contaminación ambiental.
- t Student: Permito comparar medias entre grupos poblacionales, como diferencias en condiciones sanitarias entre sectores urbanos y rurales del municipio, o entre hogares con y sin acceso a sistemas adecuados de disposición de aguas residuales.
- Regresión: Permitió modelar y analizar la relación existente entre la ausencia de un sistema de alcantarillado sanitario y sus posibles efectos

sobre la incidencia de enfermedades y la percepción de la comunidad respecto a las condiciones de saneamiento. Esta técnica de análisis estadístico facilitará la identificación de tendencias y el grado de asociación entre la situación actual del municipio y las condiciones de salud y bienestar de la población, proporcionando información relevante para sustentar la evaluación de la factibilidad de implementación de una red de alcantarillado sanitario en el municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí.

Los resultados obtenidos mediante estas técnicas estadísticas contribuirán a generar conclusiones objetivas y fundamentadas sobre la viabilidad técnica y social del proyecto de investigación.

IX Resultados o Hallazgo

9.1. Objetivo específico 1

Identificar las necesidades prioritarias de saneamiento en el sector rural de San Juan de Limay, considerando la cobertura actual y las carencias en el manejo de aguas residuales.

9.1.1. Resultado o hallazgo

El diagnóstico realizado evidenció que el Municipio de San Juan de Limay presenta una cobertura limitada de infraestructura para el manejo de aguas residuales domésticas. Se identificó que la mayoría de las viviendas utilizan sistemas individuales, como letrinas y fosas sépticas, muchos de los cuales presentan deficiencias de funcionamiento debido a la falta de mantenimiento, antigüedad o inadecuadas condiciones constructivas.

Asimismo, se constató la inexistencia de una red de alcantarillado sanitario que permita la recolección y conducción de las aguas residuales hacia un sistema de tratamiento. Esta situación favorece la infiltración de aguas contaminadas al suelo, la contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos y la generación de riesgos para la salud pública.

Como resultado del diagnóstico, se determinó que la principal necesidad de la comunidad es la implementación de un sistema integral de saneamiento que garantice el manejo seguro de las aguas residuales y contribuya a mejorar las condiciones ambientales y sanitarias de la población.

9.2. Objetivo específico 2

Diseñar una red de alcantarillado sanitario eficiente para el sector rural de San Juan de Limay, que permita la recolección y conducción adecuada de las aguas residuales hacia la planta de tratamiento (PTAR).

9.2.1. Resultado o hallazgo

A partir de los estudios topográficos, hidráulicos y poblacionales, se desarrolló el diseño preliminar de una red de alcantarillado sanitario adaptada a las características físicas del terreno y al crecimiento proyectado de la población.

El diseño contempla el trazado de colectores principales y secundarios con pendientes adecuadas para garantizar el flujo por gravedad, así como la ubicación estratégica de pozos de inspección que facilitan las labores de operación y mantenimiento del sistema.

Los cálculos hidráulicos demostraron que las tuberías seleccionadas poseen la capacidad suficiente para transportar los caudales de diseño, considerando las proyecciones poblacionales y los factores de seguridad establecidos en la normativa técnica. En consecuencia, se determinó que la red propuesta es técnicamente viable y responde a las necesidades actuales y futuras del sector rural de San Juan de Limay.

9.3. Objetivo específico 3

Proponer el diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que se ajuste a la capacidad poblacional y a las características ambientales locales, garantizando un tratamiento efectivo y sostenible.

9.3.1. Resultado o hallazgo

Con base en la estimación del caudal de aguas residuales y las características del sitio de estudio, se propuso el diseño conceptual de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) con capacidad suficiente para atender la demanda actual y futura de la comunidad.

La propuesta considera lagunas de estabilización que permiten la remoción de sólidos suspendidos, materia orgánica y otros contaminantes presentes en las aguas residuales,

favoreciendo el cumplimiento de los parámetros ambientales establecidos por las normas técnicas

El análisis técnico indicó que la PTAR propuesta constituye una alternativa adecuada por su eficiencia operativa, facilidad de mantenimiento y adaptación a las condiciones climáticas y ambientales de la zona rural, permitiendo minimizar los impactos ambientales derivados del vertido de aguas residuales sin tratamiento.

CANTIDADES DE AGUAS RESIDUALES

Proyección de Población, utilizando la siguiente formula:

$$(\frac{\rho i}{po})^{\frac{1}{n}} \quad ix100 \; =$$

Dando el siguiente resultado:

Pi:13,742

Po:15,733

n:16

Se tomo la población que fue estimada a 37 años dando la cantidad de:

Población: 39,228

Dotación: 155 lts x persona al día tomado de la tabla 3-2 de la **GUÍAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DEALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES** (**Ver Anexo A5**)

Gastos de Infiltración

Tubería de concreto con juntas de mortero

$$Gasto = 10{,}000 \frac{lts}{hab-dia}$$

$$Qinf = 10\,000 \frac{lts}{hab-dia} \times 39\,228$$

$$Qinf = 392\,280\,000 \frac{lts}{dia} \div 86\,400\; seg \approx 4\,540\; lps$$

Gasto Medio

$$Qm = hab \times Dotación \times 0.8$$

$$Qm = 39\,228 \times 155 \times 0.8$$

$$Qm = 4\,864\,272\,\frac{lts}{dia} \div 86\,400\,\frac{seg}{dia}$$

$Qm = 56.30\ lps$ 4864.32 m3/dia x 1.05

Caudal Máximo

Qmax= $Qm = [1 + \frac{14}{4+p^{1/2}}]Qm$

P=39.23 (Población en miles)

$$Qmax = 56.29\ \left[1 + \frac{14}{4+39.23^{\frac{1}{2}}}\right]$$

F.de Harman $= \left[1 + \frac{14}{4+39.23^{\frac{1}{2}}}\right]$

F. de Harman$= 2.36$

$Tomamos\ 2.36$

$Qmax = 56.30 \times 2.36 \approx 132.87\ lps$

Calculo Domestico

$Qdom = Dot \times hab$

$$Qdom = \frac{Qm}{0.8} = \frac{56.30}{0.8} \approx 70.37\ lps$$

$$Qcom = \frac{7}{100} \times 70.37 \approx 4.93\ lps$$

$Qpub = \frac{7}{100} \times 70.37 \approx 4.93$ lps

$$Qind = \frac{2}{100} \times 70.37 \approx 1.41\ lps$$

Caudal de Diseño

$$Qd = Qmax + Qinf + Qcom + Qpub + Qind$$

$$Qd = 132.87 + 4\,540 + 4.93 + 4.93 + 1.41$$

$$Qd \approx 4684.14\ lps$$

Diseño de lagunas de estabilización

Dimensionamos el sistema de lagunas para tratar el agua residual de una población 39,228 habitantes.

Datos:

$$Q_{prom} = 56.30\ \text{lps}$$

Temperatura: 21ºc. **Se considera para el diseño la temperatura mínima mensual promedio en San Juan de Limay, Estelí, se mantiene bastante estable durante todo el año, oscilando generalmente entre los 21 °C y 23 °C. El mes más frío estadísticamente es octubre, cuando la temperatura mínima promedio desciende a su punto histórico anual más bajo de 21 °C.**

DBO_5: 288.58 ppm

Solidos Totales ST: 228.15 ppm

Coliformes fecales: 1.66E+0.7 NMP/100ml

Se asumen, en base a valores típicos aproximados a 1, las siguientes constantes:

- Constante de degradación de DBO: Ɵt = 1.085
- Constante de crecimiento de coliformes fecales: Ɵb = 1.19.

Caudal de diseño:

$$Q_{prom} = 56.30 \text{ lps } \approx 4864 \frac{m^3}{seg}$$

Caudal de Infiltración

$$= 5\% \, Q_{prom} = 0.05(4864) = 243.2 \, m^3/dia$$

$$\mathrm{Q_{inf}} = 243.2 \ \mathrm{m^3/dia}$$

Caudal de diseño Q_t

$$\mathrm{Q_t} = \mathrm{Q_{prom}} + \mathrm{Q_{inf}}$$

$$\mathrm{Q_t} = 4864 + 243.2 = 5107.2 \ \mathrm{m^3/dia}$$

$$Q_t = 5107.2 m^3/dia \ \approx 5107 m^3/dia$$

Diseño de Laguna Anaeróbica

Datos de afluente:

$$\mathrm{Q} = 5107 \ \mathrm{m^3/dia}$$

DBO_5: 288.58 ppm

Solidos Totales ST: 228.15 ppm

Coliformes fecales: 1.66E+0.7 NMP/100ml

Parámetrosde diseño de laguna:

- Tiempo de retención: 1-20 días. (típico de 1 a 3 días)
- Profundidad: 3 a 5m

% de Remoción:

- Solidos totales: 50 a 70%
- DBO5 : 30 a 70 %
- Fosforo: 10 a 30%
- Nitrógeno: 10-20%
- Coliformes fecales: 1 Log o sea 90%.

Temperatura mínima promedio del ambiente (ºC)	Carga Volumétrica Orgánica λ_v (gr DBO/m^3-dia)	Remoción DBO %
< 10	100	40
10 a 20	20 Tº - 100	2Tº +20
> 20	300	60

$$Q = 5107\ m^3/dia$$

$$C_i = 288.58\ ppm$$

$$\lambda_y = 300\ gr\frac{DBO}{m^3} - dia$$

$$h = Profundidad\ (m)$$

$$A = C_i \times Q/(\lambda_y \times h)$$

Proponemos $\mathrm{h} = 5\mathrm{m}$

$$\mathrm{A} = 288.58 \times 5107/(300 \times 5)$$

$$\mathrm{A} = 982.52\mathrm{m}^2 \approx 983\mathrm{m}^2$$

Dimensiones

(2 ≤ L/B 3)

Proponemos L=2.5 B

$$\text{Area } = \mathrm{L} \times \mathrm{B} = 2.5\ \mathrm{B}$$

$$\mathrm{B} = (\frac{\mathrm{A}}{2.5})^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{983}{2.5}\right)^{\frac{1}{2}} = 19.83\ \approx 20\mathrm{m}$$

$$\mathrm{L} = 2.5\mathrm{B} = 2.5 \times 20 = 50\mathrm{m}$$

Area de la laguna (A) = 20m * 50m = 1000 m2

Tiempo de retención

$$\mathrm{T} = \frac{\mathrm{Vol}}{\mathrm{Q_{prom}}} = \mathrm{B} \times \mathrm{h} \times \mathrm{L}/\mathrm{Q_{prom}}$$

$$\mathrm{T} = 20 \times 5 \times 50 \div 4864 = 1.03 \text{ dias}$$ OK

Eficiencia de remoción

$$\mathrm{DBO_5} = (100\% - 60\%)(288.58) = 115.43 \text{ ppm}$$

$$\mathrm{ST} = (100\% - 60\%)(228.15) = 91.26$$

$$\mathrm{CF} = (100\% - 90\%)(166\mathrm{E} + 0.7) = 1.66 \text{ x } 10^6 \mathrm{NMP/100ml}$$

1.66×10^6 NMP/100ml > 1×10^3 NMP/100ml. Debe alcanzarse el valor máximo permisible para descargar aguas tratadas al medio ambiente: 1×10^3 NMP/100ml. Sera necesario proseguir con el diseño de sistema de lagunas facultativas en serie.

Periodo de Limpieza

$$\mathrm{PL} = 0.5 \times \mathrm{Vol} \div (0.04 \times \mathrm{Habitantes}) \quad (\text{años})$$

$$PL = 0.5 \times 20 \times 5 \times 50) \div (0.04 \times 39228)$$

$$PL = 1.59 \text{ años}.$$

Diseño de Laguna Facultativa

Parámetros.

Tiempo de retención: 5 a 30 días.

Profundidad = 1.5m a 2.5 m

Datos del afluente a tratar

Q = 5107 m³ / día

T° = 21°c

DBO = 115.43 ppm

ST= 91.3 ppm

CF = 166E+06 NMP/100ml (**Ver Anexo A6**)

Consideramos

n = 2; Dos lagunas facultativas en serie.

Tiempo de retención t = 5 días.

Reducción de DBO

concentración inicial DBO

c_i = concentración en el afluente.

Cc = concentración en el afluente. Proponemos debe ser menor a 40ppm.

n= Numero de lagunas de serie.

T= Tiempo de retención en la serie de lagunas (días)

k_T = coeficiente de reacción (días^{-1}) para degradación de materia orgánica, oscila entre 0.05 a 2.5 días^{-1}

T_0= Temperatura de muestreo (20°c).

T = Temperatura promedio mínima del ambiente, en nuestro caso 21°c

$$k_T = 1.2(\theta_T)^{T^0 - T_0}$$

$$\mathrm{k_T} = 1.2(1.085)^{(21-20)} = 1.302 \approx 1.30\ \mathrm{d^{-1}}$$

c_c = C_i / $(1 + k_T(T/n))^n$

$c_c = 115.43 / (1 + 1.30(5/2))^2 = 6.39\ ppm.$ **Concentración aceptable para drenar al medio ambiente las aguas tratadas.**

Reducción de coliformes.

$N_c = N_i(1 + k_b(T/n))^n$

$K_b = 2.6(\theta_D)^{T^0 - T0}$; $\theta_b = 1.19$ en nuestro caso

N_i = concentración inicial de coliformes fecales (afluente)

N_C = concentración final o en el efluente.

k_b= coeficiente de crecimiento para coliformes fecales (dia^{-1})

$$\mathrm{k_b} = 2.6(1.19)^{(21-20)}$$

$k_b = 3.09\ dia^{-1}$

$$N_c = 1.66 \text{ x } 10^6/(1 + 3.09(5 \div 2))^2 = 14\ 365\ NMP/100ml$$

Aun $14\ 365\ NMP/100ml$ es mayor a 1x10^{3}NMP/100ml por lo que se deberá proponer lagunas de maduración para reducir solamente coliformes.

Dimensiones para cada laguna facultativa

$$Volumen = Qt \times T/n = 5107 \times 5/2 = 12768m^3$$

En base a parámetros tomamos h= 2.5m

Área de la laguna= $12768m3 \div 2.5m = 5107.2\ m2$

Tomamos L= 2.5 B. (2 menor igual L/B menor igual 3)

$$B = (A \,/\, 2 \cdot 5)^{1/2}$$

$$B = (5107.2 \div 2.5)^{\frac{1}{2}} = 45.19\ m. Tomanos\ 45.20m$$

$$L = 2.5\ \times 45.20m = 113m$$

Para efectos de construcción

$$B = 45.2m$$

$$L = 113m$$

$$Area = 45.2 *\ 113 = 5107.6\ m^2\ \ Area\ de\ 1\ laguna.$$

Area Total de las dos lagunas: 10215.2 m2

Diseño de Laguna de Maduración

Objetivo: Reducir coliformes.

Parámetros:

- Tiempo de retención: 1 a 20 días.
- Profundidad: 1 a 1.5m

Datos del afluente:

K_b= 3.09 dia^{-1}

N_i = 14 365 ^{NMP}/100ml

Tomamos n= 2. Dos lagunas en serie.

Se pretende obtener un efluente menor a Nc = $1x10^3$ NMP/100ml en la concentración de coliformes para descargar al medio ambiente.

Calculamos tiempo de retención t.

$$\mathrm{N_c} = \mathrm{N_i} \div (1 + \ \mathrm{K_b}(\mathrm{t} \div \mathrm{n}))^{\mathrm{n}}$$

$$\mathrm{t} = \mathrm{n}((N_i/N_c)^{1/n} - 1)/K_b = 2\left((14365/1x10^3)^{\frac{1}{2}} - 1\right) / \ 3.09 =$$

$\mathrm{t} = 1.806\ dias$ Cumple.

Volumen y dimensión de cada laguna (t/n)

$$1.806 \div 2 = 0.903 \text{ dias}$$

$$Volumen\ de\ 1\ laguna = 5107 \times 0.903 = 4611.62m^3$$

Proponemos h= 1.5m

$$Area = \frac{Volumen}{h}$$

$$Area = 4611.62/1.5 = 3074.41\ m^2$$

Dimensiones.

Tomamos L=2.5B

$$B = (A \div 2.5)^{1/2} = (3074.41 \div 2.5)^{\frac{1}{2}} = 35.07\ m. Tomamos\ 35m.$$

$$\mathrm{L} = 2.5 \times \mathrm{B} = 2.5 \times 35 = 87.5\ \mathrm{m}. \mathrm{Tomamos}: 88\mathrm{m}$$

Verificando el área:

Área de 1 laguna = L* B = 35m*88m = 3080m2

Área total de lagunas: 6160m2.

Área del sistema de lagunas Facultativas (Área del sistema de tratamiento de aguas residuales): A_{STAR}

A_{STAR} = Área anaeróbica + Área Facultativa +Área Lagunas de maduración

A_{STAR} = 1000 m2 + 10215.2 m2 + 6160 m2

A_{STAR} = 17 375.2 m2 = 1.74 Ha.

