Universidad Nacional de Ingeniería

Área de Conocimiento de Arquitectura y Construcción

Estudio de Pre-Factibilidad para el Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la "Universidad Internacional Antonio de Valdivieso UNIAV, Rivas"

Proyecto de graduación para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. Joseline Nayelis Urbina Sirias
Carnet: 2014 - 0167J

Br. Milton Josué Cruz Hernández
Carnet: 2014 - 0812U

Br. Pablo Tomas Morales Peña
Carnet: 20i7-22345

Tutor:

MSc. Ing. Darwing Gustavo Centeno Arauz

Managua, 10 de abril de 2026

MSc. Arq. Marcela Carolina Galán Gaitán
Directora Área de Conocimiento de Arquitectura y Construcción
Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)
Su despacho

Estimada Maestra Galán, reciba un cordial saludo, deseándole éxitos en sus labores.

El motivo de la presente es para informarle que los bachilleres: **Joseline Nayelis Urbina Sirias, Milton Josué Cruz Hernández y Pablo Tomas Morales Peña**, han desarrollado bajo mi tutoría el Taller de graduación titulado: **"Estudio de Pre-Factibilidad Para el Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso UNIAV, Rivas."**, en el marco de la Estrategia de Culminación de Estudios 2025 (Plan Remedial).

Habiendo realizado una revisión detallada del documento final, y verificando el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados, considero que reúne los requisitos necesarios para someterse a defensa ante el tribunal examinador que esa dirección designe.

Sin nada más a que hacer referencia, me suscribo.

Cordialmente,

MSc. Ing. Darwing Gustavo Centeno Arauz
Docente Titular del de Ingeniería Civil
Tutor

Área de Conocimiento
Arquitectura y Construcción

Managua, Nicaragua, martes 16 de diciembre de 2025
REF/CULM.EST/TFCE/CIV/075-2025

Joseline Nayelis Urbina Sirias
Milton Josué Cruz Hernández
Pablo Tomas Morales Peña
Sus manos. –

Estimado (s) Bachiller (es), reciba (n) cordiales saludos.

En el marco de la ***Estrategia de Culminación de Estudios 2025 (Plan Remedial)*** se le(s) comunica que el Tema y objetivos de **Proyecto de Graduación** titulado **"ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL ANTONIO DE VALDIVIESO UNIAV, RIVAS".** Ha sido aprobado y se le ha asignado como Tutor(a) al (a la) **MSc. Darwing Gustavo Centeno Arauz**

La ejecución, entrega y defensa del **Proyecto de Graduación** tendrá una duración máxima de 05 meses, a partir de la fecha de aprobación de la Dirección, siendo el periodo establecido del **01 de diciembre del 2025 al 30 de abril del 2026.**

Por lo tanto, ud (s) deberá(n) cumplir en el periodo mencionado con lo siguiente:

a) Desarrollar el Cronograma de Ejecución y realizar las actividades en correspondencia con el mismo, en el cual se tienen que programar los periodos de encuentros con el tutor, pre defensa y defensa.

b) Presentar al tutor ***semanalmente*** los avances obtenidos en el proceso de ejecución conforme el cronograma.
c) Cumplir con al menos el 90% de asistencia en los encuentros programados con el tutor asignado.
d) Realizar al menos una pre defensa del Trabajo Monográfico en versión borrador, según el cronograma establecido en el marco de la ***Estrategia de Culminación de Estudios 2025 (Plan Remedial)***, con el objetivo de garantizar en todos los aspectos el éxito de la defensa.

Igualmente, se le(s) recuerda que no hay prórroga para el cumplimiento de este proceso y que a través de la firma de la carta compromiso reconoce que esta es la última oportunidad para realizar la culminación de estudios.

Sin más a que hacer referencia y deseándole éxito en su **Proyecto de Graduación** para optar al título de **Ingeniero Civil**, se despide.

Atentamente,

Ma. Marcela Carolina Galán Gaitán
Directora

CC. Expediente Culminación de Estudios

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1
2. ANTECEDENTES 2
2.1 Módulo Cárnico, PROCAR: 2
2.2 Módulo de Cocina 3
2.3 Módulo Bovino 3
3. MARCO LEGAL 4
3.1 Marco Jurídico Principal 4
3.2 Normas Técnicas Obligatorias (NTON) 4
3. 3 Regulaciones sobre Vertidos y Calidad 5
3.4. Instituciones Competentes 5
4. OBJETIVOS 6
4.1 Objetivo General 6
4.2 Objetivos Específicos 6
5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 7
6. FUNDAMENTOS TÉCNICOS 8
6.1 Fase de evaluación 8
6.2 Evaluación financiera 8
6.2.1 Evaluación socio-económica 10
6.3 Aspectos Ambientales del proyecto 13
7. METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN 15
7.1 Métodos de tratamiento de las aguas residuales 15
7.2. Tipos de tratamientos 16
7.2.1 Tratamientos preliminares 17
7.2.2 Tratamientos primarios 17
7.2.3 Tratamientos secundarios o biológicos 18
7.2.4 Sistemas de tratamiento convencionales 18
7.2.5 Sistemas de tratamiento no convencional 19

7.3 Análisis de la demanda 20
7.4 Propuesta de Diseño de sistema de tratamiento de aguas residuales 21
7.4.1 Justificación de los elementos que componen el sistema 22
7.5. Criterios De Diseño 27
7.6. Cálculos Realizados 28
7.6.1. Rejas 29
7.6.2 Canal Parshall 31
7.6.3 Fosa Séptica 32
Dimensiones 33
Aberturas de pasada entre cámaras 33
7.6.4 Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente FAFA 34
7.6.5 Biofiltro o Humedal Artificial 35
7.6.6 Pozos de Infiltración 37
Dimensiones del pozo 38
7.7 Indicación del tamaño actual y futuro 39
7.7.1 Demanda 39
7.7.2 Presupuesto 40
7.7.3 Financiamiento 45
7.7.4 Evaluación Financiera 45
7.7.5 Flujo neto de efectivo. 55
7.8 Diagnostico Ambiental 62
7.8.2 Análisis de Riesgo 65
7.8.3 Clasificación de las Amenazas según INETER 66
7.8.4 Amenazas del Sitio del Proyecto 67
7.8.5 Pronóstico de la Situación Ambiental al Implementar el Proyecto 78