A continuación, se presenta una memoria de cálculo, donde se identifican las longitudes, elevaciones máximas y mínimas de los PVS así mismo de las tuberías que serán parte de la red de alcantarillado sanitario que fueron obtenidos en Google earth, en donde utilizamos los datos mencionados en el programa H CANALES, para conocer sus pendientes, caudal promedio de cada tubería, diámetro, tirante y Y/d% (**Ver Anexo A9**)

Tubería	Longitud	Elev Max	Elev Min	S m/m	S %	PVS tributarios	Qi m3/s	Material	n	Diametro	Tirante	Y/D %
PVS 12 AL PVS 9 C	158.28	284	281.06	0.019332828	1.93328	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.10229	34.3
PVS 11 AL PVS 10	163.23	284.26	281.1	0.019359186	1.93591	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.10228	34.266666667
PVS 10 AL PVS 9	41	281.06	280.7	0.008780488	0.87804	2	0.068	Concreto	0.013	0.4	0.167	41.75
PVS 9 AL PVS 8	31.21	281.42	281.06	0.011534764	1.15347	2	0.068	Concreto	0.013	0.4	0.1548	38.7
PVS 8 AL PVS 7	88.98	281.42	280.79	0.007080243	0.70802	6	0.204	Concreto	0.013	0.6	0.262	43.666666667
PVS 7 AL PVS 6	93.45	282.29	280.79	0.016051364	1.60513	8	0.272	Concreto	0.013	0.6	0.2449	40.816666667
PVS 6 AL PVS 5	102.1	283.33	282.29	0.010186092	1.01860	11	0.374	Concreto	0.013	0.6	0.3362	56.033333333
PVS 5 AL PVS 4	84.18	283.33	282.28	0.012473272	1.24732	12	0.408	Concreto	0.013	0.6	0.3332	55.533333333

PVS 4 AL PVS 3	80.07	282.28	281.21	0.013363307	1.33633307	15	0.51	Concreto	0.013	0.6	0.3764	62.733333333
PVS 3 AL PVS 2	89.29	281.98	281.08	0.010079516	1.00795516	18	0.612	Concreto	0.013	0.76	0.3927	51.671052 63
PVS 2 AL PVS 1	267.69	281.99	279.11	0.010758713	1.07587713	21	0.714	Concreto	0.013	0.76	0.4229	55.644736 84
PVS 16 AL PVS 5 BD	143.46	283.33	280.45	0.020075282	2.00752 82	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1018	33.933333 33
PVS 15 AL PVS 4	92.12	282.28	281.01	0.013786366	1.37863 66	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1126	37.533333 33
PVS 14 AL PVS 3	127.95	281.21	279.68	0.011957796	1.19577 96	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.117	39
PVS 13 AL PVS 2	92.12	281.08	278.99	0.022687799	2.26877 99	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.096	32.866666 67
PVS 22 AL PVS 7 BI	103.33	282.69	280.79	0.018387 69	1.83876 9	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1042	34.733333 33
PVS 21 AL PVS 6	96.05	283.45	282.29	0.012077043	1.20770 43	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.167	38.9

PVS 20 AL PVS 5	90.29	284.49	283.33	0.0128474 91	1.28474 91	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.147	38.233333 33
PVS 19 AL PVS 4	92.53	283.42	282.28	0.0123203 29	1.23203 29	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.116	38.666666 67
PVS 18 AL PVS 3	89.88	282.43	281.21	0.0135736 54	1.35736 54	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.113	37.666666 67
PVS 17 AL PVS 2	88.49	282.45	281.08	0.0154819 75	1.54819 75	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1091	36.366666 67
PVS 37 AL PVS 36 C	145.24	286.53	285.35	0.0081244 84	0.81244 84	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1301	43.366666 67
PVS 36 AL PVS 34	53.26	287	286.35	0.0122042 81	1.22042 81	2	0.068	Concreto	0.013	0.38	0.1525	40.131578 95
PVS 35 AL PVS 34	114.64	288.77	287.1	0.0145673 41	1.45673 41	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1109	36.966666 67
PVS 34 AL PVS 33	45.36	287.13	286.9	0.0050705 47	0.50705 47	7	0.238	Concreto	0.013	0.6	0.3156	52.6
PVS 33 AL PVS 32	79.47	287.33	286.9	0.0054108 47	0.54108 47	11	0.374	Concreto	0.013	0.6	0.4165	69.416666 67

PVS 32 AL PVS 31	83.03	287.33	286.9	0.005178851	0.5178851	13	0.442	Concreto	0.013	0.76	0.3945	51.90789474
PVS 31 AL PVS 30	94.89	287.06	286.21	0.008957741	0.8957741	16	0.544	Concreto	0.013	0.76	0.3793	49.90789474
PVS 30 AL PVS 29	96.67	286.21	284.94	0.013137478	1.3137478	19	0.646	Concreto	0.013	0.76	0.3749	49.32894737
PVS 29 AL PVS 28	82.49	284.94	283.96	0.011880228	1.1880228	22	0.748	Concreto	0.013	0.76	0.4221	55.53947368
PVS 28 AL PVS 27	75.25	283.96	283.55	0.005448505	0.5448505	24	0.816	Concreto	0.013	1.2192	0.4343	35.62171916
PVS 27 AL PVS 26	99.63	283.63	283.15	0.004819277	0.4819277	28	0.952	Concreto	0.013	1.2192	0.4878	40.00984252
PVS 26 AL PVS 25	91.16	283.15	282.19	0.010530935	1.0530935	30	1.02	Concreto	0.013	1.2192	0.4105	33.66961942
PVS 25 AL PVS 24	93.91	282.34	281.8	0.005750186	0.5750186	32	1.088	Concreto	0.013	1.2192	0.5001	41.01870079
PVS 24 AL PVS 23	99.82	282.34	281.8	0.005409738	0.5409738	34	1.156	Concreto	0.013	1.2192	0.526	43.14304462

PVS 48 AL PVS 47BD	169.19	285.08	284.1	0.005792305	0.5792305	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1432	47.733333
PVS 47 AL PVS 36	48.53	285.35	284.1	0.025757264	2.5757264	2	0.068	Concreto	0.013	0.3	0.1389	46.3
PVS 46 AL PVS 33	95.25	287.13	284.1	0.031811024	3.1811024	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.0903	30.1
PVS 45 AL PVS 32	96.59	287.33	283.64	0.038202712	3.8202712	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.0861	28.7
PVS 44 AL PVS 31	96.27	287.06	282.86	0.043627298	4.3627298	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.0833	27.766666
PVS 43 AL PVS 30	94.95	286.21	283.54	0.028120063	2.8120063	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.0932	31.066666
PVS 42 AL PVS 29	93.41	284.94	284.64	0.003211648	0.3211648	1	0.034	Concreto	0.013	0.6	0.1267	21.116666
PVS 41 AL PVS 28	89.33	283.96	283.55	0.004589723	0.4589723	1	0.034	Concreto	0.013	0.6	0.116	19.333333
PVS 40 AL PVS 27	88.75	283.63	282.56	0.012056338	1.2056338	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.167	38.9

PVS 39 AL PVS 26	84.33	283.15	282.33	0.0097237 04	0.97237 04	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1238	41.266666 67
PVS 38 AL PVS 25	86.48	282.19	281.38	0.0093663 27	0.93663 27	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1238	41.266666 67
PVS 57 AL PVS 56 BI	106.92	291.81	289.62	0.0204826 04	2.04826 04	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1251	41.7
PVS 56 AL PVS 32	87.57	289.62	287.33	0.0261505 08	2.61505 08	2	0.068	Concreto	0.013	0.3	0.1383	46.1
PVS 55 AL PVS 30	88.64	286.21	285.23	0.0110559 57	1.10559 57	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.095	31.666666 67
PVS 54 AL PVS 29	86.68	284.94	284.85	0.0010383 02	0.10383 02	1	0.034	Concreto	0.013	0.6	0.1683	28.05
PVS 53 AL PVS 28	86.61	283.96	283.8	0.0018473 62	0.18473 62	1	0.034	Concreto	0.013	0.6	0.1454	24.233333 33
PVS 52 AL PVS 27	86.02	283.63	282.96	0.0077888 86	0.77888 86	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1317	43.9
PVS 51 AL PVS 26	86.32	283.15	282.59	0.0064874 88	0.64874 88	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1386	46.2

PVS 50 AL PVS 25	82	282.99	282.19	0.00975609898	0.9756098	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1237	41.233333333
PVS 49 AL PVS 24	81	282.49	282.34	0.00185185252	0.1851852	82	2.7888	Concreto	0.013	1.8288	0.9575	52.356736666
PVS 66 AL PVS 65 M C	126.98	297.63	289.62	0.0630808	6.30808	1	0.034	Concreto	0.013	0.20	0.0908	45.4
PVS 65 AL PVS 64	103.16	289.62	285.3	0.04187669696	4.187669696	4	0.136	Concreto	0.013	0.30	0.1825	60.833333333
PVS 64 AL PVS 63	90.05	285.43	285	0.00477512525	0.4775125	7	19.516	Concreto	0.013	0.61	0.3358	55.049180333
PVS 63 AL PVS 62	79.62	285.26	284.83	0.00540065353	0.5400653	10	27.880	Concreto	0.013	0.61	0.3939	64.573770349
PVS 62 AL PVS 61	80.02	284.83	283.6	0.01537115757	1.5371157	13	36.244	Concreto	0.013	0.61	0.3273	53.655737 7
PVS 61 AL PVS 60	99.48	283.6	282.83	0.00774024949	0.7740249	16	44.608	Concreto	0.013	0.91	0.3709	40.758241 76
PVS 60 AL PVS 59	95.85	282.83	282.28	0.00573813232	0.5738132	19	52.972	Concreto	0.013	0.91	0.4496	49.406593 41

PVS 59 AL PVS 58	95.49	282.28	280.97	0.013718714	1.37187	22	61.336	Concreto	0.013	0.91	0.3727	40.956043 96
PVS 73 AL PVS 65 BD	67.24	289.62	287.96	0.024687686	2.46876	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1197	39.9
PVS 72 AL PVS 64	69.64	285.43	285.07	0.005169443	0.51694	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1495	49.833333 33
PVS 71 AL PVS 63	69.92	285.26	284.88	0.005434783	0.54347	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1495	49.833333 33
PVS 70 AL PVS 62	75.01	284.43	283.84	0.007865618	0.78656	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1357	45.233333 33
PVS 69 AL PVS 61	73.68	283.6	282.73	0.011807818	1.18078	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1197	39.9
PVS 68 AL PVS 60	76.54	282.83	282.29	0.007055135	0.70551	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1357	45.233333 33
PVS 67 AL PVS 59	74.77	282.93	282.28	0.008693326	0.86933	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1307	43.566666 67
PVS 80 AL PVS 65 BI	73.17	292.11	290.62	0.020363537	2.03635	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1019	33.966666 67

PVS 79 AL PVS 64	71.23	287.26	285.43	0.025691422	2.56914 22	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.0961	32.033333333
PVS 78 AL PVS 63	70.04	287.05	285.26	0.025556825	2.55568 25	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.0961	32.033333333
PVS 77 AL PVS 62	70.55	286.62	284.83	0.025372077	2.53720 77	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.0961	32.033333333
PVS 76 AL PVS 61	72.39	285.01	283.6	0.019477828	1.94778 28	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1033	34.433333333
PVS 75 AL PVS 60	74.22	283.81	282.83	0.013203988	1.32039 88	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1144	38.133333333
PVS 74 AL PVS 59	77.33	283.45	282.28	0.015129962	1.51299 62	59	2.006	Concreto	0.013	1.2192	0.5352	43.897637 8
PVS 85 AL PVS 84 C	85.95	289.85	288.1	0.020360675	2.03606 75	3	0.102	Concreto	0.013	0.30	0.1931	64.366666 67
PVS 84 AL PVS 83	79.18	288.1	287.55	0.006946199	0.69461 99	6	0.204	Concreto	0.013	0.61	0.2722	44.622950 82
PVS 83 AL PVS 82	79.63	287.55	286.01	0.019339445	1.93394 45	9	0.306	Concreto	0.013	0.61	0.2475	40.573770 49

PVS 82 AL PVS 81	103.9	286.01	285.87	0.0013474 49	0.13474 49	12	0.408	Concreto	0.013	0.91	0.557	61.175824 18
PVS 90 AL PVS 85 BD	75.65	289.85	287.53	0.0306675 48	3.06675 48	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.097	30.566666 67
PVS 89 AL PVS 84	73.82	288.1	287.25	0.0115144 95	1.15144 95	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.197	39.9
PVS 88 AL PVS 83	71.61	287.55	286.77	0.0108923 33	1.08923 33	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.128	40.933333 33
PVS 87 AL PVS 82	72.54	286.01	285.23	0.0107526 88	1.07526 88	14	0.476	Concreto	0.013	0.61	0.392	64.131147 54
PVS 86 AL PVS 81	76.71	285.87	283.99	0.0245078 87	2.45078 87	57	1.938	Concreto	0.013	1.2192	0.461	37.811679 79
PVS 95 AL PVS 85 BI	69.1	292.18	289.85	0.0337192 47	3.37192 47	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.095	29.833333 33
PVS 94 AL PVS 84	70.87	288.66	288.1	0.0079017 92	0.79017 92	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.137	45.233333 33
PVS 93 AL PVS 83	72.48	287.56	287.11	0.0062086 09	0.62086 09	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.148	47.266666 67

PVS 92 AL PVS 82	69.07	286.42	286.01	0.0059360 07	0.59360 07	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1495	49.833333 33
PVS 91 AL PVS 81	66.98	285.87	285.16	0.0106001 79	1.06001 79	44	1.496	Concreto	0.013	1.2192	0.5046	41.387795 28
PVS 101 AL PVS 100 Z C	63.63	298.02	291.9	0.0961810 47	9.61810 47	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.0682	22.733333 33
PVS 100 AL PVS 99	79.19	291.9	289.72	0.0275287 28	2.75287 28	4	0.136	Concreto	0.013	0.4	0.1744	43.6
PVS 99 AL PVS 98	79.6	289.72	288.48	0.0155778 89	1.55778 89	7	0.238	Concreto	0.013	0.6	0.2296	38.266666 67
PVS 98 AL PVS 97	78.82	288.48	287.29	0.0150976 91	1.50976 91	10	0.34	Concreto	0.013	0.6	0.2824	47.066666 67
PVS 97 AL PVS 96	104.84	287.29	284.95	0.0223197 25	2.23197 25	13	0.442	Concreto	0.013	0.6	0.2936	48.933333 33
PVS 105 AL PVS 100 BD	73.53	292.11	291.73	0.0051679 59	0.51679 59	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1481	49.366666 67
PVS 104 AL PVS 99	73.17	289.72	288.82	0.0123001 23	1.23001 23	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1161	38.7

PVS 103 AL PVS 98	74.31	288.48	287.71	0.010361997	1.0361997	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1216	40.533333
PVS 102 AL PVS 97	72.96	287.29	286.57	0.009868421	0.9868421	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1233	41.1
PVS 109 AL PVS 100 BI	93.19	292.22	291.75	0.005043466	0.5043466	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1491	49.7
PVS 108 AL PVS 99	86.65	290.41	289.72	0.007963077	0.7963077	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1308	43.6
PVS 107 AL PVS 98	85.09	288.63	288.06	0.006698779	0.6698779	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1374	45.8
PVS 106 AL PVS 97	81.88	287.29	286.63	0.008060576	0.8060576	30	1.02	Concreto	0.013	1.2192	0.44	36.089238 85
PVS 113 AL PVS 112 C	85.57	295.91	292.37	0.041369639	4.1369639	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.0844	28.133333 33
PVS 112 AL PVS 111	82.77	292.37	290.59	0.021505376	2.15053763	8	0.272	Concreto	0.013	0.6	0.2262	37.7
PVS 111 AL PVS 110	106.11	290.59	287.83	0.026010744	2.6010744	10	0.34	Concreto	0.013	0.6	0.2425	40.416666 67

PVS 115 AL PVS 112 BD	87.63	292.37	291.94	0.0049069 95	0.49069 95	1	0.034	Concreto	0.013	0.6	0.1141	19.016666 67
PVS 114 AL PVS 111	89.23	290.59	290.4	0.0021293 29	0.21293 29	1	0.034	Concreto	0.013	0.6	0.1403	23.383333 33
PVS 117 AL PVS 113 BI	95.09	295.91	294.43	0.0155642 02	1.55642 02	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.109	36.333333 33
PVS 116 AL PVS 112	97.55	292.37	291.79	0.0059456 69	0.59456 69	3	0.102	Concreto	0.013	0.6	0.1891	31.516666 67
PVS 119 AL PVS 118	97.37	292.96	290.91	0.0210537 13	2.10537 13	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1006	33.533333 33
PVS 120 AL PVS 118	151.49	293.27	290.91	0.0155785 86	1.55785 86	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1089	36.3
PVS 118 AL PVS 116	99.89	291.79	290.91	0.0088096 91	0.88096 91	3	0.102	Concreto	0.013	0.6	0.1709	28.483333 33
PVS 121 AL PVS 122 C	70.75	289.35	288.58	0.0108833 92	1.08833 92	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.12	40
PVS 122 AL PVS 123	70.17	288.58	287.48	0.0156762 15	1.56762 15	4	0.136	Concreto	0.013	0.4	0.2051	51.275