7.8.6 Pronóstico en la Etapa de Construcción del Proyecto 81

7.8.7 Pronóstico en la Etapa de Funcionamiento del Proyecto 83

7.8.8 pronóstico en la Etapa de Abandono del Proyecto 83

7.8.9 Plan de Medidas Ambientales 84

8. RESULTADOS 91

8.1 Valor actual neto 91

8.2 Tasa interna de retorno 91

8.3 Relación Beneficio-costo 92

8.4 Evaluando factores de sostenibilidad ambiental expresamos lo siguiente: 92

9. CONCLUSIONES 93

10. RECOMENDACIONES 94

11. REFERENCIAS 95

12. ANEXOS 96

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Unidades de tratamientos de aguas residuales 16
Tabla 2 Rendimiento de los diferentes procesos de tratamientos de aguas 19
Tabla 3 Caudal de Diseño 21
Tabla 4 Dimensiones de Fosa séptica 23
Tabla 5 Las dimensiones del FAFA 24
Tabla 6 Análisis Hidráulico de la Red Exterior 28
Tabla 7 Geometría de las rejas 29
Tabla 8 muestra un resumen de los cálculos realizados para comprobar las pérdidas del paso por las rejillas 30
Tabla 9 perdidas por el paso de la rejilla 31
Tabla 10 Selección de Canal Parshall 32
Tabla 11 Criterios de Diseño Fosa Séptica 33
Tabla 12 Criterios de Diseño FAFA 34
Tabla 13 Criterios considerados para el dimensionamiento de Biofiltros 35
Tabla 14 dimensiones de Pozo de Infiltración 38
Tabla 15 Presupuesto de las actividades de ejecución del proyecto 40
Tabla 16 Pagos por evacuación de aguas residuales 45
Tabla 17 Flujo de ingresos para 10 años 46
Tabla 18 Costo de construcción de fosas, precio incluye impuesto 47
19 Costo de Operación 48
Tabla 20 salario de trabajador según ley del Ministerio del Trabajo (MITRAB) 49
Tabla 21 Flujos de costos de operación y mantenimiento 49
Tabla 22 Gastos administrativos 50
Tabla 23 Equipos de protección personal 50
Tabla 24 Flujo de gastos administrativos 51
Tabla 25 Mobiliario y Equipos de oficina. 52
Tabla 26 Vida útil de equipos, mobiliarios y obras civiles. 52
Tabla 27 Calendario de Inversiones Fijas 53

Tabla 28 Depreciación equipo de computación 53
Tabla 29 Depreciación método de la línea recta mobiliario 53
Tabla 30 Depreciación método de la línea recta obras civiles 53
Tabla 31 Activos diferidos 54
Tabla 32 Calendario de amortización de activos diferidos 54
Tabla 33 Flujo de caja 56
Tabla 34 Factores de Conversión 57
Tabla 35 Materiales o equipos transables y no transables 58
Tabla 36 costo de materiales sin (Impuesto al Valor Agregado: IVA). 59
Tabla 37 Mano de obra Calificada 60
Tabla 38 Mano de obra no calificada 60
Tabla 39 Gastos de Operación y Mantenimiento 60
Tabla 40 Gastos de Operación y Mantenimiento sin impuesto 15% (I.V.A) 61
Tabla 41 Gastos Administrativos 61
Tabla 42 Gastos Administrativos sin impuestos 61
Tabla 43 Escala de Clasificación de Amenazas 66
Tabla 44 Priorización de Municipios por Amenazas Naturales 72
Tabla 45 variables 76
Tabla 46 Histograma de Emplazamiento PTAR UNIAV 77
Tabla 47 Factores y acciones durante la construcción, operación y abandono del proyecto 80
Tabla 48 Efectos en la construcción del proyecto 81
Tabla 49 Posibles Efectos Ambientales. Etapa de Operación y Mantenimiento 83
Tabla 50 Posibles Efectos Ambientales. Etapa de Abandono del Proyecto 84
Tabla 51 Plan de Medidas Ambientales 84

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Esquema de Trampa de grasas doble cámara 22
Ilustración 2 Esquema de Fosa Séptica con Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente 24
Ilustración 3 Esquema de Biofiltro o Humedal de Flujo Horizontal 26
Ilustración 4 Referencia Biofiltro 37
Ilustración 5 Ponderación de Amenazas Naturales 67
Ilustración 6 Amenazas por huracanes 68
Ilustración 7 Mapa de Amenazas por Inundaciones 68
Ilustración 8 Mapa por amenazas de volcanes 69
Ilustración 9 Mapa de Amenazas por Deslizamientos 69
Ilustración 10 Mapa por amenazas de sismos 70
Ilustración 11 Mapa de Amenaza por Sequía 71
Ilustración 12 Mapa de Amenazas por Tsunamis 71
Ilustración 13 Características de los Posibles Impactos del Proyecto 79

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV), con sede en el departamento de Rivas, se ha consolidado desde su fundación en 1951 como una institución referente en la formación agropecuaria a nivel regional. Su modelo educativo, que integra la teoría con la práctica productiva en la Finca Guadalupe, permite a la institución contribuir a la seguridad alimentaria y al desarrollo técnico del país.

La universidad Internacional Antonio de Valdivieso realiza a actividades de procesamiento agroindustrial como la matanza de aves, porcinos y bovinos ha generado un volumen de residuos líquidos que hoy representa un desafío crítico para la infraestructura institucional. En la actualidad, el manejo de las aguas residuales en el campus se realiza mediante métodos empíricos y fosas de almacenamiento que no cumplen con los estándares técnicos nacionales. Esta situación no solo contraviene las normativas ambientales vigentes, sino que también provoca condiciones higiénico-sanitarias que ponen en peligro la salud del estudiantado, los trabajadores y la población vecina; así como afectaciones a la biodiversidad del área y el medio ambiente que lo rodea.

El estudio de pre factibilidad para el diseño una planta de tratamientos de aguas residuales considera la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso, a partir de los antecedentes de no contar con una planta de tratamiento de aguas residuales y utilizan métodos inadecuados que no cumplen con las normas técnicas para el tratamiento y vertido de las aguas producidas en dicha universidad.

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales, son infraestructuras diseñadas para eliminar los contaminantes del agua que ha sido utilizada por seres humanos, ya sea en hogares (aguas grises y negras) o en procesos industriales. Con el fin de que puedan ser devueltas de forma segura a nuestro medio ambiente, los tipos de tratamiento se determinan en dependencia del nivel de contaminación y de las características de las aguas residuales, pueden ser: Tratamientos Preliminares, Primarios, Secundarios y Terciarios.

2. ANTECEDENTES

La Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV) en Rivas, Nicaragua, se ha destacado históricamente por su enfoque en la sostenibilidad y la agroecología. Sus sistemas de tratamiento de aguas no son solo infraestructuras de saneamiento, sino que forman parte de un modelo educativo y productivo.

La universidad nació con una fuerte vocación hacia el sector agropecuario. Los antecedentes de sus sistemas de tratamiento están ligados a la necesidad de gestionar los desechos de sus granjas experimentales y de la población universitaria, buscando siempre el aprovechamiento de recursos en lugar de simplemente "desechar".

Con el pasar de los años se construyeron los primeros módulos para contar con los medios básicos y necesarios para realizar las prácticas e investigaciones de las diferentes clases de las carreras técnicas y universitarias que se ofertan en la UNIAV.

2.1 Módulo Cárnico, PROCAR:

Las aguas residuales producidas en este módulo se captan en una fosa, construida con material filtrante (grava), pero al colmatarse, se decidió retirar y funciona actualmente como fosa de captación y se encuentra conectada al sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Rivas, lo que provoca la disposición de aguas servidas con altas cargas orgánicas sin tratamiento ni permiso de descarga, Cabe destacar que dicha fosa de captación tiene tapa en mal estado lo que permite el ingreso de aguas pluviales aportando a la saturación de las tuberías de conducción del alcantarillado sanitario.

2.2 Módulo de Cocina

En el módulo de cocina, las tuberías de conducción de aguas residuales del área se encuentran separadas de las del comedor, se almacenan en una fosa de aproximadamente 2 m^3 y no cuenta con trampa de grasa en el área provocando que la fosa de almacenamiento reduzca la capacidad de almacenamiento al crearse una capa sólida en las paredes y el fondo y favoreciendo la retención de sólidos en la misma.

La fosa de captación del agua de cocina presenta rebose de aguas residuales a través de una tubería respiradero, siendo depositada en un área verde ubicada cerca de las instalaciones de la cocina

2.3 Módulo Bovino

El establo de ordeño cuenta con una fosa de almacenamiento de las aguas de limpieza, la cual no se encuentra tapada, por lo que el aporte de aguas pluviales provoca que se tenga que drenar con mayor frecuencia, cuando ésta se encuentra a máxima capacidad.

las rejillas se encuentran en mal estado permitiendo que los sólidos sean arrastrados hacia la fosa de almacenamiento de aguas residuales, provocando que se rebase y las aguas sean depositadas en las áreas verdes que se ubican alrededor de las instalaciones de dicho modulo, anteriormente se contaba con un sistema recolector de gases; pero actualmente no se encuentra en funcionamiento, debido a que esta colmatado de sólidos.

El establo para terneros cuenta con una fosa de captación de aguas residuales de aproximadamente 7m^3 y no se encuentra conectada a ninguna unidad. Cuenta con un canal y una pequeña rejilla que permite el paso de sólidos, la limpieza de esta fosa se realiza por medio de una cisterna cuando se encuentra a máxima capacidad.

3. MARCO LEGAL

La implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en territorio nicaragüense se rige por un marco normativo integral. Este comprende leyes y normas técnicas nacionales que supervisan el ciclo completo del proyecto, incluyendo la localización, el diseño y los límites máximos permisibles de vertido.

3.1 Marco Jurídico Principal

Ley N°. 620, Ley General de Aguas Nacionales: Es la norma matriz que regula la gestión, conservación y uso sostenible de los recursos hídricos. Establece la obligatoriedad de obtener **permisos de vertido** para descargar efluentes tratados en cuerpos receptores.

Ley N°. 217, Ley General del Medio Ambiente: Define las responsabilidades de control de calidad del agua y exige que los proyectos de saneamiento cuenten con una **Evaluación de Impacto Ambiental** previa a su ejecución.

3.2 Normas Técnicas Obligatorias (NTON)

Estas normas dictan los estándares específicos de ingeniería y ubicación:

NTON 05 027-05: Regula los sistemas de tratamiento de aguas residuales (STAR) y su reúso.

Entre sus requisitos clave están:

La ubicación debe respetar los planes de desarrollo urbano municipal. Distancia mínima de **1,000 metros** de radio respecto a pozos de abastecimiento público.

Instalación a **sotavento** de zonas habitadas para evitar que el aire transporte olores hacia las personas.

NTON 05 010-98: Establece criterios para el diseño de sistemas domésticos y particulares de tratamiento.

3. 3 Regulaciones sobre Vertidos y Calidad

Decreto Ejecutivo N°. 21-2017: Define los límites máximos permisibles de contaminantes (como DBO5 y DQO) para las descargas de aguas residuales domésticas e industriales.

Prohibición de dilución: Prohíbe mezclar aguas residuales con agua limpia o pluvial para "bajar" artificialmente la concentración de contaminantes.

Monitoreo: Exige planes de monitoreo periódicos realizados por laboratorios acreditados.

3.4. Instituciones Competentes

Autoridad Nacional del Agua (ANA): Responsable de otorgar las concesiones de uso de agua y los permisos de vertido de efluentes tratados.

Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA): Emite el permiso o licencia ambiental tras evaluar el impacto del proyecto.

ENACAL: En proyectos habitacionales o industriales que deseen conectarse a la red pública, supervisa la factibilidad técnica y la aprobación del diseño de la obra.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Realizar un estudio de prefactibilidad para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales en UNIAV, Rivas

4.2 Objetivos Específicos

1. Analizar la demanda de las aguas producidas en la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso UNIAV, Rivas.

2. Diseñar propuesta técnica de la planta de tratamiento de aguas servidas en la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso UNIAV, Rivas.

3. Evaluar el costo de la inversión para la viabilidad y funcionalidad de la planta de tratamiento.

4. Evaluar factores de sostenibilidad ambiental en la mejora de las aguas residuales a partir del diseño de la planta de tratamiento.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La instalación de unidades de tratamiento de aguas residuales en la UNIAV podrá contribuir al buen manejo de los desechos sólidos y líquidos producidos en los módulos Bovino, Cocina y PROCAR, producto de las practicas realizadas en las diferentes actividades académicas y administrativas de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso mediante la construcción y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales; por lo cual es de suma importancia para la universidad, sus alrededores y la ciudad.