PVS 123 AL PVS 124	90.15	287.67	287.21	0.00510607	0.5102607	5	0.17	Concreto	0.013	0.6	0.2593	43.216666667
PVS 125 AL PVS 122 BD	85.65	287.48	287.12	0.00420315252	0.4203115252	1	0.034	Concreto	0.013	0.6	0.1185	19.75
PVS 127 AL PVS 123 BI	91.59	291.32	288.58	0.0299159 3	2.991593	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.0918	30.6
PVS 126 AL PVS 122	83.41	289.89	287.48	0.02889341818	2.8893418	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.0926	30.866666667
PVS 128 AL PVS 129 C	72.94	293.03	291.84	0.01631477979	1.6314779	2	0.068	Concreto	0.013	0.4	0.1379	34.475
PVS 129 AL PVS 130	65.91	293.03	292.6	0.00652404848	0.6524048	4	0.136	Concreto	0.013	0.6	0.2147	35.783333333
PVS 130 AL PVS 133	85.88	293	292.22	0.00908244141	0.9082441	5	0.17	Concreto	0.013	0.6	0.2215	36.916666667
PVS 131 AL PVS 128 BD	100.07	291.84	290.1	0.01738782929	1.7387829	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1058	35.266666667
PVS 132 AL PVS 129	84.22	293.03	291.66	0.0162669 2	1.626692	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1077	35.9

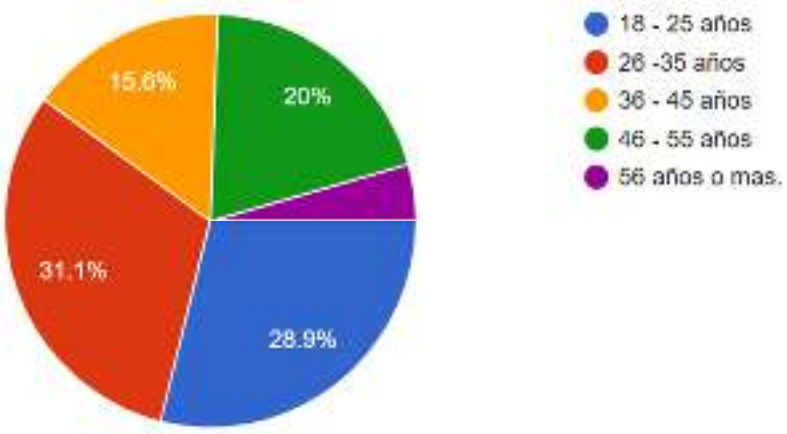
PVS 137 AL PVS 136 C	149	296.17	295.14	0.0069127 52	0.69127 52	2	0.068	Concreto	0.013	0.4	0.1741	43.525
PVS 136 AL PVS 135	130.79	295.14	294.52	0.0047404 24	0.47404 24	4	0.136	Concreto	0.013	0.7	0.2195	31.357142 86
PVS 135 AL PVS 134	55.58	294.77	294.4	0.0066570 71	0.66570 71	6	0.204	Concreto	0.013	0.6	0.2666	44.433333 33
PVS 134 AL PVS 130	66.03	294.4	293	0.0212024 84	2.12024 84	7	0.238	Concreto	0.013	0.6	0.2114	35.233333 33
PVS 140 AL PVS 137 BI	45.87	296.17	295.81	0.0078482 67	0.78482 67	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1314	43.8
PVS 139 AL PVS 136	47.07	295.62	295.14	0.0101975 78	1.01975 78	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1222	40.733333 33
PVS 138 AL PVS 135	59.35	295.56	294.77	0.0133108 68	1.33108 68	1	0.034	Concreto	0.013	0.3	0.1136	37.866666 67
PVS 134 AL PVS 130 PRIN	65.05	294.4	293	0.0215219 06	2.15219 06	7	0.238	Concreto	0.013	0.6	0.2105	35.083333 33
PVS 130 AL PVS 133	84.39	293	292.22	0.0092428 01	0.92428 01	12	0.408	Concreto	0.013	0.6	0.3668	61.133333 33

PVS 133 AL PVS 124	99.3	292.22	289.35	0.028902316	2.89023 16	19	0.646	Concreto	0.013	0.6	0.345	56.916666 67
PVS 124 AL PVS 110	244.95	289.35	287.83	0.006205348	0.62053 48	20	0.68	Concreto	0.013	0.76	0.4904	64.526315 79
PVS 110 AL PVS 106	115.98	287.83	286.63	0.010346611	1.03466 11	29	0.986	Concreto	0.013	1.2192	0.4051	33.226706 04
PVS 106 AL PVS 97	81.42	287.29	286.63	0.008106116	0.81061 16	30	1.02	Concreto	0.013	1.2192	0.44	36.089238 85
PVS 97 AL PVS 96	104.31	287.29	284.95	0.022433132	2.24331 32	42	1.428	Concreto	0.013	1.2192	0.4016	32.939632 55
PVS 96 AL PVS 91	86.08	285.16	284.95	0.002439591	0.24395 91	43	1.462	Concreto	0.013	1.2192	0.7716	63.287401 57
PVS 91 AL PVS 81	67.48	285.87	285.16	0.010521636	1.05216 36	44	1.496	Concreto	0.013	1.2192	0.5046	41.387795 28
PVS 81 AL PVS 86	76.42	285.87	283.99	0.024600889	2.46008 9	57	1.938	Concreto	0.013	1.2192	0.461	37.811679 79
PVS 86 AL PVS 74	94.08	283.81	283.45	0.003826531	0.38265 31	58	1.972	Concreto	0.013	1.2192	0.8127	66.658464 57

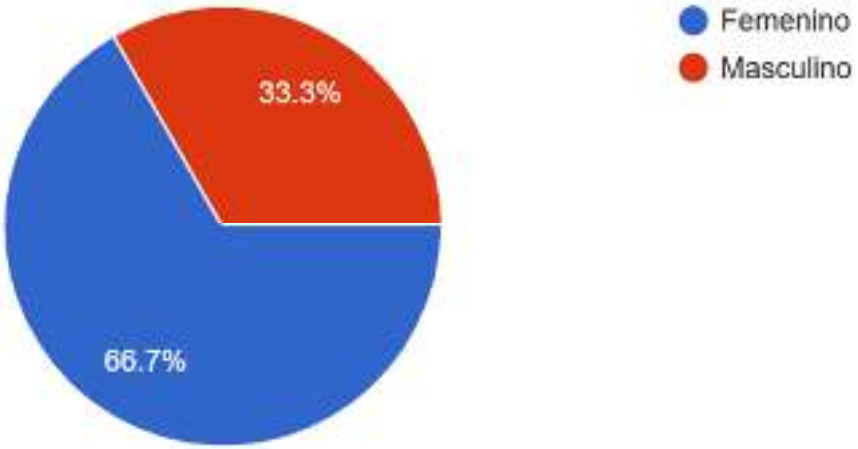
PVS 74 AL PVS 59	76.42	283.45	282.28	0.0153101 28	1.53101 28	59	2.006	Concreto	0.013	1.2192	0.5352	43.897637 8
PVS 59 AL PVS 58	94.84	282.28	280.97	0.0138127 37	1.38127 37	80	2.72	Concreto	0.013	1.2192	0.6587	54.027230 97
PVS 58 AL PVS 49	99.5	282.49	280.97	0.0152763 82	1.52763 82	81	2.754	Concreto	0.013	1.2192	0.6437	52.796916 01
PVS 49 AL PVS 24	81	282.49	282.34	0.0018518 52	0.18518 52	82	2.788	Concreto	0.013	1.8288	0.9575	52.356736 66
PVS 24 AL PVS 23	98.6	282.34	282.21	0.0013184 58	0.13184 58	115	3.91	Concreto	0.013	2.1336	1.1853	55.553993 25
PVS 23 AL PVS 1	209.46	282.29	279.11	0.0151818 96	1.51818 96	116	3.944	Concreto	0.013	1.2192	0.8151	66.855314 96
PVS 1 AL PTAR						138	4.692	Concreto	0.013			

A continuación, se muestran gráficos de resultados proporcionado de la encuesta realizada mediante Google forms, sobre el estudio de Factibilidad para la Implementación de una Red de Alcantarillado Sanitario del Municipio de San Juan de Limay, Departamento de Estelí.

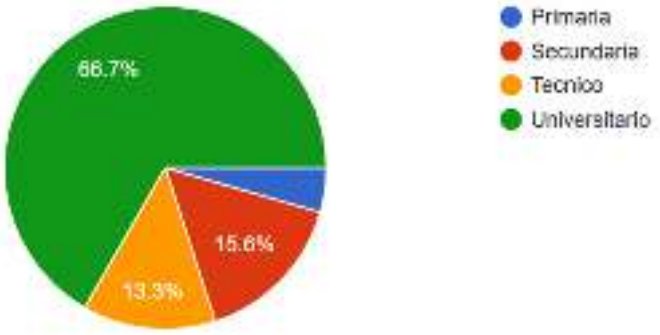
Edad 45 respuestas



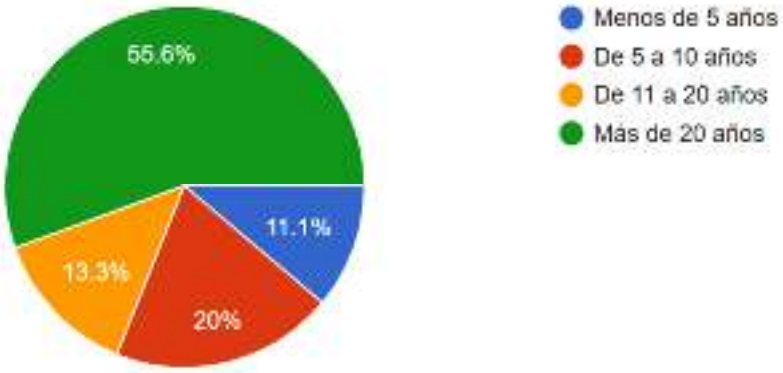
Sexo 45 respuestas



¿Cuál es su nivel educativo? 45 respuestas

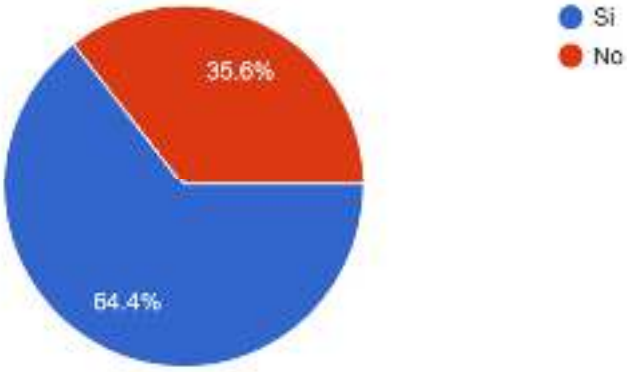


¿Cuánto tiempo tiene de vivir en este Municipio? 45 respuestas



¿Su vivienda cuenta con algún sistema para la disposición de aguas residuales?

45 respuestas



¿Cree que la implementación del alcantarillado sanitario mejorará las condiciones de higiene en los hogares? 45 respuestas



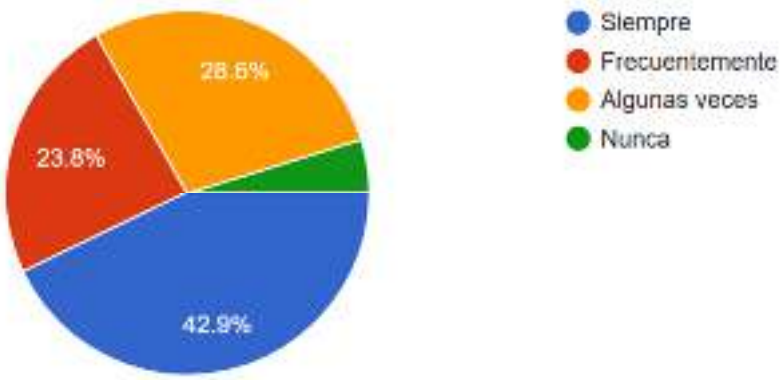
¿Cree que la implementación de una red de alcantarillado sanitario reducirá la contaminación ambiental? 45 respuestas



¿Considera que el acceso a un sistema de alcantarillado sanitario es una necesidad para su comunidad? 45 respuestas

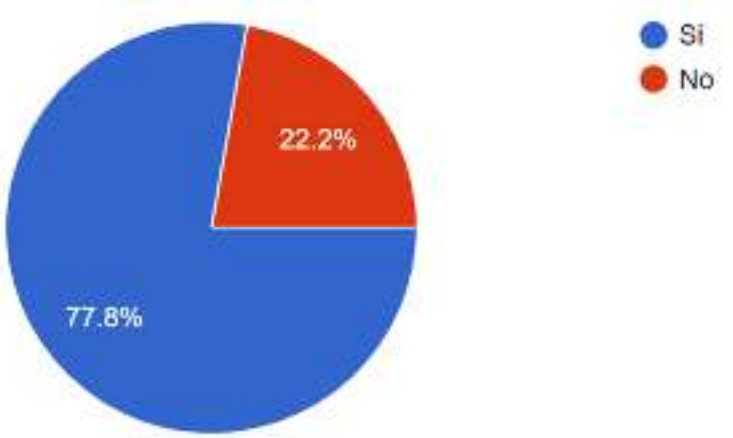


¿Las aguas residuales generan malos olores en su sector? 45 respuestas



¿Ha observado contaminación por aguas residuales cerca de su vivienda?

45 respuestas



X Discusión De Resultados

10.1. Discusión General de los Hallazgos

Los resultados obtenidos en la presente investigación permitieron determinar la factibilidad para la implementación de una red de alcantarillado sanitario en el municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí. Los hallazgos evidencian que las condiciones actuales de saneamiento presentan limitaciones significativas debido al uso predominante de letrinas tradicionales, fosas sépticas y sistemas de descarga inadecuados, los cuales representan riesgos para la salud pública y el medio ambiente.

Asimismo, el estudio demostró que las características topográficas del área favorecen la construcción de una red de alcantarillado por gravedad, permitiendo una operación más eficiente y económicamente viable. De igual manera, la proyección poblacional realizada indica un crecimiento sostenido de la demanda de servicios sanitarios, situación que justifica la necesidad de desarrollar infraestructura de saneamiento adecuada para garantizar la calidad de vida de la población.

Los resultados también reflejan una alta aceptación social del proyecto, ya que la mayoría de los habitantes encuestados manifestó disposición para conectarse al sistema propuesto, lo que constituye un factor favorable para la sostenibilidad futura del proyecto.

10.2. Comparación de Resultados con Estudios Previos

Los hallazgos obtenidos coinciden con investigaciones desarrolladas en municipios rurales de Nicaragua y otros países de América Latina, donde se ha demostrado que la ausencia de sistemas de alcantarillado sanitario genera impactos negativos sobre los recursos hídricos y las condiciones de salud de la población.

De manera similar, diversos estudios de factibilidad para proyectos de saneamiento han concluido que la topografía constituye uno de los factores determinantes para la

implementación exitosa de redes de alcantarillado por gravedad. En este estudio se identificaron pendientes adecuadas para el transporte natural de las aguas residuales, resultado que coincide con los criterios técnicos establecidos para sistemas sanitarios rurales y semiurbanos.

Asimismo, investigaciones relacionadas con proyectos de saneamiento básico han señalado que la aceptación comunitaria es un elemento indispensable para la viabilidad de los proyectos. En este sentido, los resultados obtenidos muestran una tendencia similar, ya que la mayoría de los habitantes expresó interés en incorporarse al sistema propuesto.

10.3. Interpretación de los Hallazgos

La limitada cobertura de sistemas adecuados de disposición de aguas residuales evidencia la necesidad de implementar soluciones integrales de saneamiento que permitan reducir los riesgos de contaminación ambiental y la proliferación de enfermedades de origen hídrico.

Desde el punto de vista técnico, las condiciones topográficas identificadas indican que la construcción de una red de alcantarillado sanitario es técnicamente viable, debido a que el terreno presenta pendientes que facilitan el flujo gravitacional de las aguas residuales. Esto representa una ventaja importante porque disminuye los costos de operación y mantenimiento asociados al bombeo.

Por otra parte, el crecimiento poblacional proyectado demuestra que la demanda de servicios sanitarios continuará incrementándose durante el período de diseño del proyecto. En consecuencia, la construcción de una red de alcantarillado no solo responde a las necesidades actuales, sino también a las futuras demandas de la población.