Este proyecto tiene como finalidad brindar las mejores condiciones para el tratamiento de los desechos líquidos emitidos por la UNIAV, así como desarrollar los servicios y procesos productivos que el centro de estudios provee a la comunidad universitaria y la ciudad de RIVAS. La instalación de esta planta, se orienta en proteger la integridad física de sus estudiantes, así como el patrimonio educacional conforme sus prácticas profesionales mediante la realización de los procesos productivos que desarrolla la universidad obteniendo así, instalaciones físicas modernas que cumplan con los estándares de funcionabilidad, operatividad, eficacia y seguridad.

El proyecto se emplazará en la Finca Guadalupe, propiedad de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso, en el Departamento de Rivas, la cual está ubicada a 113 Km al sureste de Managua, ciudad capital. La ciudad de Rivas, se encuentra asentada en el centro del Istmo de Rivas, hecho que le facilita el acceso a las costas y puertos del Lago de Nicaragua y del Océano Pacífico. La Universidad Internacional Antonio de Valdivieso está ubicada de la Policía Nacional 3 cuadras al oeste.

El elemento clave de la instalación de la planta de tratamiento, estará reflejado en el fortalecimiento de la infraestructura sanitaria para cada una de las unidades tratamiento, así como el aumento sustancial de las capacidades laborales de los servicios a la población universitaria de la UNIAV mediante la realización de prácticas profesionales y procesos productivos que realiza la universidad.

6. FUNDAMENTOS TÉCNICOS

Las opciones tecnológicas para saneamiento de agua están condicionadas por el tamaño y dispersión de la población, por su ubicación geográfica, topografía del terreno y condiciones climáticas, manto freático, permeabilidad del terreno etc. Estas condiciones determinarán que la opción tecnológica sea "convencional " o "no Convencional".

Dentro de los criterios de diseño a utilizar para la recolección y saneamiento del agua será tomado de las Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamientos de aguas residuales (INAA), ente normado del sector, que propone rangos basados en investigaciones realizadas y en la práctica de otros países.

6.1 Fase de evaluación

"El proceso de evaluación consiste en emitir un juicio sobre la bondad o conveniencia de una proposición; para ello es necesario definir previamente los Objetivos perseguidos. (Fontaine E, 1999).

Los estudios a desarrollarse persiguen dentro de sus objetivos evaluar el proyecto en términos socioeconómicos, financieros y ambientales.

6.2 Evaluación financiera

La evaluación financiera de proyectos "es una especialidad interdisciplinaria que utiliza conceptos de la economía y de las finanzas. Está orientada a determinar la conveniencia de emprender una inversión, de cualquier tipo que sea, desde el punto de vista del inversor o accionista. La metodología habitual para realizar esta evaluación es el análisis costo-beneficio. Este consiste en comparar, mediante determinadas técnicas, los costos e inversiones que demandará el proyecto con los beneficios que generará." (Ortegón, E., Pacheco, J. F., & Roura, H. 2005)

La evaluación privada es así una técnica prospectiva: implica un intento de controlar el futuro. Como es de suponer, sus conclusiones son conjeturales, es decir, sujetas a la ocurrencia de determinados supuestos. Pero esto no significa que sean arbitrarias; por el contrario, el esfuerzo se hace para tener una conjetura fundada que pueda acotar las visiones excesivamente subjetivas del futuro.

En la pre inversión, que es la etapa que nos ocupa, el objetivo es llegar a un juicio fundado sobre el comportamiento previsto del proyecto. Para ello, es preciso hacer una correcta identificación del mismo, y analizar los diferentes aspectos involucrados. El instrumento utilizado es el flujo de fondos del proyecto el cual es un ordenamiento en el tiempo de los ingresos, egresos periódicos e inversiones que el proyecto generará.

Una de las variables que más influyen en el resultado de la evaluación de un proyecto es la tasa de descuento empleada en la actualización de sus flujos de caja. Aun cuando

todas las variables restantes se hayan proyectado en forma adecuada, la utilización de una tasa de descuento inapropiada puede inducir un resultado errado en la evaluación. La tasa de descuento se define "como el precio que se debe pagar por los fondos requeridos para financiar la inversión, al mismo tiempo que representa una medida de la rentabilidad mínima que se exigirá al proyecto de acuerdo con su riesgo." (Sapag, N., Sapag, R. 2008)

Los criterios de evaluación son instrumentos que permiten al inversionista determinar si del flujo de caja proyectada se obtendrá la rentabilidad deseada, además de recuperar la inversión. Los métodos más comunes corresponden a los denominados valor actual neto, más conocido como VAN, la tasa interna de retorno, o TIR.

El valor actual neto "es el método más conocido, mejor y más generalmente aceptado por los evaluadores de proyectos. Mide la rentabilidad del proyecto en valores monetarios que exceden a la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión. Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja

proyectados a partir del primer período de operación y le resta la inversión total expresada en el momento cero.″ (Sapag, N.C 2001)

La forma de interpretar el VAN es que, si el resultado es mayor que cero, mostrará cuánto se gana con el proyecto, después de recuperar la inversión, por sobre la tasa de descuento que se exija al proyecto; si el resultado es igual a cero, indica que el proyecto reporta exactamente la tasa de descuento que se quiere obtener después de recuperar el capital invertido y, si el resultado es negativo, muestra el monto que falta para ganar la tasa que se deseaba obtener después de recuperada la inversión.

Otro criterio de evaluación es el de ″la tasa interna de retorno (TIR) que evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual.″ (Sapag, N., Sapag, R. 2008)

La TIR indica su aceptación cuando la tasa interna de retorno r es mayor o igual a la tasa utilizada como tasa de descuento.

Un aspecto importante para la evaluación financiera es determinar los ingresos que mantendrán en operación al proyecto en este caso es la fijación de tarifa que pagaran los usuarios.

6.2.1 Evaluación socio-económica

Los proyectos de inversión generan múltiples efectos. La evaluación privada capta aquellos relevantes desde el punto de vista del inversor o accionista. Sin embargo, hay efectos que superan ese enfoque, y que siendo irrelevantes para el inversor no lo son para otros involucrados o para la sociedad en su conjunto.