La aceptación social observada constituye un indicador positivo para la implementación del proyecto, ya que favorece la participación ciudadana y aumenta las posibilidades de éxito durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento del sistema.

10.4. Evaluación de la Hipótesis

Hipótesis General

" El desarrollo de un sistema integral de saneamiento compuesto por una red de alcantarillado sanitario y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) es una alternativa técnica y ambientalmente factible para el sector rural de San Juan de Limay."

Con base en los resultados obtenidos, la hipótesis planteada es aceptada.

Los datos recopilados evidencian que existen condiciones técnicas favorables para la construcción de la infraestructura propuesta, una demanda actual y futura que justifica el proyecto y una alta aceptación por parte de la población beneficiaria.

Por tanto, los resultados confirman que la implementación de una red de alcantarillado sanitario en el municipio de San Juan de Limay es viable y representa una alternativa adecuada para mejorar las condiciones de saneamiento existentes.

10.5. Implicancias Teóricas

Los resultados de esta investigación fortalecen los fundamentos teóricos relacionados con la planificación y gestión de proyectos de saneamiento básico en zonas rurales y semiurbanas. Además, confirman la importancia de integrar variables técnicas, demográficas y sociales durante los estudios de factibilidad.

De igual manera, el estudio aporta evidencia que respalda la necesidad de promover inversiones en infraestructura sanitaria como estrategia para reducir los problemas de contaminación ambiental y mejorar las condiciones de salud pública.

10.6. Implicancias Prácticas

Desde una perspectiva práctica, los resultados obtenidos pueden servir como base para la formulación, diseño y gestión de proyectos de alcantarillado sanitario en el municipio de San Juan de Limay y en otras localidades con características similares.

La información generada permitirá a las instituciones gubernamentales y organismos de cooperación disponer de elementos técnicos para la toma de decisiones relacionadas con futuras inversiones en infraestructura sanitaria.

Asimismo, la implementación del proyecto contribuirá a mejorar la calidad de vida de la población mediante la reducción de focos de contaminación, la protección de las fuentes de agua y el fortalecimiento de las condiciones de salud y bienestar comunitario.

10.7. Síntesis de la Discusión

En términos generales, los resultados obtenidos permiten concluir que la implementación de una red de alcantarillado sanitario en el municipio de San Juan de Limay presenta condiciones favorables desde los puntos de vista técnico, social. Los hallazgos obtenidos respaldan la hipótesis de investigación y evidencian que el proyecto constituye una alternativa viable para atender las necesidades actuales y futuras de saneamiento de la población, promoviendo al mismo tiempo el desarrollo sostenible del municipio.

XI Conclusiones

11.1. Objetivo general

Desarrollar un estudio de factibilidad para la construcción de una red de alcantarillado sanitario y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en el sector rural de San Juan de Limay, con el propósito de identificar alternativas técnicas que permitan implementar un sistema eficiente de saneamiento básico, orientado a mejorar la calidad de vida de la población y asegurar la protección de los recursos naturales del municipio.

11.1.1. Conclusión general

La investigación demostró la factibilidad técnica y social para la implementación de una red de alcantarillado sanitario y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en el sector rural de San Juan de Limay. La ejecución de este proyecto contribuirá significativamente al mejoramiento de las condiciones sanitarias de la población, a la

reducción de la contaminación ambiental y al fortalecimiento de la gestión sostenible de los recursos hídricos del municipio.

11.2. Objetivo específico

Identificar las necesidades prioritarias de saneamiento en el sector rural de San Juan de Limay, considerando la cobertura actual y las carencias en el manejo de aguas residuales.

11.2.1. Conclusión

Identificación de las necesidades prioritarias de saneamiento

Se determinó que el sector rural del municipio de San Juan de Limay presenta importantes deficiencias en materia de saneamiento básico, evidenciadas por la limitada cobertura de sistemas adecuados para la recolección y disposición de aguas residuales. Esta situación genera riesgos para la salud pública, afecta la calidad de los recursos hídricos y contribuye al deterioro de las condiciones ambientales de la zona, confirmando la necesidad de implementar soluciones integrales de saneamiento.

11.3. Objetivo especifico

Diseñar una red de alcantarillado sanitario eficiente para el sector rural de San Juan de Limay, que permita la recolección y conducción adecuada de las aguas residuales hacia la planta de tratamiento (PTAR).

11.3.1. Conclusión

Diseño de la red de alcantarillado sanitario

El diseño propuesto de la red de alcantarillado sanitario demostró ser técnicamente viable para las condiciones topográficas y poblacionales del sector rural de San Juan de

Limay. La red permite la captación, conducción y transporte eficiente de las aguas residuales hacia el sistema de tratamiento, garantizando un funcionamiento adecuado y contribuyendo a la reducción de la contaminación generada por las descargas directas al medio ambiente.

11.4. Objetivo especifico

Proponer el diseño de una Planta de Tratamiento De Aguas Residuales (PTAR) que se ajuste a la capacidad poblacional y a las características ambientales locales, garantizando un tratamiento efectivo y sostenible.

11.4.1. Conclusión

3. Propuesta de diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

La PTAR propuesta fue dimensionada de acuerdo con la proyección poblacional y las características ambientales del municipio, permitiendo un tratamiento efectivo de las aguas residuales generadas por la población beneficiaria. El diseño seleccionado cumple con criterios de sostenibilidad, eficiencia operativa representando una alternativa adecuada para mejorar las condiciones sanitarias actuales y futuras del sector.

11.5. Limitaciones de La Investigación

Durante el desarrollo de la presente investigación sobre la factibilidad para la implementación de una red de alcantarillado sanitario en el municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí, se identificaron diversas limitaciones que influyeron en el proceso de recopilación, análisis e interpretación de la información. No obstante, estas limitaciones no impidieron el cumplimiento de los objetivos planteados ni la obtención de resultados válidos para la formulación de la propuesta.

11.5.1. Limitaciones metodológicas

Una de las principales limitaciones estuvo relacionada con la disponibilidad de información actualizada sobre los sistemas de saneamiento existentes en el municipio. En algunos casos fue necesario recurrir a estimaciones y proyecciones poblacionales basadas en datos estadísticos disponibles, debido a la ausencia de registros recientes y específicos sobre la cobertura de saneamiento sanitario.

Asimismo, el alcance de la investigación se enfocó principalmente en la evaluación de la factibilidad técnica y social del proyecto, por lo que no se realizaron estudios especializados de diseño definitivo ni análisis constructivos detallados que permitan determinar con precisión todos los costos de ejecución de la obra.

11.5.2. Limitaciones de información y bibliografía

Se identificó una limitada disponibilidad de investigaciones específicas relacionadas con sistemas de alcantarillado sanitario en el municipio de San Juan de Limay. Esta situación dificultó la comparación directa de resultados con estudios previos realizados en la misma zona geográfica, por lo que fue necesario apoyarse en literatura técnica, normativas nacionales y experiencias desarrolladas en municipios con características similares.

11.5.3. Limitaciones de acceso a la información de campo

Durante el proceso de recopilación de datos, se presentaron dificultades para obtener información completa de algunos sectores de la población, debido a la dispersión geográfica de las viviendas y a la disponibilidad de tiempo de los habitantes. Esto pudo limitar la cantidad de información obtenida sobre las condiciones particulares de saneamiento en determinadas áreas del municipio.

11.5.4. Limitaciones económicas y de recursos

La investigación se desarrolló con recursos financieros y técnicos limitados, lo que restringió la realización de estudios complementarios especializados, tales como análisis geotécnicos, estudios hidrogeológicos detallados y levantamientos topográficos de alta precisión en toda el área de influencia del proyecto así mismo la obtención de planos topográficos del Municipio de San Juan de Limay.

11.5.5. Consideración final

A pesar de las limitaciones descritas, la información recopilada permitió desarrollar un análisis integral de las condiciones técnicas y sociales del municipio, proporcionando una base confiable para determinar la factibilidad de implementar una red de alcantarillado sanitario en San Juan de Limay. Se recomienda que futuras investigaciones complementen este estudio mediante diseños definitivos y evaluaciones financieras más específicas que fortalezcan la planificación y ejecución del proyecto.

A continuación, se exponen las recomendaciones de la presente investigación, a nivel Institucional, a nivel comunitario, a nivel gubernamental y de financiamientos, y para futuras investigaciones

XII Recomendaciones

Título: Factibilidad para la Implementación de una Red de Alcantarillado Sanitario en el Municipio de San Juan de Limay, Departamento de Estelí

12.1.1. A nivel institucional:

Gestionar la implementación de proyectos de saneamiento integral en el sector rural de San Juan de Limay, priorizando las zonas con menor cobertura y mayores deficiencias en el manejo de aguas residuales, con el fin de mejorar las condiciones de salud pública y reducir la contaminación ambiental. (Vinculada a la conclusión 1).

Elaborar y ejecutar los diseños definitivos de la red de alcantarillado sanitario tomando como base la propuesta desarrollada en esta investigación, garantizando la adecuada recolección y conducción de las aguas residuales hacia la planta de tratamiento. (Vinculada a la conclusión 2).

Incorporar el diseño propuesto de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) dentro de los planes municipales de inversión en infraestructura sanitaria, asegurando que su capacidad responda al crecimiento poblacional proyectado y a las necesidades futuras del sector. (Vinculada a la conclusión 3).

12.1.2. A nivel comunitario:

Promover campañas de educación ambiental orientadas al uso adecuado de los sistemas de alcantarillado sanitario y al manejo responsable de las aguas residuales, fortaleciendo la participación ciudadana en la conservación de los recursos naturales. (Vinculada a la conclusión 1).

Fomentar la participación activa de las comunidades beneficiarias en los procesos de planificación, ejecución y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario y la PTAR, favoreciendo la sostenibilidad y apropiación del proyecto. (Vinculada a las conclusiones 2 y 3).

12.1.3. A nivel gubernamental y de financiamiento:

Priorizar la asignación de recursos económicos y la gestión de financiamiento nacional e internacional para la ejecución del sistema de alcantarillado sanitario y la Planta de tratamientos de agua residuales (PTAR), considerando la factibilidad técnica y ambiental demostrada por la investigación. (Vinculada a la conclusión general).

Fortalecer la coordinación entre instituciones gubernamentales, municipales y organismos de cooperación para garantizar la ejecución, supervisión y sostenibilidad del proyecto a largo plazo. (Vinculada a la conclusión general).

12.1.4. Para futuras investigaciones:

Realizar estudios hidráulicos, estructurales y geotécnicos detallados que permitan optimizar el diseño definitivo de la red de alcantarillado sanitario propuesta en esta investigación. (Vinculada a la conclusión 2).

Desarrollar investigaciones complementarias sobre tecnologías alternativas de tratamiento de aguas residuales que puedan incrementar la eficiencia operativa y reducir los costos de mantenimiento de la PTAR. (Vinculada a la conclusión 3).

Actualizar periódicamente las proyecciones poblacionales y los estudios de generación de aguas residuales para garantizar que las futuras ampliaciones del sistema respondan adecuadamente al crecimiento demográfico del sector rural de San Juan de Limay. (Vinculada a la conclusión general).

XIII Referencias bibliográficas

Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, El Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). 2004

Instituto Nacional de Información de Desarrollo INIDE.

Tuberías de concreto, HOLCIM

Criterio para el diseño de las lagunas de estabilización. NTON 05 009 – 98

Pronóstico Mensual de AccuWeather para San Juan de Limay**,** WeatherSpark.

Diseño de Laguna de estabilización.

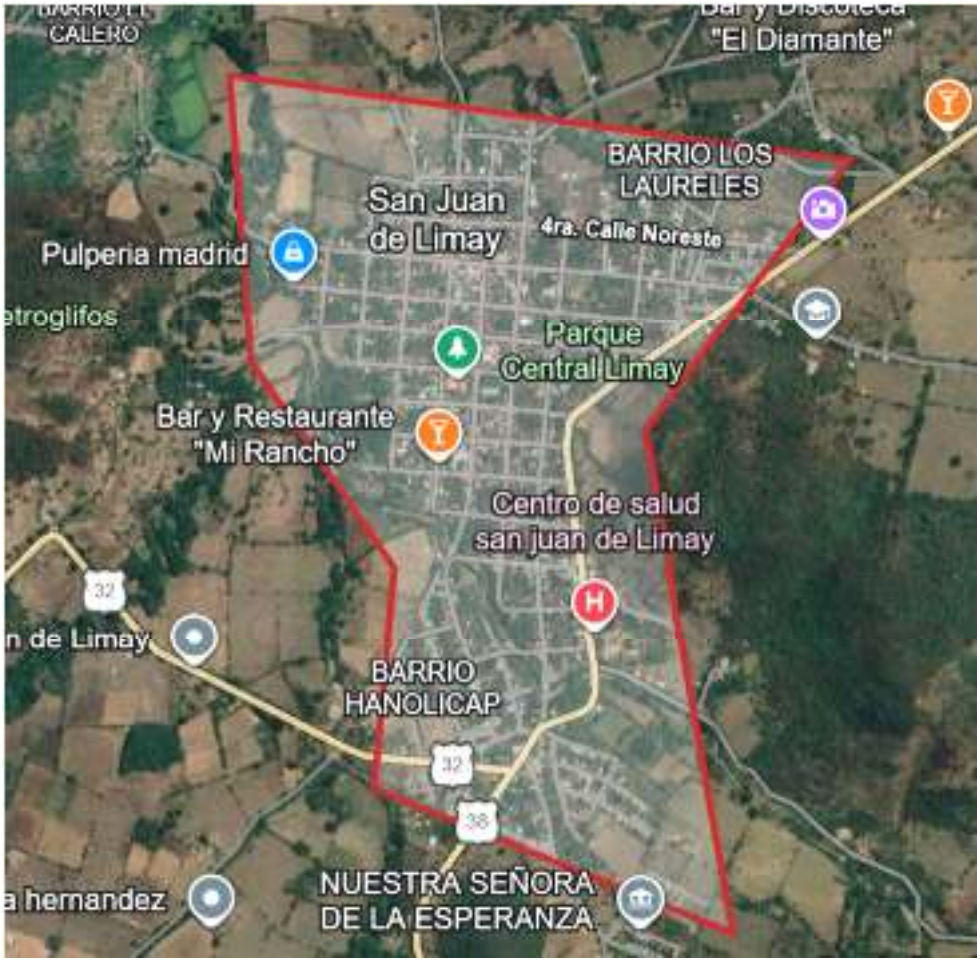
NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE PARA REGULAR LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES Y SU REUSO. NTON 05 027-05

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. Proyecto de Construcción de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Nandaime. REPÚBLICA DE NICARAGUA EMPRESA NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS. 2019

XIV Anexos

Anexo A1

MICROLOCALIZACIÓN



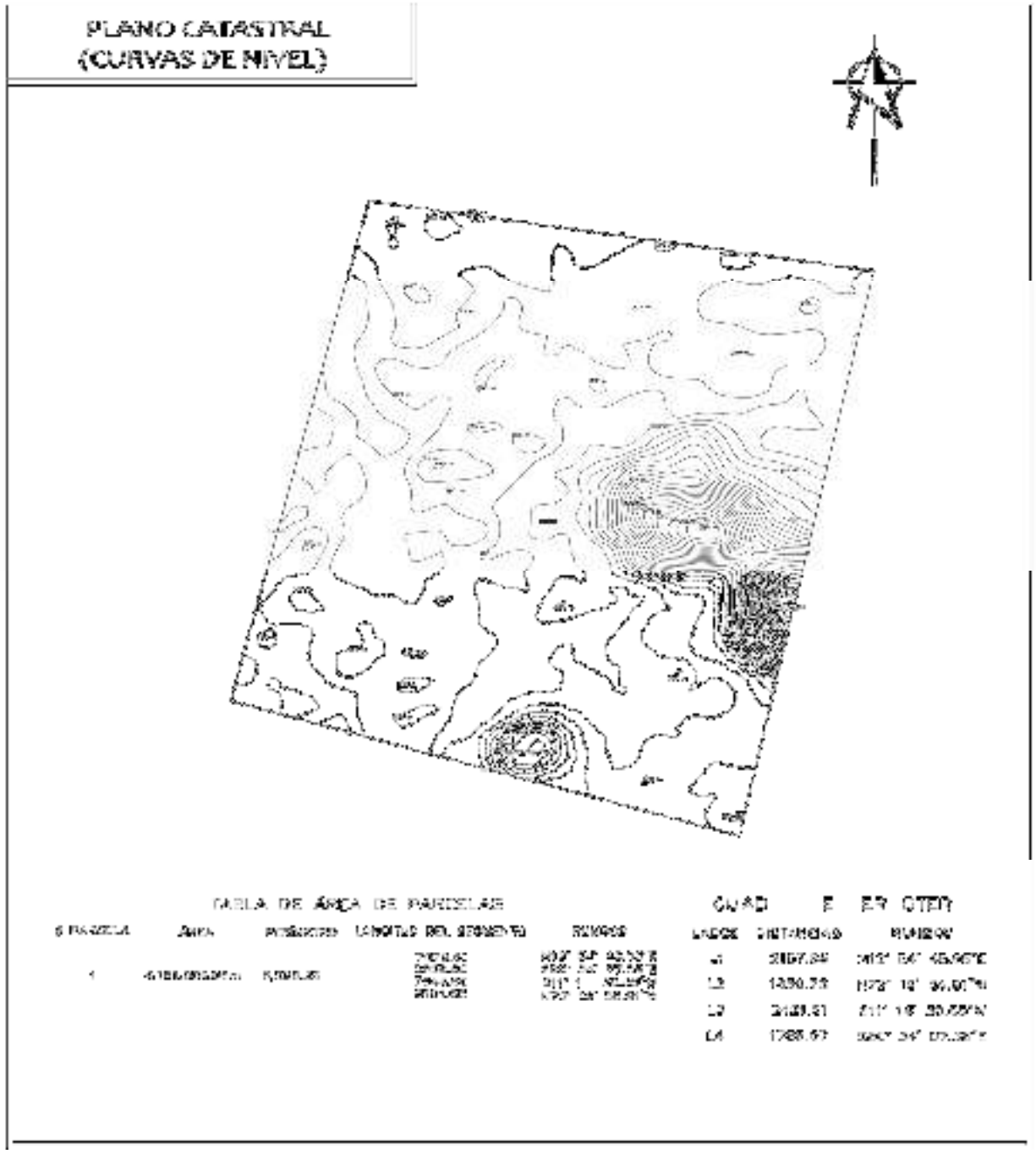
Mapa de Microlocalización, Municipio de San Juan de Limay, Departamento de Estelí.

MACROLOCALIZACIÓN



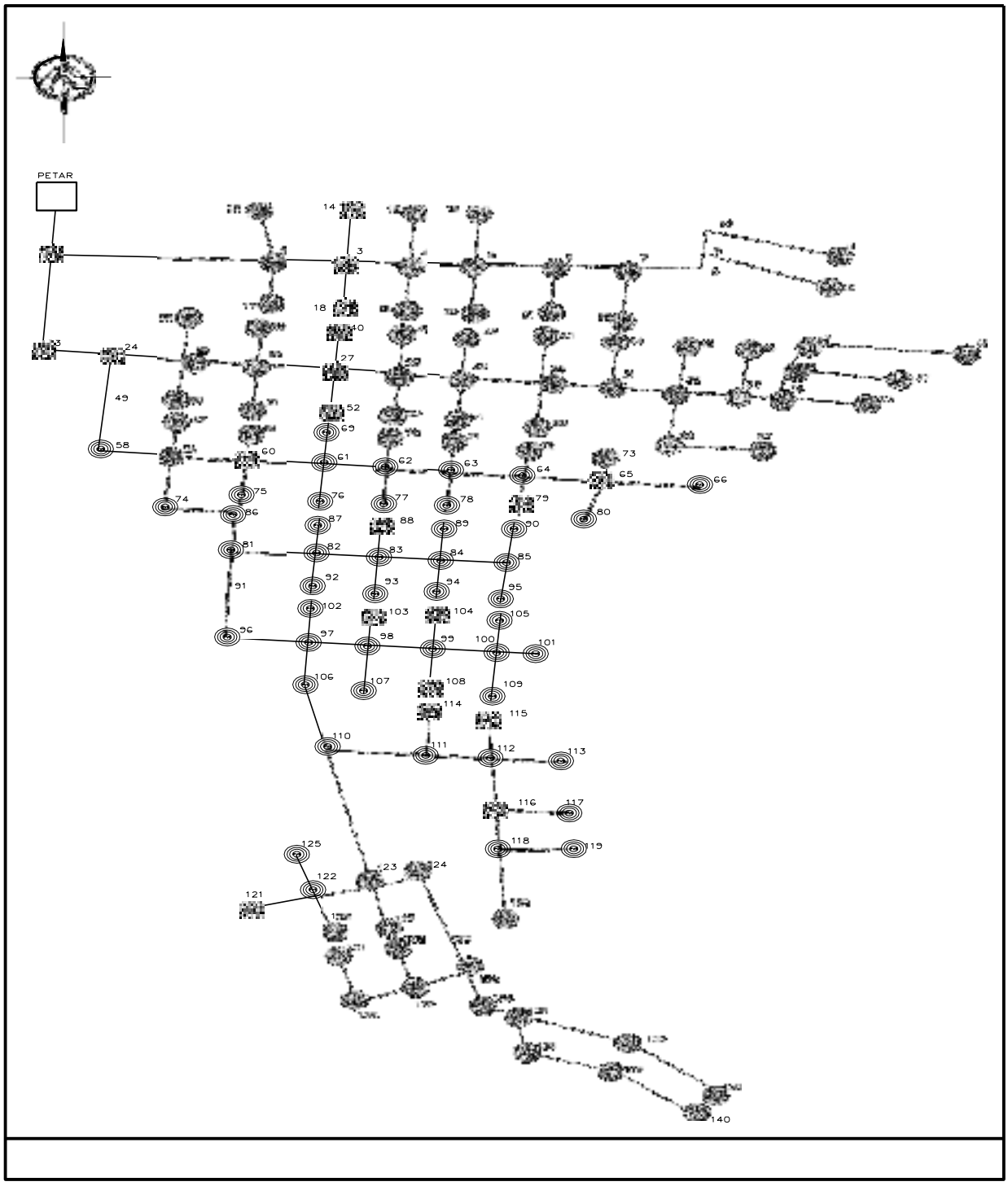
Mapa de Macrolocalización, Municipio de San Juan de Limay, Departamento de Estelí.

Anexo A2



Plano Catastral (Curvas de Nivel) del Municipio de San Juan de Limay, Departamento de Estelí.

Anexo A3



Plano de diseño de la red de Alcantarillado del Municipio de San Juan de Limay, Departamento de Estelí.

ANEXO A4

CUADRO 8. PROYECCIONES DE POBLACIÓN AL 30 DE JUNIO POR SEXO, SEGÚN MUNICIPIO, AÑO CALENDARIO Y TASA DE CRECIMIENTO. PERIODO 2005 - 2020.

Municipio, Año y Tasa de Crecimiento	Ambos Sexos	Hombres	Mujeres
SAN JUAN DE LIMAY			
2005	13 742	6 962	6 780
2006	13 885	7 032	6 853
2007	14 029	7 102	6 927
2008	14 172	7 171	7 001
2009	14 279	7 222	7 057
2010	14 419	7 290	7 129
2011	14 557	7 357	7 200
2012	14 694	7 424	7 270
2013	14 827	7 490	7 337
2014	14 957	7 554	7 403
2015	15 085	7 617	7 468
2016	15 219	7 687	7 532
2017	15 350	7 756	7 594
2018	15 478	7 825	7 653
2019	15 598	7 889	7 709
2020	15 733	7 952	7 781
Tasa de Crecimiento			
2005 - 2010	1.0	0.9	1.0
2010 - 2015	0.7	0.7	0.7
2015 - 2020	0.8	0.9	0.8

ANEXO A5

TABLA 3.2
DOTACIONES DE AGUA

Rango de población	Dotación Lt/hab/día
0 - 5,000	100
5,000 - 10,000	105
10,000 - 15,000	110
15,000 - 20,000	120
20,000 - 30,000	130
30,000 - 50,000	135
50,000 - 100,000 y más	160

Tabla tomada de las GUÍAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DEALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

ANEXO A6

Tabla 2: Resultados de análisis de laboratorios de los parámetros fisicos, quimicos y bacteriológicos del afluente y efluente general del STAR.

Parámetros	Entrada General- STAR	Salida General-STAR	Cumplimiento Art. 22 y 23 del Decreto 33-95	Criterios según el tipo de categoria de riego (NTON 05 027-05)
pH campo	6.93	6.88	Cumple	-
pH laboratorio	7.05	6.85	Cumple	-
SST (mg/l)	228.15	26.45	Cumple	-
Grasas y Aceites Totales (mg/l)	17.43	3.28	Cumple	-
SD (mg/l)	0.50	0.17	Cumple	-
DBO5 (mg/l)	288.58	21.71	Cumple	Cumple
DQO (mg/l)	414.32	54.08	Cumple	-
Sustancias Activas de Azul de Metileno (mg/l)	1.26	0.56	Cumple	-
CF (NMP/100)	1.66E+07	3.13E+06	No Cumple	No cumple

Anexo A7

ENCUESTA

Edad

18 - 25 años

26 -35 años

36 - 45 años

46 - 55 años

56 años o más.

Sexo

Femenino

Masculino

¿Cuál es su nivel educativo?

Primaria

Secundaria

Técnico

Universitario

¿Cuánto tiempo tiene de vivir en este Municipio?

Menos de 5 años

De 5 a 10 años

De 11 a 20 años

Más de 20 años

¿Su vivienda cuenta con algún sistema para la disposición de aguas residuales?

Si

No

¿Cree que la implementación del alcantarillado sanitario mejorará las condiciones de higiene en los hogares?

Si
No

¿Cuál considera que es el principal problema relacionado con las aguas residuales en su comunidad?

¿Cree que la implementación de una red de alcantarillado sanitario reducirá la contaminación ambiental?

Si
No

¿Qué beneficios espera obtener con la implementación de una red de alcantarillado sanitario?

¿Considera que el acceso a un sistema de alcantarillado sanitario es una necesidad para su comunidad?

Si
No

¿Qué recomendaciones daría para mejorar las condiciones de saneamiento en su comunidad?

¿Las aguas residuales generan malos olores en su sector?

Siempre
Frecuentemente
Algunas veces
Nunca

¿Qué acciones considera necesarias para garantizar el buen funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario una vez implementado?

¿Ha observado contaminación por aguas residuales cerca de su vivienda?

Si

No

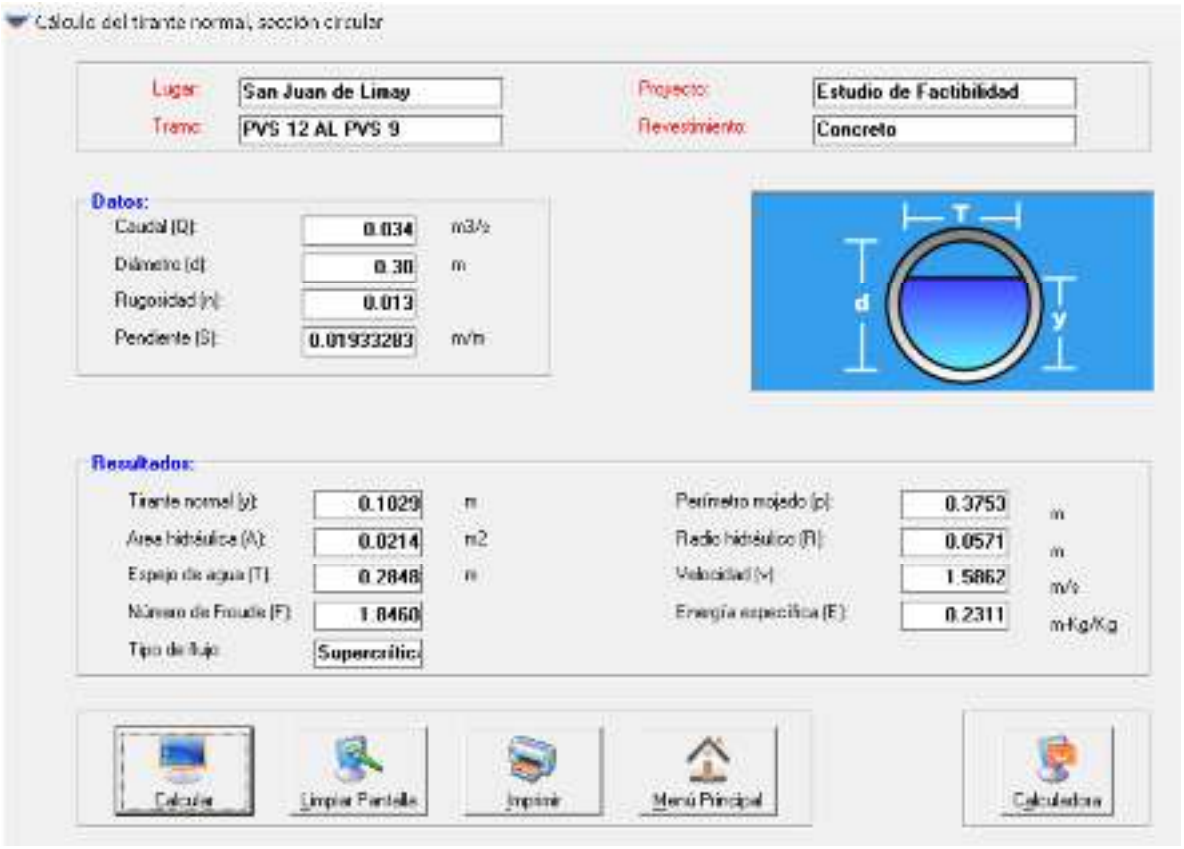
¿Qué cambios cree que se producirían en la comunidad con la implementación de una red de alcantarillado sanitario?

Anexo A8

Cronograma

Fechas.	Semanas.		
25 de febrero al 02 de marzo	Semana #1	Elección del tema.	
28 de marzo al 04de Abril	Semana #2	Entrega del protocolo	
11 al 18 de abril	Semana #3	Introducción	Elaboración del cronograma
18 al 25 de abril	Semana #4	Planteamiento del problema	
25 al 02 de mayo	Semana #5	Justificación	
02 al 09 de mayo	Semana #6	Objetivos (General / Específicos)	Hipótesis
09 al 16 de mayo	Semana #7	Alcance y limitaciones	Marco teórico o Marco conceptual
16 al 23 de mayo	Semana #8	Metodología de la investigación	
23 de mayo al 06 de junio	Semana #9	Resultados o Hallazgos	Discusión
06 al 13 de junio	Semana #10	Conclusiones	Recomendaciones
13 al 21 de junio	Semana #11	Referencias bibliográficas	Anexos
07 de Julio	Semana #12	Predefensa	
22 de Julio	Semana #13	Defensa	

ANEXO A9


Cálculo del tirante normal, sección circular
Lugar: San Juan de Limay
Tramo: PVS 12 AL PVS 9
Proyecto: Estudio de Factibilidad
Revestimiento: Concreto
Datos:
Caudal (Q): 0.034 m3/s
Diámetro (d): 0.30 m
Rugosidad (n): 0.013
Pendiente (S): 0.01933283 m/m
T
d
y
Resultados:
Tirante normal (y): 0.1029 m
Area hidráulica (A): 0.0214 m2
Espejo de agua (T): 0.2848 m
Número de Froude (F): 1.8460
Tipo de flujo: Supercrític
Perímetro mojado (p): 0.3753 m
Radio hidráulico (R): 0.0571 m
Velocidad (v): 1.5862 m/s
Energía específica (E): 0.2311 m-Kg/Kg
Calcular
Limpiar Pantalla
Imprimir
Menú Principal
Calculadora


Lugar: San Juan de Limay
Tramo: PVS 11 AL PVS 10
Proyecto: Estudio de Factibilidad
Revestimiento: Concreto
Datos:
Caudal (Q): 0.034 m3/s
Diámetro (d): 0.30 m
Rugosidad (n): 0.013
Pendiente (S): 0.01935919 m/m
T
d
y
Resultados:
Tirante normal (y): 0.1028 m
Area hidráulica (A): 0.0214 m2
Espejo de agua (T): 0.2848 m
Número de Froude (F): 1.8473
Tipo de flujo: Supercrític
Perímetro mojado (p): 0.3752 m
Radio hidráulico (R): 0.0571 m
Velocidad (v): 1.5870 m/s
Energía específica (E): 0.2312 m-Kg/Kg
Calcular
Limpiar Pantalla
Imprimir
Menú Principal
Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 10 AL PVS 9	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.060	m3/s
Diámetro (d):	0.38	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	1.008780488	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1670	m	Perímetro mojado (p):	0.5509	m
Area hidráulica (A):	0.0490	m2	Radio hidráulico (R):	0.0871	m
Espejo de agua (T):	0.3772	m	Velocidad (v):	1.4167	m/s
Número de Froude (F):	1.2690		Energía específica (E):	0.2693	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 9 AL PVS 8	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.068	m3/s
Diámetro (d):	0.38	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	1.011534764	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1548	m	Perímetro mojado (p):	0.5262	m
Area hidráulica (A):	0.0434	m2	Radio hidráulico (R):	0.0825	m
Espejo de agua (T):	0.3734	m	Velocidad (v):	1.5660	m/s
Número de Froude (F):	1.4662		Energía específica (E):	0.2798	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 6 AL PVS 7	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q)	0.204	m3/s
Diámetro (d)	0.60	m
Rugosidad (n)	0.013	
Pendiente (S)	0.007080243	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.2620	m	Perímetro mojado (p)	0.8663	m
Area hidráulica (A)	0.1186	m2	Radio hidráulico (R)	0.1369	m
Espejo de agua (T)	0.5952	m	Velocidad (v)	1.7197	m/s
Número de Froude (F)	1.2298		Energía específica (E)	0.4127	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 7 AL PVS 6	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q)	0.272	m3/s
Diámetro (d)	0.60	m
Rugosidad (n)	0.013	
Pendiente (S)	0.016051364	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.2449	m	Perímetro mojado (p)	0.8317	m
Area hidráulica (A)	0.1085	m2	Radio hidráulico (R)	0.1305	m
Espejo de agua (T)	0.5838	m	Velocidad (v)	2.5069	m/s
Número de Froude (F)	1.8661		Energía específica (E)	0.5652	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar	San Juan de Limay	Proyecto	Estudio de Factibilidad
Tramo	PVS 6 AL PVS 5	Revestimiento	Concreto