La disciplina que intenta medir y evaluar el conjunto total de efectos es la evaluación social de proyectos. ″Esta consiste en analizar el proyecto con la metodología habitual del análisis costo-beneficio, pero ampliando el enfoque de manera que no se circunscriba al impulsor directo del proyecto. Esta ampliación en

la forma en que miramos el proyecto corrige los precios, de forma tal de captar el valor que la sociedad otorga a los bienes y servicios que entregará o demandará el proyecto, si el mismo fuera diferente del valor que se establece en los mercados privados.″ (Ortegón, E., Pacheco, J. F., & Roura, H. 2005)

En consecuencia, la evaluación social es tanto una evaluación más amplia como una más económica que la privada. De hecho, la evaluación social es también llamada evaluación económica de proyectos. Allí donde la óptica privada prioriza los aspectos financieros, la evaluación social se focaliza en los efectos económicos, entendidos éstos como aquellos que afectan la distribución de recursos y la generación de riqueza de la sociedad, sin importar si generan un flujo de fondos o quiénes generan o reciben esos fondos.

La evaluación social incluye efectos que la evaluación privada no considera, por no ser relevantes para el inversor privado. Los efectos que sí son comunes son los siguientes:

Efectos directos: son los que el proyecto genera sobre la función objetivo, de manera directa, es decir, en el mercado de los bienes que el proyecto produce o en el de los insumos que demanda.

Efectos indirectos: los que se generan en el mercado de bienes o insumos sustitutos o complementarios de los que el proyecto produce o demanda, y también aquellos que afectan de manera indirecta la función objetivo.

Pero la evaluación social también toma en cuenta otros efectos:

Secundarios: son aquellos efectos generados por el proyecto en el mercado de los demandantes del bien o servicio que el proyecto produce, y en el mercado de insumos de los insumos que el proyecto demanda.

Externalidades: son aquellos efectos que impactan fuera del ámbito del proyecto (entendido en sentido lato), pero dentro de la sociedad que lo evalúa.

Redistributivos: son las transferencias de ingreso que el proyecto genera. Éstas no deben considerarse para evaluar la conveniencia del proyecto, pero sí son relevantes a la hora de establecer su sostenibilidad en el tiempo y la equidad del mismo.

Intangibles: son aquellos efectos que, por su naturaleza, pueden identificarse, pero difícilmente medirse o valorarse. Si bien lo correcto sería intentar su valoración, en caso de que la misma fuera efectivamente difícil o costosa, quedan al menos identificados para que sean considerados por quienes deben tomar la decisión de hacer o no el proyecto.

El concepto básico de los precios sociales es que los mercados de bienes e insumos afectados por el proyecto normalmente están afectados por distorsiones. Estas son imperfecciones o fallas de mercado, que alejan a los mercados reales de los principios de competencia perfecta. Por lo tanto, las señales que los mercados reales envían (los precios) y la asignación de recursos derivada de esas señales muy probablemente serán diferentes a las que la sociedad haría en condiciones perfectamente competitivas.

Al seguir los precios de mercado puede alejarnos del óptimo social, en el estudio de un proyecto debemos considerar esas distorsiones como dadas, y corregir los precios para llegar al "verdadero" valor social de los recursos.

Al igual que en la evaluación financiera es necesario conocer una tasa de descuento para determinar los indicadores financieros, en la evaluación social también es indispensable conocer una tasa social de descuento que mide la tasa a la cual una sociedad está dispuesta a cambiar consumo presente por consumo futuro o, dicho de otra manera, el patrón de consumo ahorro de una sociedad en cada momento; lo cual no es otra cosa que el valor tiempo que le asigna la sociedad a la postergación.

Esta es la razón por el cual toma relevancia la tasa social en la evaluación de proyectos del sector público, sobre todo cuando se están evaluando proyectos cuyos beneficios afectan a toda la sociedad, como es el caso de proyectos generadores de bienes públicos, y cuando los proyectos arrojan resultados que se extienden por muchos períodos y, por tanto, afectan a más de una generación.

6.3 Aspectos Ambientales del proyecto

La diagnosis Ambiental tiene como objetivo el conocimiento de la situación actual de los factores ambientales, socioeconómicos y organizativos del área de estudio.

Debido a la importancia del cuido y conservación de nuestra madre tierra, en el estudio, también es necesario un análisis para garantizar la incorporación de todos los estándares ambientales nacionales aplicables al ámbito de la infraestructura social de proyectos de interés público o municipal; y para mantener un medio ambiente idóneo que preste las mejores condiciones para los habitantes, ya que en el desarrollo interviene la mano del hombre y no puede verse desligado de las incidencias que este pueda realizar al medio ambiente, por esta razón deberán atenderse las actividades necesarias para mitigar los posibles daños que genere el desarrollo del proyecto.

El Decreto 76-2006, establece 3 categorías ambientales que rigen el sistema de evaluación ambiental en el país, de acuerdo con las incidencias que tienen los proyectos.

Categoría Ambiental I: proyectos, obras, actividades e industrias que son considerados como proyectos especiales. Tales como proyectos de infraestructura de transporte vial de trascendencia nacional, binacional o regional o que atraviesan varias zonas ecológicas del país, entre los que se incluyen: Vías férreas, Viaductos, Carreteras y Autopistas canales y dragados de los mismos.

Categoría Ambiental II: Proyectos, obras, actividades e industrias, que, en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de alto impacto ambiental potencial. Tales como proyectos de exploración y explotación de minería no metálica con un volumen de extracción superior a cuarenta mil kilogramos por día (40 000 kg/día). La explotación minera no metálica no es permitida en las Áreas comprendidas dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

Categoría Ambiental III: Proyectos, obras, actividades e industrias, que, en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de moderado impacto ambiental potencial.

Los proyectos considerados en la Categoría Ambiental III son proyectos que pueden causar impactos ambientales moderados, aunque pueden generar efectos acumulativos por lo que quedarán sujetos a una valoración Ambiental, como condición para otorgar la autorización ambiental correspondiente. El proceso de valoración ambiental y emisión de la autorización ambiental quedarán a cargo de las delegaciones territoriales del MARENA o consejos regionales en el ámbito de su territorio.

Proyecto de bajo impacto ambiental. Los proyectos no considerados en las categorías I, II y III son proyectos que pueden causar bajos impactos ambientales potenciales, por lo que no están sujetos a un estudio de impacto ambiental. De conformidad con el artículo 25 de la Ley No. 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, los proponentes deberán presentar el formulario ambiental ante la autoridad municipal correspondiente para la tramitación de la solicitud de su permiso, según los procedimientos establecidos.

7. METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

El desarrollo metodológico de este estudio de prefactibilidad se fundamenta en los principios de la ingeniería sanitaria para la depuración de efluentes. Una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se concibe como un conjunto de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos diseñados para remover contaminantes del agua antes de su disposición final o reúso.

Para este diseño, se han considerado los diferentes niveles de tratamiento que permiten alcanzar los estándares de calidad exigidos por la normativa nacional

7.1 Métodos de tratamiento de las aguas residuales

Las aguas residuales pueden eliminarse por métodos Físicos, Químicos y Biológicos. Los métodos individuales se describen por Operaciones Físicas Unitarias, Procesos Químicos Unitarios y Procesos Biológicos Unitarios.

En las operaciones físicas, prevalece la aplicación de las fuerzas físicas, entre estas operaciones se pueden emplear rejas, mezclado, floculación, sedimentación, flotación y filtración.

En los procesos químicos: se produce la eliminación de contaminantes, esto es Provocado por la adición de compuestos químicos o por otras reacciones químicas como, la precipitación, transferencia de gases, adsorción y la desinfección.

Los procesos biológicos son métodos de tratamiento en los cuales se logra la eliminación de contaminantes por medio de la actividad biológica. El tratamiento biológico se emplea particularmente para eliminar las sustancias orgánicas biodegradables (coloidales o disueltas) presentes en el agua residual, convirtiéndose éstas en gases que pueden escapar a la atmósfera y en tejido celular biológico que puede eliminarse por sedimentación. Dependiendo del tipo de bacterias puede ser un proceso aeróbico, anaerobio o facultativo.

7.2. Tipos de tratamientos

Los tipos de tratamiento se determinan en dependencia del nivel de aplicación del Tratamiento y de las características de las aguas residuales, pueden ser: Tratamientos Preliminares, Primarios, Secundarios y Terciarios. Las unidades más importantes de cada uno se presentan en el Tabla 1

Tabla 1: Unidades de tratamientos de aguas residuales

Tratamiento Preliminar	Tratamiento Primario	Tratamiento Secundario	Tratamiento Terciario
Rejas	Sedimentación (tanque séptico)	Filtros anaerobios	Biodiscos
Tamices		Reactor UASB	Lechos bacterianos
Cajas de arenas.	Flotación	Lodos activados	
Trituración	Coagulación	Zanjas de oxidación	Lagunas de maduración
Retenedores de grasas	Digestión y secado de lodos	Filtros percoladores	Lagunas de macrofitas (humedales)
Grasas		Filtración lenta	biofiltros
Homogeneizadores Reguladores de caudal	Sistemas compactos (tanque Imhoff)	Filtración rápida	sistema de aplicación al suelo en general
Aireación		Lagunas de estabilización: Facultativas, aerobias y aireadas	filtros, ultrafiltración y desinfección
Preliminar		Lagunas con macrofitas	
Preliminar		Biofiltros.	
		Lechos/carbón	
		Biodiscos.	

Tratamiento Preliminar	Tratamiento Primario	Tratamiento Secundario	Tratamiento Terciario
		Sedimentación secundaria	
		Cloración	

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de Tratamiento de aguas residuales de ENACAL.

7.2.1 Tratamientos preliminares

Estos tratamientos son destinados a preparar las aguas residuales para que reciban los tratamientos subsiguientes, sin perjudicar los equipos mecánicos y sin obstruir tuberías y causar depósitos permanentes en tanques. Las unidades de tratamiento preliminares más importantes son:

• Separación de sólidos gruesos: rejas, rejillas, tamices, filtros gruesos.

• Separación de sólidos suspensos y sedimentables: desarenadores, sedimentadores. centrifugadores, filtros finos. Separación de grasas: retenedores de grasas.

• Separación de gases: aireación Tanque de compensación y/u homogeneización.

7.2.2 Tratamientos primarios

Proceso físico o físico-químico que incluya la sedimentación de sólidos en suspensión, u otros procesos en los que la DBO5 de las aguas residuales que entren se reduzca por lo menos en un 20 % antes del vertido, y el total de sólidos en suspensión en las aguas residuales de entrada se reduzca por lo menos en un 50 %.

7.2.3 Tratamientos secundarios o biológicos

Los tratamientos secundarios eliminan la materia orgánica biodegradable de las aguas, que no ha sido retirada por el tratamiento primario. Este puede ser de tipo aerobio o anaerobio, eliminados de un 40 a un 60% de los sólidos en suspensión y reducida de un 20 a un 40% la DBO5 en el tratamiento primario, el tratamiento secundario reduce la cantidad de materia orgánica en el agua. En el tratamiento secundario se aceleran los procesos naturales de eliminación de residuos.

En presencia de oxígeno, las bacterias aeróbicas convierten la materia orgánica en formas estables, como dióxido de carbono, agua, nitratos y fosfatos, así como otros materiales orgánicos. Mientras que el tratamiento biológico de aguas residuales consiste en aclimatar una flora bacteriana (biomasa) que utilice la materia orgánica como alimento (sustrato), convirtiéndola en gases (CO2) que escapan a la atmósfera y en tejido celular de las bacterias, que puede ser removido por sedimentación.

7.2.4 Sistemas de tratamiento convencionales

Estos procesos abarcan aquellos que involucran mecanización de los sistemas, en tanto que los No Convencionales no involucran mecanización, pero requieren grandes áreas de terreno y están enfocados mayormente al tratamiento de aguas servidas domésticas.

Entre estos sistemas se cuentan las lagunas de estabilización, lagunas anaeróbicas y "Wetlands" (lagunas de baja profundidad con presencia de plantas acuáticas). El diseño de estas unidades está en general basado en el tiempo de retención y en la carga orgánica aplicada por unidad de superficie, lo que conlleva grandes requerimientos de superficie para la generalidad de los casos.

7.2.5 Sistemas de tratamiento no convencional

• Lagunas de Estabilización

Dentro de este tipo de alternativas, las de mayor difusión las constituyen las Lagunas de Estabilización, con un amplio espectro de configuraciones dependiendo de las componentes unitarias involucradas. Las más aplicadas contemplan en general las siguientes configuraciones.