Datos:

Caudal (Q)	0.374	m3/s
Diámetro (d)	0.60	m
Rugosidad (n)	0.013	
Pendiente (S)	0.010186092	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.3362	m	Perímetro mojado (p)	1.0150	m
Area hidráulica (A)	0.1630	m2	Radio hidráulico (R)	0.1606	m
Espejo de agua (T)	0.5956	m	Velocidad (v)	2.2940	m/s
Número de Froude (F)	1.3999		Energía específica (E)	0.6044	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar	San Juan de Limay	Proyecto	Estudio de Factibilidad
Tramo	PVS 5 AL PVS 4	Revestimiento	Concreto

Datos:

Caudal (Q)	0.408	m3/s
Diámetro (d)	0.60	m
Rugosidad (n)	0.013	
Pendiente (S)	0.012473272	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.3332	m	Perímetro mojado (p)	1.0091	m
Area hidráulica (A)	0.1613	m2	Radio hidráulico (R)	0.1598	m
Espejo de agua (T)	0.5963	m	Velocidad (v)	2.5308	m/s
Número de Froude (F)	1.5533		Energía específica (E)	0.6595	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 4 AL PVS 3	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.51	m3/s
Diámetro (d):	0.60	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.013363307	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3764	m		Perímetro mojado (p):	1.0971	m
Área hidráulica (A):	0.1867	m2		Radio hidráulico (R):	0.1702	m
Espejo de agua (T):	0.5802	m		Velocidad (v):	2.7311	m/s
Número de Froude (F):	1.5370			Energía específica (E):	0.7566	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrític					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 3 AL PVS 2	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.612	m3/s
Diámetro (d):	0.76	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.010079516	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3927	m		Perímetro mojado (p):	1.2193	m
Área hidráulica (A):	0.2365	m2		Radio hidráulico (R):	0.1940	m
Espejo de agua (T):	0.7596	m		Velocidad (v):	2.5870	m/s
Número de Froude (F):	1.4007			Energía específica (E):	0.7340	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrític					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 2 AL PVS 1	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.714	m3/s
Diámetro (d):	0.76	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	1.010758713	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.4229	m	Perímetro mojado (p):	1.2798	m
Area hidráulica (A):	0.2594	m2	Radio hidráulico (R):	0.2027	m
Espejo de agua (T):	0.7551	m	Velocidad (v):	2.7528	m/s
Número de Froude (F):	1.4997		Energía específica (E):	0.8092	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 37 AL PVS 36	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	1.008124404	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1301	m	Perímetro mojado (p):	0.4313	m
Area hidráulica (A):	0.0294	m2	Radio hidráulico (R):	0.0681	m
Espejo de agua (T):	0.2974	m	Velocidad (v):	1.1567	m/s
Número de Froude (F):	1.1747		Energía específica (E):	0.1983	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 36 AL PVS 34	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.068	m3/s
Diámetro (d):	0.38	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.012204281	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1525	m	Perímetro mojado (p):	0.5213	m
Área hidráulica (A):	0.0425	m2	Radio hidráulico (R):	0.0816	m
Espejo de agua (T):	0.3725	m	Velocidad (v):	1.5986	m/s
Número de Froude (F):	1.5104		Energía específica (E):	0.2827	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 35 AL PVS 34	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.014567341	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1109	m	Perímetro mojado (p):	0.3921	m
Área hidráulica (A):	0.0237	m2	Radio hidráulico (R):	0.0606	m
Espejo de agua (T):	0.2896	m	Velocidad (v):	1.4318	m/s
Número de Froude (F):	1.5964		Energía específica (E):	0.2154	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 34 AL PVS 33	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.238	m3/s
Diámetro (d):	0.60	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.005070547	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3156	m	Perímetro mojado (p):	0.9737	m
Area hidráulica (A):	0.1507	m2	Radio hidráulico (R):	0.1548	m
Espejo de agua (T):	0.5992	m	Velocidad (v):	1.5791	m/s
Número de Froude (F):	1.0053		Energía específica (E):	0.4427	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 33 AL PVS 32	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.374	m3/s
Diámetro (d):	0.60	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.005410847	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.4165	m	Perímetro mojado (p):	1.1818	m
Area hidráulica (A):	0.2095	m2	Radio hidráulico (R):	0.1773	m
Espejo de agua (T):	0.5529	m	Velocidad (v):	1.7855	m/s
Número de Froude (F):	0.9262		Energía específica (E):	0.5798	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcritico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 32 AL PVS 31	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.442	m3/s
Diámetro (d):	0.76	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.005178851	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3945	m	Perímetro mojado (p):	1.2228	m	
Area hidráulica (A):	0.2378	m2	Radio hidráulico (R):	0.1945	m	
Espejo de agua (T):	0.7594	m	Velocidad (v):	1.8583	m/s	
Número de Froude (F):	1.0602		Energía específica (E):	0.5705	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercrítico					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 31 AL PVS 30	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.544	m3/s
Diámetro (d):	0.76	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.008957741	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3793	m	Perímetro mojado (p):	1.1924	m	
Area hidráulica (A):	0.2263	m2	Radio hidráulico (R):	0.1898	m	
Espejo de agua (T):	0.7600	m	Velocidad (v):	2.4042	m/s	
Número de Froude (F):	1.4068		Energía específica (E):	0.6739	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercrítico					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 30 AL PVS 29	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.646	m3/s
Diámetro (d):	0.76	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.013137478	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3749	m	Perímetro mojado (p):	1.1837	m
Area hidráulica (A):	0.2230	m2	Radio hidráulico (R):	0.1884	m
Espejo de agua (T):	0.7599	m	Velocidad (v):	2.8973	m/s
Número de Froude (F):	1.7077		Energía específica (E):	0.8028	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrític				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 28 AL PVS 27	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.816	m3/s
Diámetro (d):	1.2192	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.005448505	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.4343	m	Perímetro mojado (p):	1.5595	m
Area hidráulica (A):	0.3730	m2	Radio hidráulico (R):	0.2392	m
Espejo de agua (T):	1.1677	m	Velocidad (v):	2.1870	m/s
Número de Froude (F):	1.2359		Energía específica (E):	0.6782	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 29 AL PVS 28	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.748	m3/s
Diámetro (d):	0.76	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.011880228	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.4221	m	Perímetro mojado (p):	1.2782	m
Area hidráulica (A):	0.2588	m2	Radio hidráulico (R):	0.2024	m
Espejo de agua (T):	0.7553	m	Velocidad (v):	2.8907	m/s
Número de Froude (F):	1.5768		Energía específica (E):	0.8480	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 27 AL PVS 26	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.952	m3/s
Diámetro (d):	1.2192	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.004819277	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.4078	m	Perímetro mojado (p):	1.6699	m
Area hidráulica (A):	0.4362	m2	Radio hidráulico (R):	0.2612	m
Espejo de agua (T):	1.1946	m	Velocidad (v):	2.1823	m/s
Número de Froude (F):	1.1530		Energía específica (E):	0.7305	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 26 AL PVS 25	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q)	1.02	m3/s
Diámetro (d)	1.2192	m
Rugosidad (n)	0.013	
Pendiente (S)	0.0105309835	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.4105	m	Perímetro mojado (p)	1.5095	m
Area hidráulica (A)	0.3454	m2	Radio hidráulico (R)	0.2288	m
Espejo de agua (T)	1.1524	m	Velocidad (v)	2.9531	m/s
Número de Froude (F)	1.7222		Energía específica (E)	0.0550	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 25 AL PVS 24	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q)	1.088	m3/s
Diámetro (d)	1.2192	m
Rugosidad (n)	0.013	
Pendiente (S)	0.0057501867	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.5001	m	Perímetro mojado (p)	1.6949	m
Area hidráulica (A)	0.4509	m2	Radio hidráulico (R)	0.2660	m
Espejo de agua (T)	1.1994	m	Velocidad (v)	2.4129	m/s
Número de Froude (F)	1.2564		Energía específica (E)	0.7968	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 24 AL PVS 23	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	1.156	m3/s
Diámetro (d):	1.2192	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	1.005409738	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.5260	m	Perímetro mojado (p):	1.7474	m
Area hidráulica (A):	0.4821	m2	Radio hidráulico (R):	0.2759	m
Espejo de agua (T):	1.2077	m	Velocidad (v):	2.3978	m/s
Número de Froude (F):	1.2117		Energía específica (E):	0.0190	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 66 - PVS 65	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.20	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.06	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.0908	m	Perímetro mojado (p):	0.2958	m
Area hidráulica (A):	0.0139	m2	Radio hidráulico (R):	0.0469	m
Espejo de agua (T):	0.1992	m	Velocidad (v):	2.4507	m/s
Número de Froude (F):	2.9646		Energía específica (E):	0.3969	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 65 - PVS 64	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.136	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.042	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1825	m	Perímetro mojado (p):	0.5368	m
Area hidráulica (A):	0.0450	m2	Radio hidráulico (R):	0.0839	m
Espejo de agua (T):	0.2929	m	Velocidad (v):	3.0206	m/s
Número de Froude (F):	2.4596		Energía específica (E):	0.6476	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 64 - PVS 63	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.230	m3/s
Diámetro (d):	0.61	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.004	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3358	m	Perímetro mojado (p):	1.0198	m
Area hidráulica (A):	0.1649	m2	Radio hidráulico (R):	0.1617	m
Espejo de agua (T):	0.6069	m	Velocidad (v):	1.4437	m/s
Número de Froude (F):	0.8044		Energía específica (E):	0.4420	m Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Calculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 63 - PVS 62	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.340	m3/s
Diámetro (d):	0.61	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.005	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3939	m	Perimetro mojado (p):	1.1386	m
Area hidráulica (A):	0.1996	m2	Radio hidráulico (R):	0.1753	m
Espejo de agua (T):	0.5835	m	Velocidad (v):	1.7036	m/s
Número de Froude (F):	0.9300		Energía específica (E):	0.5418	m Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Calculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 62 - PVS 61	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.442	m3/s
Diámetro (d):	0.61	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.015	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3273	m	Perimetro mojado (p):	1.0027	m
Area hidráulica (A):	0.1597	m2	Radio hidráulico (R):	0.1593	m
Espejo de agua (T):	0.6084	m	Velocidad (v):	2.7679	m/s
Número de Froude (F):	1.7249		Energía específica (E):	0.7177	m Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 61 - PVS 60	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.544	m3/s
Diámetro (d):	0.91	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.007	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3709	m	Perímetro mojado (p):	1.2603	m
Area hidráulica (A):	0.2491	m2	Radio hidráulico (R):	0.1977	m
Espejo de agua (T):	0.8943	m	Velocidad (v):	2.1838	m/s
Número de Froude (F):	1.3211		Energía específica (E):	0.6140	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 60 - PVS 59	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.646	m3/s
Diámetro (d):	0.91	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.005	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.4496	m	Perímetro mojado (p):	1.4187	m
Area hidráulica (A):	0.3203	m2	Radio hidráulico (R):	0.2258	m
Espejo de agua (T):	0.9099	m	Velocidad (v):	2.0160	m/s
Número de Froude (F):	1.0853		Energía específica (E):	0.6569	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Lugar: San Juan de Limay
Proyecto: Estudio de Factibilidad
Tramo: PVS 59 - PVS 58
Revestimiento: Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.748	m3/s
Diámetro (d):	0.91	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.013	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3727	m	Perímetro mojado (p):	1.2640	m
Area hidráulica (A):	0.2507	m2	Radio hidráulico (R):	0.1984	m
Espejo de agua (T):	0.8950	m	Velocidad (v):	2.9832	m/s
Número de Froude (F):	1.7995		Energía específica (E):	0.8263	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprime | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar: San Juan de Limay
Proyecto: Estudio de Factibilidad
Tramo: PVS 05 - PVS 04
Revestimiento: Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.102	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.020	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1931	m	Perímetro mojado (p):	0.5507	m
Area hidráulica (A):	0.0481	m2	Radio hidráulico (R):	0.0861	m
Espejo de agua (T):	0.2873	m	Velocidad (v):	2.1209	m/s
Número de Froude (F):	1.6552		Energía específica (E):	0.4224	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprime | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 84 - PVS 83	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.204	m3/s
Diámetro (d):	0.61	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.006	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.2722	m	Perímetro mojado (p):	0.8925	m	
Area hidráulica (A):	0.1262	m2	Radio hidráulico (R):	0.1414	m	
Espejo de agua (T):	0.6065	m	Velocidad (v):	1.6169	m/s	
Número de Froude (F):	1.1318		Energía específica (E):	0.4055	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercrític					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 83 - PVS 82	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.306	m3/s
Diámetro (d):	0.61	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.019	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.2475	m	Perímetro mojado (p):	0.8426	m	
Area hidráulica (A):	0.1113	m2	Radio hidráulico (R):	0.1321	m	
Espejo de agua (T):	0.5981	m	Velocidad (v):	2.7498	m/s	
Número de Froude (F):	2.0371		Energía específica (E):	0.6329	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercrític					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 73 - PVS 65 B/D	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.20	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.024	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1197	m	Perímetro mojado (p):	0.3538	m	
Area hidráulica (A):	0.0196	m2	Radio hidráulico (R):	0.0555	m	
Espejo de agua (T):	0.1961	m	Velocidad (v):	1.7330	m/s	
Número de Froude (F):	1.7492		Energía específica (E):	0.2728	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercritico					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 72 - PVS 64 B/D	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.005	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1495	m	Perímetro mojado (p):	0.4703	m	
Area hidráulica (A):	0.0352	m2	Radio hidráulico (R):	0.0748	m	
Espejo de agua (T):	0.3000	m	Velocidad (v):	0.9660	m/s	
Número de Froude (F):	0.9004		Energía específica (E):	0.1971	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Subcritico					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 71 - PVS 63 B/D	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.005	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1495	m	Perímetro mojado (p):	0.4703	m
Area hidráulica (A):	0.0352	m2	Radio hidráulico (R):	0.0748	m
Espejo de agua (T):	0.3000	m	Velocidad (v):	0.9660	m/s
Número de Froude (F):	0.9004		Energía específica (E):	0.1971	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 70 - PVS 62 B/D	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.007	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1357	m	Perímetro mojado (p):	0.4426	m
Area hidráulica (A):	0.0311	m2	Radio hidráulico (R):	0.0702	m
Espejo de agua (T):	0.2986	m	Velocidad (v):	1.0949	m/s
Número de Froude (F):	1.0840		Energía específica (E):	0.1968	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 69 - PVS 61 B/D	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.011	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1197	m	Perímetro mojado (p):	0.4101	m
Área hidráulica (A):	0.0263	m2	Radio hidráulico (R):	0.0641	m
Espejo de agua (T):	0.2938	m	Velocidad (v):	1.2926	m/s
Número de Froude (F):	1.3793		Energía específica (E):	0.2048	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 68 - PVS 60 B/D	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.007	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1357	m	Perímetro mojado (p):	0.4426	m
Área hidráulica (A):	0.0311	m2	Radio hidráulico (R):	0.0702	m
Espejo de agua (T):	0.2986	m	Velocidad (v):	1.0949	m/s
Número de Froude (F):	1.0840		Energía específica (E):	0.1968	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 67 - PVS 59 B/D	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.008	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1307	m	Perímetro mojado (p):	0.4325	m
Área hidráulica (A):	0.0296	m2	Radio hidráulico (R):	0.0684	m
Espejo de agua (T):	0.2975	m	Velocidad (v):	1.1502	m/s
Número de Froude (F):	1.1650		Energía específica (E):	0.1981	m Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 80 - PVS 65 B/I	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.020	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1019	m	Perímetro mojado (p):	0.3734	m
Área hidráulica (A):	0.0212	m2	Radio hidráulico (R):	0.0567	m
Espejo de agua (T):	0.2842	m	Velocidad (v):	1.6057	m/s
Número de Froude (F):	1.8782		Energía específica (E):	0.2334	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 79 - PVS 64 B/I	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.025	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.0961	m	Perímetro mojado (p):	0.3611	m
Área hidráulica (A):	0.0195	m2	Radio hidráulico (R):	0.0541	m
Espejo de agua (T):	0.2800	m	Velocidad (v):	1.7401	m/s
Número de Froude (F):	2.1031		Energía específica (E):	0.2505	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 78 - PVS 63 B/I	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.025	m/m

Resultados:

Tirante normal (y):	0.0961	m	Perímetro mojado (p):	0.3611	m
Área hidráulica (A):	0.0195	m2	Radio hidráulico (R):	0.0541	m
Espejo de agua (T):	0.2800	m	Velocidad (v):	1.7401	m/s
Número de Froude (F):	2.1031		Energía específica (E):	0.2505	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 77 - PVS 62 B/I	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.025	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.0961	m	Perímetro mojado (p):	0.3611	m
Area hidráulica (A):	0.0195	m2	Radio hidráulico (R):	0.0541	m
Espejo de agua (T):	0.2800	m	Velocidad (v):	1.7401	m/s
Número de Froude (F):	2.1031		Energía específica (E):	0.2505	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrític				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprima | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 76 - PVS 61 B/I	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.019	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1033	m	Perímetro mojado (p):	0.3763	m
Area hidráulica (A):	0.0216	m2	Radio hidráulico (R):	0.0573	m
Espejo de agua (T):	0.2851	m	Velocidad (v):	1.5763	m/s
Número de Froude (F):	1.8297		Energía específica (E):	0.2300	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrític				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 75 - PVS 60 B/I	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.013	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1144	m	Perímetro mojado (p):	0.3993	m
Area hidráulica (A):	0.0247	m2	Radio hidráulico (R):	0.0620	m
Espejo de agua (T):	0.2914	m	Velocidad (v):	1.3738	m/s
Número de Froude (F):	1.5050		Energía específica (E):	0.2105	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 74 - PVS 59 B/I	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.015	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1100	m	Perímetro mojado (p):	0.3903	m
Area hidráulica (A):	0.0235	m2	Radio hidráulico (R):	0.0602	m
Espejo de agua (T):	0.2882	m	Velocidad (v):	1.4470	m/s
Número de Froude (F):	1.6207		Energía específica (E):	0.2168	m Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limap	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 90 - PVS 85 B/D	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.030	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.0917	m	Perímetro mojado (p):	0.3515	m
Área hidráulica (A):	0.0193	m2	Radio hidráulico (R):	0.0621	m
Espejo de agua (T):	0.2764	m	Velocidad (v):	1.8579	m/s
Número de Froude (F):	2.3052		Energía específica (E):	0.2676	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limap	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 89 - PVS 84 B/D	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.011	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1197	m	Perímetro mojado (p):	0.4101	m
Área hidráulica (A):	0.0263	m2	Radio hidráulico (R):	0.0641	m
Espejo de agua (T):	0.2938	m	Velocidad (v):	1.2926	m/s
Número de Froude (F):	1.3793		Energía específica (E):	0.2048	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 88 - PVS 83 B/D	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.010	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1228	m	Perímetro mojado (p):	0.4166	m
Area hidráulica (A):	0.0272	m2	Radio hidráulico (R):	0.0654	m
Espejo de agua (T):	0.2950	m	Velocidad (v):	1.2484	m/s
Número de Froude (F):	1.3110		Energía específica (E):	0.2023	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 87 - PVS 82 B/D	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.476	m3/s
Diámetro (d):	0.61	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.010	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3912	m	Perímetro mojado (p):	1.1329	m
Area hidráulica (A):	0.1380	m2	Radio hidráulico (R):	0.1748	m
Espejo de agua (T):	0.5852	m	Velocidad (v):	2.4044	m/s
Número de Froude (F):	1.3198		Energía específica (E):	0.6858	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 86 - PVS 81 B/D	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.024	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.0972	m	Perímetro mojado (p):	0.3633	m	
Área hidráulica (A):	0.0190	m2	Radio hidráulico (R):	0.0546	m	
Espejo de agua (T):	0.2808	m	Velocidad (v):	1.7147	m/s	
Número de Froude (F):	2.0602		Energía específica (E):	0.2470	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercritic					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 95 - PVS 85 B/I	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.033	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.0895	m	Perímetro mojado (p):	0.3466	m	
Área hidráulica (A):	0.0177	m2	Radio hidráulico (R):	0.0510	m	
Espejo de agua (T):	0.2745	m	Velocidad (v):	1.9224	m/s	
Número de Froude (F):	2.4180		Energía específica (E):	0.2778	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercritic					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 94 - PVS 84 B/I	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.007	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1357	m	Perímetro mojado (p):	0.4426	m
Area hidráulica (A):	0.0311	m2	Radio hidráulico (R):	0.0702	m
Espejo de agua (T):	0.2986	m	Velocidad (v):	1.0949	m/s
Número de Froude (F):	1.0840		Energía específica (E):	0.1968	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 93 - PVS 83 B/I	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.006	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1418	m	Perímetro mojado (p):	0.4548	m
Area hidráulica (A):	0.0329	m2	Radio hidráulico (R):	0.0723	m
Espejo de agua (T):	0.2986	m	Velocidad (v):	1.0348	m/s
Número de Froude (F):	0.9965		Energía específica (E):	0.1963	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calcular | Limpar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 92 - PVS 82 B/I	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.005	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1495	m	Perímetro mojado (p):	0.4703	m	
Area hidráulica (A):	0.0352	m2	Radio hidráulico (R):	0.0748	m	
Espejo de agua (T):	0.3000	m	Velocidad (v):	0.9660	m/s	
Número de Froude (F):	0.9004		Energía específica (E):	0.1971	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Subcrítico					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de factibilidad
Tramo:	PVS 91 - PVS 81 B/I	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.010	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1228	m	Perímetro mojado (p):	0.4166	m	
Area hidráulica (A):	0.0272	m2	Radio hidráulico (R):	0.0654	m	
Espejo de agua (T):	0.2950	m	Velocidad (v):	1.2484	m/s	
Número de Froude (F):	1.3118		Energía específica (E):	0.2023	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercrítico					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 134 AL PVS 130	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.238	m3/s
Diámetro (d):	0.60	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.021521906	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.2105	m	Perímetro mojado (p):	0.7608	m
Area hidráulica (A):	0.0885	m2	Radio hidráulico (R):	0.1163	m
Espejo de agua (T):	0.5727	m	Velocidad (v):	2.6892	m/s
Número de Froude (F):	2.1841		Energía específica (E):	0.5791	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 130 AL PVS 133	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.408	m3/s
Diámetro (d):	0.60	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.009242801	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3638	m	Perímetro mojado (p):	1.0772	m
Area hidráulica (A):	0.1811	m2	Radio hidráulico (R):	0.1681	m
Espejo de agua (T):	0.5849	m	Velocidad (v):	2.2528	m/s
Número de Froude (F):	1.2927		Energía específica (E):	0.6255	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 133 AL PVS 124	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.646	m3/s
Diámetro (d):	0.60	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.020902316	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.3415	m	Perímetro mojado (p):	1.0250	m
Área hidráulica (A):	0.1662	m2	Radio hidráulico (R):	0.1620	m
Espejo de agua (T):	0.5947	m	Velocidad (v):	3.8867	m/s
Número de Froude (F):	2.3464		Energía específica (E):	1.1115	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrític				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 124 AL PVS 110	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.68	m3/s
Diámetro (d):	0.76	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.006205348	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.4904	m	Perímetro mojado (p):	1.4178	m
Área hidráulica (A):	0.3095	m2	Radio hidráulico (R):	0.2183	m
Espejo de agua (T):	0.7272	m	Velocidad (v):	2.1970	m/s
Número de Froude (F):	1.0252		Energía específica (E):	0.7364	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrític				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 110 AL PVS 106	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.986	m3/s
Diámetro (d):	1.2192	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.010346611	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.4051	m	Perímetro mojado (p):	1.4981	m
Área hidráulica (A):	0.3392	m2	Radio hidráulico (R):	0.2264	m
Espejo de agua (T):	1.1486	m	Velocidad (v):	2.9067	m/s
Número de Froude (F):	1.7077		Energía específica (E):	0.8358	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 97 AL PVS 96	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	1.428	m3/s
Diámetro (d):	1.2192	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.022433132	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.4016	m	Perímetro mojado (p):	1.4907	m
Área hidráulica (A):	0.3352	m2	Radio hidráulico (R):	0.2249	m
Espejo de agua (T):	1.1461	m	Velocidad (v):	4.2603	m/s
Número de Froude (F):	2.5152		Energía específica (E):	1.3267	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 106 AL PVS 97	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	1.02	m3/s
Diámetro (d):	1.2192	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	1.008106116	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.4400	m	Perímetro mojado (p):	1.5714	m
Area hidráulica (A):	0.3797	m2	Radio hidráulico (R):	0.2416	m
Espejo de agua (T):	1.1711	m	Velocidad (v):	2.6866	m/s
Número de Froude (F):	1.5065		Energía específica (E):	0.8079	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprime | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 96 AL PVS 91	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	1.462	m3/s
Diámetro (d):	1.2192	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	1.002439591	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.7716	m	Perímetro mojado (p):	2.2431	m
Area hidráulica (A):	0.7789	m2	Radio hidráulico (R):	0.3472	m
Espejo de agua (T):	1.1754	m	Velocidad (v):	1.8770	m/s
Número de Froude (F):	0.7362		Energía específica (E):	0.9512	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcritico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprime | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 91 AL PVS 81	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	1.496	m3/s
Diámetro (d):	1.2192	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.010521636	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.5046	m	Perímetro mojado (p):	1.7041	m	
Area hidráulica (A):	0.4563	m2	Radio hidráulico (R):	0.2678	m	
Espejo de agua (T):	1.2010	m	Velocidad (v):	3.2702	m/s	
Número de Froude (F):	1.6979		Energía específica (E):	1.0523	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercritic					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 81 AL PVS 86	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	1.938	m3/s
Diámetro (d):	1.2192	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.02460009	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.4610	m	Perímetro mojado (p):	1.6148	m	
Area hidráulica (A):	0.4043	m2	Radio hidráulico (R):	0.2504	m	
Espejo de agua (T):	1.1824	m	Velocidad (v):	4.7930	m/s	
Número de Froude (F):	2.6169		Energía específica (E):	1.6319	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercritic					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 86 AL PVS 74	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q)	1.972	m3/s
Diámetro (d)	1.2192	m
Rugosidad (n)	0.013	
Pendiente (S)	0.003826531	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.8127	m	Perímetro mojado (p)	2.3293	m
Area hidráulica (A)	0.8267	m2	Radio hidráulico (R)	0.3549	m
Espejo de agua (T)	1.1495	m	Velocidad (v)	2.3853	m/s
Número de Froude (F)	0.8980		Energía específica (E)	1.1027	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprima | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 74 AL PVS 59	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q)	2.006	m3/s
Diámetro (d)	1.2192	m
Rugosidad (n)	0.013	
Pendiente (S)	0.015310120	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.5352	m	Perímetro mojado (p)	1.7659	m
Area hidráulica (A)	0.4932	m2	Radio hidráulico (R)	0.2793	m
Espejo de agua (T)	1.2101	m	Velocidad (v)	4.0670	m/s
Número de Froude (F)	2.0338		Energía específica (E)	1.3782	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprima | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 59 AL PVS 58	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	2.72	m3/s
Diámetro (d):	1.2192	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	1.013812737	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.6587	m	Perímetro mojado (p):	2.0135	m
Area hidráulica (A):	0.6436	m2	Radio hidráulico (R):	0.3196	m
Espejo de agua (T):	1.2152	m	Velocidad (v):	4.2263	m/s
Número de Froude (F):	1.8542		Energía específica (E):	1.5691	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 50 AL PVS 49	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	2.754	m3/s
Diámetro (d):	1.2192	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	1.015276382	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.6437	m	Perímetro mojado (p):	1.9834	m
Area hidráulica (A):	0.6253	m2	Radio hidráulico (R):	0.3153	m
Espejo de agua (T):	1.2173	m	Velocidad (v):	4.4041	m/s
Número de Froude (F):	1.9619		Energía específica (E):	1.6323	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 49 Al PVS 24	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	2.788	m3/s
Diámetro (d):	1.8288	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.001851852	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.9575	m	Perímetro mojado (p):	2.9590	m
Area hidráulica (A):	1.3922	m2	Radio hidráulico (R):	0.4705	m
Espejo de agua (T):	1.8268	m	Velocidad (v):	2.0025	m/s
Número de Froude (F):	0.7324		Energía específica (E):	1.1619	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcritico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 24 Al PVS 23	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	3.91	m3/s
Diámetro (d):	2.1336	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.001310450	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	1.1853	m	Perímetro mojado (p):	3.5890	m
Area hidráulica (A):	2.0401	m2	Radio hidráulico (R):	0.5684	m
Espejo de agua (T):	2.1204	m	Velocidad (v):	1.9166	m/s
Número de Froude (F):	0.6239		Energía específica (E):	1.3726	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcritico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 23 AL PVS 1	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	3.944	m3/s
Diámetro (d):	1.2192	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.015181896	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.0151	m	Perímetro mojado (p):	2.3344	m	
Área hidráulica (A):	0.0295	m2	Radio hidráulico (R):	0.3553	m	
Espejo de agua (T):	1.1478	m	Velocidad (v):	4.7549	m/s	
Número de Froude (F):	1.7858		Energía específica (E):	1.9675	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercrítico					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 16 AL PVS 5	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.020075282	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1010	m	Perímetro mojado (p):	0.3732	m	
Área hidráulica (A):	0.0211	m2	Radio hidráulico (R):	0.0567	m	
Espejo de agua (T):	0.2841	m	Velocidad (v):	1.6079	m/s	
Número de Froude (F):	1.8818		Energía específica (E):	0.2336	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercrítico					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 15 AL PVS 4	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	1.013786366	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1126	m	Perímetro mojado (p):	0.3955	m	
Area hidráulica (A):	0.0242	m2	Radio hidráulico (R):	0.0612	m	
Espejo de agua (T):	0.2905	m	Velocidad (v):	1.4034	m/s	
Número de Froude (F):	1.5516		Energía específica (E):	0.2129	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercrítico					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprima | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 14 AL PVS 3	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	1.011957796	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1170	m	Perímetro mojado (p):	0.4046	m	
Area hidráulica (A):	0.0255	m2	Radio hidráulico (R):	0.0631	m	
Espejo de agua (T):	0.2926	m	Velocidad (v):	1.3326	m/s	
Número de Froude (F):	1.4409		Energía específica (E):	0.2075	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercrítico					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprima | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 13 AL PVS 2	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q)	0.034	m3/s
Diámetro (d)	0.30	m
Rugosidad (n)	0.013	
Pendiente (S)	0.022687799	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.0906	m	Perímetro mojado (p)	0.3663	m
Area hidráulica (A)	0.0202	m2	Radio hidráulico (R)	0.0552	m
Espejo de agua (T)	0.2810	m	Velocidad (v)	1.6804	m/s
Número de Froude (F)	2.0024		Energía específica (E)	0.2425	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 22 AL PVS 7	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q)	0.034	m3/s
Diámetro (d)	0.30	m
Rugosidad (n)	0.013	
Pendiente (S)	0.01838769	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.1042	m	Perímetro mojado (p)	0.3782	m
Area hidráulica (A)	0.0218	m2	Radio hidráulico (R)	0.0577	m
Espejo de agua (T)	0.2857	m	Velocidad (v)	1.5577	m/s
Número de Froude (F)	1.7993		Energía específica (E)	0.2279	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 21 AL PVS 6	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.012077043	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1167	m	Perímetro mojado (p):	0.4040	m	
Area hidráulica (A):	0.0254	m2	Radio hidráulico (R):	0.0629	m	
Espejo de agua (T):	0.2925	m	Velocidad (v):	1.3374	m/s	
Número de Froude (F):	1.4484		Energía específica (E):	0.2078	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercrítico					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprima | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 20 AL PVS 5	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.012847491	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1147	m	Perímetro mojado (p):	0.4000	m	
Area hidráulica (A):	0.0249	m2	Radio hidráulico (R):	0.0621	m	
Espejo de agua (T):	0.2916	m	Velocidad (v):	1.3679	m/s	
Número de Froude (F):	1.4958		Energía específica (E):	0.2101	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercrítico					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 19 AL PVS 4	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.012320329	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1160	m	Perímetro mojado (p)	0.4027	m
Area hidráulica (A):	0.0252	m2	Radio hidráulico (R)	0.0627	m
Espejo de agua (T):	0.2922	m	Velocidad (v)	1.3472	m/s
Número de Froude (F):	1.4635		Energía específica (E)	0.2085	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 18 AL PVS 3	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.013573654	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1130	m	Perímetro mojado (p)	0.3965	m
Area hidráulica (A):	0.0244	m2	Radio hidráulico (R)	0.0614	m
Espejo de agua (T):	0.2907	m	Velocidad (v)	1.3955	m/s
Número de Froude (F):	1.5391		Energía específica (E)	0.2123	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 17 AL PVS 2	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q)	0.034	m3/s
Diámetro (d)	0.30	m
Rugosidad (n)	0.013	
Pendiente (S)	0.015401975	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.1091	m	Perímetro mojado (p)	0.3884	m
Área hidráulica (A)	0.0232	m2	Radio hidráulico (R)	0.0598	m
Espejo de agua (T)	0.2886	m	Velocidad (v)	1.4637	m/s
Número de Froude (F)	1.6474		Energía específica (E)	0.2183	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 48 AL PVS 47	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q)	0.034	m3/s
Diámetro (d)	0.30	m
Rugosidad (n)	0.013	
Pendiente (S)	0.005792305	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.1432	m	Perímetro mojado (p)	0.4577	m
Área hidráulica (A)	0.0333	m2	Radio hidráulico (R)	0.0728	m
Espejo de agua (T)	0.2997	m	Velocidad (v)	1.0206	m/s
Número de Froude (F)	0.9773		Energía específica (E)	0.1963	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Subcrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 47 AL PVS 36	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.068	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.025757264	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1389	m	Perímetro mojado (p):	0.4491	m
Area hidráulica (A):	0.0320	m2	Radio hidráulico (R):	0.0713	m
Espejo de agua (T):	0.2992	m	Velocidad (v):	2.1231	m/s
Número de Froude (F):	2.0717		Energía específica (E):	0.3687	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 46 AL PVS 33	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.031811024	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.0903	m	Perímetro mojado (p):	0.3485	m
Area hidráulica (A):	0.0179	m2	Radio hidráulico (R):	0.0514	m
Espejo de agua (T):	0.2752	m	Velocidad (v):	1.8973	m/s
Número de Froude (F):	2.3740		Energía específica (E):	0.2738	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 45 AL PVS 32	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.038202712	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.0861	m	Perímetro mojado (p)	0.3393	m
Area hidráulica (A)	0.0168	m2	Radio hidráulico (R)	0.0495	m
Espejo de agua (T)	0.2715	m	Velocidad (v)	2.0258	m/s
Número de Froude (F)	2.6013		Energía específica (E)	0.2953	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Supercrític				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 44 AL PVS 31	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.043627298	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.0833	m	Perímetro mojado (p)	0.3329	m
Area hidráulica (A)	0.0160	m2	Radio hidráulico (R)	0.0481	m
Espejo de agua (T)	0.2687	m	Velocidad (v)	2.1243	m/s
Número de Froude (F)	2.7788		Energía específica (E)	0.3133	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Supercrític				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 43 AL PVS 30	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.0281200063	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.0932	m	Perímetro mojado (p)	0.3548	m
Area hidráulica (A)	0.0187	m2	Radio hidráulico (R)	0.0528	m
Espejo de agua (T)	0.2777	m	Velocidad (v)	1.8152	m/s
Número de Froude (F)	2.2315		Energía específica (E)	0.2612	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Supercritico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprima | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 42 AL PVS 29	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.60	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.003211648	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.1267	m	Perímetro mojado (p)	0.5729	m
Area hidráulica (A)	0.0435	m2	Radio hidráulico (R)	0.0759	m
Espejo de agua (T)	0.4897	m	Velocidad (v)	0.7816	m/s
Número de Froude (F)	0.8374		Energía específica (E)	0.1578	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Subcritico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprima | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 41 AL PVS 28	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.60	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.004509723	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1160	m	Perímetro mojado (p):	0.5463	m
Área hidráulica (A):	0.0383	m2	Radio hidráulico (R):	0.0702	m
Espejo de agua (T):	0.4739	m	Velocidad (v):	0.8867	m/s
Número de Froude (F):	0.9953		Energía específica (E):	0.1561	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calcular | Limpia Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 40 AL PVS 27	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.012056330	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1167	m	Perímetro mojado (p):	0.4041	m
Área hidráulica (A):	0.0254	m2	Radio hidráulico (R):	0.0630	m
Espejo de agua (T):	0.2925	m	Velocidad (v):	1.3366	m/s
Número de Froude (F):	1.4471		Energía específica (E):	0.2078	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpia Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 39 AL PVS 26	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.009723704	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.1238	m	Perímetro mojado (p)	0.4185	m
Area hidráulica (A)	0.0275	m2	Radio hidráulico (R)	0.0657	m
Espejo de agua (T)	0.2954	m	Velocidad (v)	1.2356	m/s
Número de Froude (F)	1.2926		Energía específica (E)	0.2016	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 39 AL PVS 26	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.009723704	m/m