• Facultativas en Serie y/o Paralelo

• Anaeróbicas – Facultativas

Tabla 2 Rendimiento de los diferentes procesos de tratamientos de aguas

Proceso	DBO5	Sólidos en suspensión	Bacterias	Coliformes
Rejas finas	5-10		5-20	
Cloración de desecho bruto	15-30		90-95	
Sedimentación simple	25-45	40-70	25-75	40-60
Precipitación química	45-85	65-90	40-80	60-90
Filtración bilógica (incluyendo decantación)	75-90	70-90	90-95	80-90
Lodos activados (incluyendo decantación)	80-97	85-95	90-98	90-96
Filtración intermitente con arena	85-95	85-95	95-98	90-96
Cloración de desechos tratados biológicamente			98-99	

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de Tratamiento de aguas residuales de ENACAL.

7.3 Análisis de la demanda

Partiendo de la información suministrada por las autoridades de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso, el estado actual de las instalaciones de captación y manejo de aguas residuales observado en las visitas y los estudios ejecutados en el presente proyecto, se verificó que la población estudiantil, trabajadores docentes y administrativos, así como también la población vecina de la universidad, demandan de un sistema de saneamiento que permita corregir las prácticas inadecuadas que actualmente se realizan en cuanto al manejo de los residuos líquidos de los Módulos de Cocina, Bovino y PROCAR.

Se requiere la construcción y puesta en marcha de un sistema de tratamiento robusto, que sea capaz de depurar las aguas residuales producidas por las actividades de las áreas de estudio y de esta forma contribuir al saneamiento de la zona cercana a la universidad, donde se depositan las aguas residuales, proteger la biodiversidad, y reducir el riesgo de proliferación de vectores que acarrean enfermedades gastrointestinales que pueden afectar la salud de 766 estudiantes, 198 trabajadores y 2015 habitantes que viven en las cercanías de la UNIAV.

Actualmente los módulos en estudio se encuentran a máxima capacidad por lo que la producción de aguas residuales máxima se estima no será mayor de los 9 m^3/d, por lo que las nuevas unidades de tratamiento propuestas permitirán el manejo eficiente de las aguas residuales generadas.

Los procesos de trabajo de un matadero, así como la programación para mantener las condiciones higiénicas, es necesario un consumo elevado de agua, que podría establecerse en aproximadamente unos cinco litros de agua por kilo de peso vivo del animal (incluye carne bovina y porcina). Para las aves, se estima entre 5 y 10 litros de agua por animal.

Del informe brindado por las autoridades y el personal de mantenimiento de la universidad, se obtuvo la cantidad de agua residual producida en cada uno de los módulos Bovino, cocina y PORCAR, las dotaciones se refieren al agua necesaria para realizar los procesos de lavado y mantenimiento en cada uno de los módulos antes mencionados. En la tabla 3 se resumen los Caudales de Agua Residual a Tratar

Tabla 3 Caudal de Diseño

Tipo de Animal Sacrificado	Cantidad necesaria L/animal/d)	Cantidad Animal (SAC/DIA)	Caudal (L)	Caudal m3/día
Pollo	8	50	400	0.4
Cerdo	250	2	500	0.5
Peli buey	250	4	1000	
Conejo	50	20	1000	
Res	1000	1	1000	1
PROCAR			3900	1.9
Módulo Cocina				4
Módulo Bovino				2
Módulo Terneros				1
Total, caudal de diseño				8.9

Fuente: Elaboración propia

El sistema tendrá la capacidad de tratar el agua residual generada por los módulos de matadero, (PROCAR) además del agua de los módulos de Bovino y Cocina, que en su conjunto suman 1.9 + 7 = 8.9 m^3.

Se adoptará como caudal de diseño del sistema de tratamiento: **9 m^3/día.**

7.4 Propuesta de Diseño de sistema de tratamiento de aguas residuales

La propuesta consiste en el diseño del sistema de tratamiento a través de trampa de grasa – fosa séptica – Filtro anaeróbico flujo ascendente y Pozo de absorción para la universidad internacional Antonio de Valdivieso.

Es el tren de tratamiento utilizado en el país, para mataderos municipales. Es una forma comprobada de tratar los residuos líquidos de forma sencilla, sin mucho mantenimiento y probado en el que se hace una depuración de la carga contaminante al 90% de su valor inicial.

En la parte primaria del tratamiento, se provee una estructura como es la fosa séptica, la cual realiza el paso de sedimentación primaria. Como tratamiento secundario, se hace la filtración con medio de piedra el cual habitan los

microorganismos encargados de atrapar lo que queda del tratamiento anterior. A esto le agregamos un tratamiento mayor como es el Biofiltro, el cual provee una calidad casi del 100 % a la salida de la carga expresada como DBO_5.

Para disponer de las aguas que salgan tratadas del sistema de tratamiento de aguas residuales de la UNIAV, se propone la construcción de pozos de Infiltración, en la parte final del área donde se ubicará el Sistema.

7.4.1 Justificación de los elementos que componen el sistema

7.4.1.1 Trampa de grasas.

Para disminuir la cantidad de grasas que puedan interferir en el funcionamiento del sistema de tratamiento, se proponen la colocación de trampas de grasas en la salida de la cocina que recibirá las aguas de dicho módulo. La trampa de grasas será construida de concreto y tendrá un volumen de 1.25 m3.

Se presenta un plano de conjunto para ver la ubicación de la trampa de grasas en el sistema de tratamiento de aguas residuales.

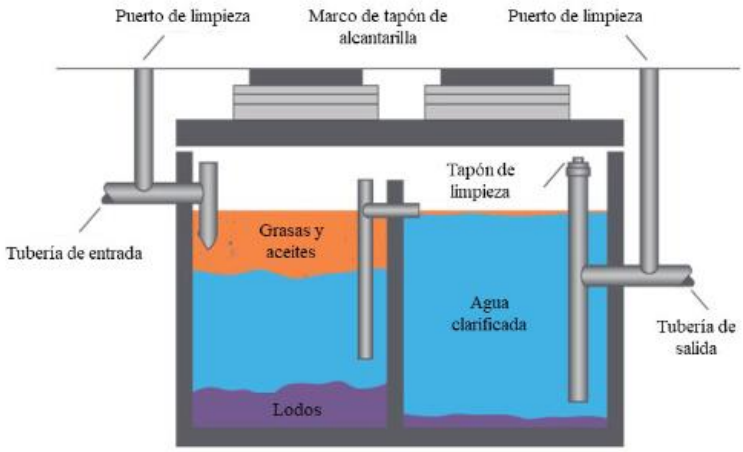


Ilustración 1 Esquema de Trampa de grasas doble cámara

Nota. Tomado de *Grease trap vs. grease interceptor*, por Liquid Environmental Solutions, s.f., https://www.liquidenviro.com/blog-news/grease-trap-vs-grease-interceptor

7.4.1.2 Tratamiento Primario: Fosa Séptica.

En la Fosa Séptica el agua residual es llevada a condiciones de reposo, lo que permite que haya una buena sedimentación de los sólidos suspendidos, estos se depositan en el fondo donde son degradados por microorganismos anaerobios especializados. Para que estos sólidos sean bien digeridos, se requiere que permanezcan durante algún tiempo en el interior de la Fosa.