Resultados:

Tirante normal (y)	0.1238	m	Perímetro mojado (p)	0.4185	m
Area hidráulica (A)	0.0275	m2	Radio hidráulico (R)	0.0657	m
Espejo de agua (T)	0.2954	m	Velocidad (v)	1.2356	m/s
Número de Froude (F)	1.2926		Energía específica (E)	0.2016	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 38 AL PVS 25	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	1.009366327	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1251	m	Perímetro mojado (p):	0.4211	m
Area hidráulica (A):	0.0279	m2	Radio hidráulico (R):	0.0662	m
Espejo de agua (T):	0.2958	m	Velocidad (v):	1.2188	m/s
Número de Froude (F):	1.2672		Energía específica (E):	0.2008	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 57 AL PVS 56	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	1.020482604	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1013	m	Perímetro mojado (p):	0.3720	m
Area hidráulica (A):	0.0210	m2	Radio hidráulico (R):	0.0564	m
Espejo de agua (T):	0.2837	m	Velocidad (v):	1.6196	m/s
Número de Froude (F):	1.9011		Energía específica (E):	0.2350	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 56 AL PVS 32	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.068	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.026150508	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1303	m	Perímetro mojado (p):	0.4479	m
Area hidráulica (A):	0.0310	m2	Radio hidráulico (R):	0.0711	m
Espejo de agua (T):	0.2991	m	Velocidad (v):	2.1351	m/s
Número de Froude (F):	2.0009		Energía específica (E):	0.3707	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 55 AL PVS 30	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.026150508	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.0950	m	Perímetro mojado (p):	0.3587	m
Area hidráulica (A):	0.0192	m2	Radio hidráulico (R):	0.0536	m
Espejo de agua (T):	0.2791	m	Velocidad (v):	1.7685	m/s
Número de Froude (F):	2.1514		Energía específica (E):	0.2544	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 54 AL PVS 29	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.60	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.001030302	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1683	m	Perímetro mojado (p):	0.6698	m
Area hidráulica (A):	0.0650	m2	Radio hidráulico (R):	0.0970	m
Espejo de agua (T):	0.5391	m	Velocidad (v):	0.5233	m/s
Número de Froude (F):	0.4813		Energía específica (E):	0.1823	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 53 AL PVS 28	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.60	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.001847362	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1454	m	Perímetro mojado (p):	0.6177	m
Area hidráulica (A):	0.0529	m2	Radio hidráulico (R):	0.0857	m
Espejo de agua (T):	0.5142	m	Velocidad (v):	0.6425	m/s
Número de Froude (F):	0.6395		Energía específica (E):	0.1665	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 52 AL PVS 27	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.007780886	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1317	m	Perímetro mojado (p):	0.4345	m
Área hidráulica (A):	0.0299	m2	Radio hidráulico (R):	0.0687	m
Espejo de agua (T):	0.2977	m	Velocidad (v):	1.1389	m/s
Número de Froude (F):	1.1484		Energía específica (E):	0.1978	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprima | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 51 AL PVS 26	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.006487488	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1386	m	Perímetro mojado (p):	0.4485	m
Área hidráulica (A):	0.0319	m2	Radio hidráulico (R):	0.0712	m
Espejo de agua (T):	0.2991	m	Velocidad (v):	1.0645	m/s
Número de Froude (F):	1.0401		Energía específica (E):	0.1964	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpia Pantalla | Imprima | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 50 AL PVS 25	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	1.009756098	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1237	m	Perímetro mojado (p):	0.4193	m	
Area hidráulica (A):	0.0275	m2	Radio hidráulico (R):	0.0657	m	
Espejo de agua (T):	0.2953	m	Velocidad (v):	1.2371	m/s	
Número de Froude (F):	1.2948		Energía específica (E):	0.2017	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercrítico					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 105 AL PVS 100	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	1.005167959	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1401	m	Perímetro mojado (p):	0.4674	m	
Area hidráulica (A):	0.0348	m2	Radio hidráulico (R):	0.0744	m	
Espejo de agua (T):	0.3000	m	Velocidad (v):	0.9780	m/s	
Número de Froude (F):	0.9173		Energía específica (E):	0.1968	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Subcrítico					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 103 AL PVS 98	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.010361997	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1216	m	Perímetro mojado (p):	0.4142	m
Area hidráulica (A):	0.0269	m2	Radio hidráulico (R):	0.0649	m
Espejo de agua (T):	0.2946	m	Velocidad (v):	1.2647	m/s
Número de Froude (F):	1.3367		Energía específica (E):	0.2032	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 102 AL PVS 97	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.009868421	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1233	m	Perímetro mojado (p):	0.4175	m
Area hidráulica (A):	0.0274	m2	Radio hidráulico (R):	0.0656	m
Espejo de agua (T):	0.2952	m	Velocidad (v):	1.2422	m/s
Número de Froude (F):	1.3027		Energía específica (E):	0.2019	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 104 AL PVS 99	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q)	0.034	m3/s
Diámetro (d)	0.30	m
Rugosidad (n)	0.013	
Pendiente (S)	0.012300123	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.1161	m	Perímetro mojado (p)	0.4026	m
Area hidráulica (A)	0.0253	m2	Radio hidráulico (R)	0.0627	m
Espejo de agua (T)	0.2922	m	Velocidad (v)	1.3464	m/s
Número de Froude (F)	1.4623		Energía específica (E)	0.2085	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Supercritico				

Calcula | Limpia Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 109 AL PVS 100	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q)	0.034	m3/s
Diámetro (d)	0.30	m
Rugosidad (n)	0.013	
Pendiente (S)	0.00504346	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.1491	m	Perímetro mojado (p)	0.4695	m
Area hidráulica (A)	0.0351	m2	Radio hidráulico (R)	0.0747	m
Espejo de agua (T)	0.3000	m	Velocidad (v)	0.9691	m/s
Número de Froude (F)	0.9040		Energía específica (E)	0.1570	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Subcritico				

Calcula | Limpia Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 108 AL PVS 99	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.00796307	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1308	m	Perímetro mojado (p):	0.4328	m
Área hidráulica (A):	0.0298	m2	Radio hidráulico (R):	0.0684	m
Espejo de agua (T):	0.2975	m	Velocidad (v):	1.1402	m/s
Número de Froude (F):	1.1621		Energía específica (E):	0.1980	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 107 AL PVS 98	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.00669879	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1374	m	Perímetro mojado (p):	0.4460	m
Área hidráulica (A):	0.0316	m2	Radio hidráulico (R):	0.0708	m
Espejo de agua (T):	0.2989	m	Velocidad (v):	1.0772	m/s
Número de Froude (F):	1.0584		Energía específica (E):	0.1965	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 115 AL PVS 112	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.60	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.004906995	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1141	m	Perímetro mojado (p):	0.5415	m
Area hidráulica (A):	0.0374	m2	Radio hidráulico (R):	0.0692	m
Espejo de agua (T):	0.4709	m	Velocidad (v):	0.9079	m/s
Número de Froude (F):	1.0279		Energía específica (E):	0.1561	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcula | Limpia Pantalla | Imprime | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 114 AL PVS 111	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.60	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.002129329	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1403	m	Perímetro mojado (p):	0.6058	m
Area hidráulica (A):	0.0503	m2	Radio hidráulico (R):	0.0831	m
Espejo de agua (T):	0.5000	m	Velocidad (v):	0.6757	m/s
Número de Froude (F):	0.6055		Energía específica (E):	0.1636	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calcula | Limpia Pantalla | Imprime | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 117 AL PVS 113	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.015564202	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.1090	m	Perímetro mojado (p)	0.3881	m
Area hidráulica (A)	0.0232	m2	Radio hidráulico (R)	0.0597	m
Espejo de agua (T)	0.2885	m	Velocidad (v)	1.4665	m/s
Número de Froude (F)	1.6519		Energía específica (E)	0.2196	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpia Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 116 AL PVS 112	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.102	m3/s
Diámetro (d):	0.60	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.005945669	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.1891	m	Perímetro mojado (p)	0.7154	m
Area hidráulica (A)	0.0764	m2	Radio hidráulico (R)	0.1068	m
Espejo de agua (T)	0.5575	m	Velocidad (v)	1.3351	m/s
Número de Froude (F)	1.1516		Energía específica (E)	0.2800	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritic				

Calcular | Limpia Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 119 AL PVS 118	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.021053713	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1006	m	Perímetro mojado (p):	0.3705	m
Área hidráulica (A):	0.0208	m2	Radio hidráulico (R):	0.0561	m
Espejo de agua (T):	0.2032	m	Velocidad (v):	1.6357	m/s
Número de Froude (F):	1.9279		Energía específica (E):	0.2369	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 120 AL PVS 118	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.015578586	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1089	m	Perímetro mojado (p):	0.3880	m
Área hidráulica (A):	0.0232	m2	Radio hidráulico (R):	0.0597	m
Espejo de agua (T):	0.2885	m	Velocidad (v):	1.4670	m/s
Número de Froude (F):	1.6527		Energía específica (E):	0.2186	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 118 AL PVS 116	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.102	m3/s
Diámetro (d):	0.60	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.008809691	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1709	m	Perímetro mojado (p):	0.6755	m
Área hidráulica (A):	0.0664	m2	Radio hidráulico (R):	0.0982	m
Espejo de agua (T):	0.5416	m	Velocidad (v):	1.5371	m/s
Número de Froude (F):	1.4021		Energía específica (E):	0.2913	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 127 AL PVS 123	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.02991593	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.0918	m	Perímetro mojado (p):	0.3516	m
Área hidráulica (A):	0.0183	m2	Radio hidráulico (R):	0.0521	m
Espejo de agua (T):	0.2765	m	Velocidad (v):	1.8560	m/s
Número de Froude (F):	2.3020		Energía específica (E):	0.2673	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 126 AL PVS 122	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q)	0.034	m3/s
Diámetro (d)	0.30	m
Rugosidad (n)	0.013	
Pendiente (S)	1.028893418	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.0926	m	Perímetro mojado (p)	0.3534	m	
Área hidráulica (A)	0.0185	m2	Radio hidráulico (R)	0.0525	m	
Espejo de agua (T)	0.2772	m	Velocidad (v)	1.8330	m/s	
Número de Froude (F)	2.2622		Energía específica (E)	0.2630	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercrítico					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 131 AL PVS 128	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q)	0.034	m3/s
Diámetro (d)	0.30	m
Rugosidad (n)	0.013	
Pendiente (S)	1.017387829	m/m



Resultados:

Tirante normal (y)	0.1058	m	Perímetro mojado (p)	0.3815	m	
Área hidráulica (A)	0.0223	m2	Radio hidráulico (R)	0.0584	m	
Espejo de agua (T)	0.2867	m	Velocidad (v)	1.5266	m/s	
Número de Froude (F)	1.7486		Energía específica (E)	0.2246	m-Kg/Kg	
Tipo de flujo:	Supercrítico					

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 132 AL PVS 129	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.01626692	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1077	m	Perímetro mojado (p):	0.3854	m
Área hidráulica (A):	0.0228	m2	Radio hidráulico (R):	0.0592	m
Espejo de agua (T):	0.2070	m	Velocidad (v):	1.4902	m/s
Número de Froude (F):	1.6090		Energía específica (E):	0.2209	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 140 AL PVS 137	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.007848267	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1314	m	Perímetro mojado (p):	0.4339	m
Área hidráulica (A):	0.0298	m2	Radio hidráulico (R):	0.0686	m
Espejo de agua (T):	0.2977	m	Velocidad (v):	1.1421	m/s
Número de Froude (F):	1.1531		Energía específica (E):	0.1979	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 139 AL PVS 136	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.010197578	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1222	m	Perímetro mojado (p):	0.4152	m
Área hidráulica (A):	0.0270	m2	Radio hidráulico (R):	0.0651	m
Espejo de agua (T):	0.2948	m	Velocidad (v):	1.2573	m/s
Número de Froude (F):	1.3254		Energía específica (E):	0.2027	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar:	San Juan de Limay	Proyecto:	Estudio de Factibilidad
Tramo:	PVS 138 AL PVS 135	Revestimiento:	Concreto

Datos:

Caudal (Q):	0.034	m3/s
Diámetro (d):	0.30	m
Rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.013310868	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.1136	m	Perímetro mojado (p):	0.3978	m
Área hidráulica (A):	0.0245	m2	Radio hidráulico (R):	0.0617	m
Espejo de agua (T):	0.2910	m	Velocidad (v):	1.3856	m/s
Número de Froude (F):	1.5236		Energía específica (E):	0.2115	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercritico				

Calcular | Limpiar Pantalla | Imprimir | Menú Principal | Calculadora