Luego de un tiempo razonable la fosa deberá limpiarse, sin eliminar completamente el lodo del fondo de la misma para permitir una regeneración posterior de la masa bacteriana Se espera una reducción del 50 % de la carga contaminante, expresada como DBO5, a la salida de este tratamiento. Esta reducción se expresa así:

Entrada a la Fosa, como DBO5: 7,860 mg/l.

Valor esperado a la salida de la Fosa Séptica: 3,930 mg/l

La Fosa Séptica a construir tendrá las siguientes dimensiones:

Tabla 4 Dimensiones de Fosa séptica

Ancho	2.00 m
Largo	6.00 m
Profundidad	1.20 m

Se presenta un plano de conjunto para ver la ubicación de la fosa Séptica en el sistema de tratamiento de aguas residuales.

7.4.1.3 Tratamiento Secundario: Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente.

Los filtros anaerobios de Flujo ascendente o FAFA por sus siglas, son la alternativa para tratamiento de aguas provenientes de mataderos recomendada y puesta en marcha por el Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal o INIFOM.

En el año 1998, se editó la Guía para el diseño y construcción de dichos tratamientos, basada en la construcción de varios sistemas para varias ciudades de Nicaragua, entre ellas la ciudad de Rivas. Por la razón anterior, se cuenta con la premisa que mediante procesos biológicos se puede depurar la carga contaminante proveniente de los procesos de sacrificio de animales en la universidad.

Estos sistemas diseñados y construidos por INIFOM, comparten una pared en el tren de tratamiento, de forma tal que genera un ahorro en la construcción del mismo, se estima que la carga contaminante, expresada como DBO_5, puede ser disminuida hasta en un 90% de su valor de entrada. Esto es:

Entrada esperada al FAFA como DBO5: 3,980 mg/l.

Salida esperada del FAFA, como DBO5: 398.0 mg/l. Asumiendo un 90 % de remoción de la DBO, al salir del FAFA.

Las dimensiones del FAFA, se presentan en la tabla 5

Tabla 5 Las dimensiones del FAFA

Ancho	2.00 m
Largo	3.40 m
Profundidad	2.15 m

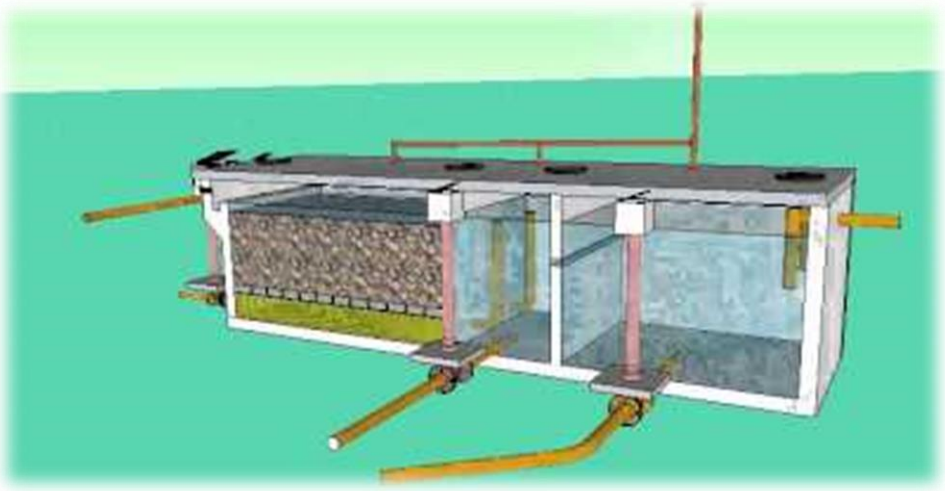


Ilustración 2 Esquema de Fosa Séptica con Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente

Imagen de planta de tratamiento de aguas residuales (s.f.).

Se presenta un plano de conjunto para ver la ubicación del filtro anaeróbico de Flujo ascendente o FAFA, en el sistema de tratamiento de aguas residuales.

7.4.1.4 Tratamiento Terciario: Humedal de Flujo Subsuperficial o Biofiltro.

Una unidad de Biofiltros o Humedales artificiales de Flujo Horizontal, es una alternativa eficiente para la remoción de la materia orgánica y además proporciona una buena remoción de patógenos. En este tipo de tratamiento, se hace la siembra de plantas acuáticas con raíces que absorben los contaminantes y realizan un proceso biológico en la capa o medio filtrante que sirve como soporte de las plantas y a la vez, se crea un ecosistema que permite la depuración de las aguas.

Se proponen dos unidades de humedales, cada unidad tendrá una altura útil promedio de 0.50 m, pendiente longitudinal del fondo de 0.50 %. El Ancho de cada unidad será de 4 metros y Largo de 11 metros. Los Humedales se alimentarán con las aguas pretratadas de las estructuras anteriores. Estas aguas serán distribuidas en todo lo ancho de la zona de entrada de los biofiltros a través de una tubería perforada de 100 mm (4") y la pendiente del centro hacia los lados de 0.20%. Esta reducción queda expresada así:

Entrada esperada al BIOFILTRO como DBO_5: 398 mg/l.

Salida esperada del BIOFILTRO, como DBO5: 20.0 mg/l. Asumiendo un 95 % de remoción de este parámetro.

El gráfico siguiente muestra las partes de un Biofiltro con la planta acuática que ha dado mejores resultados, ya probados incluso por la consultora diseñadora, para remoción de contaminantes y sobre todo carga contaminante expresada como DBO_5.

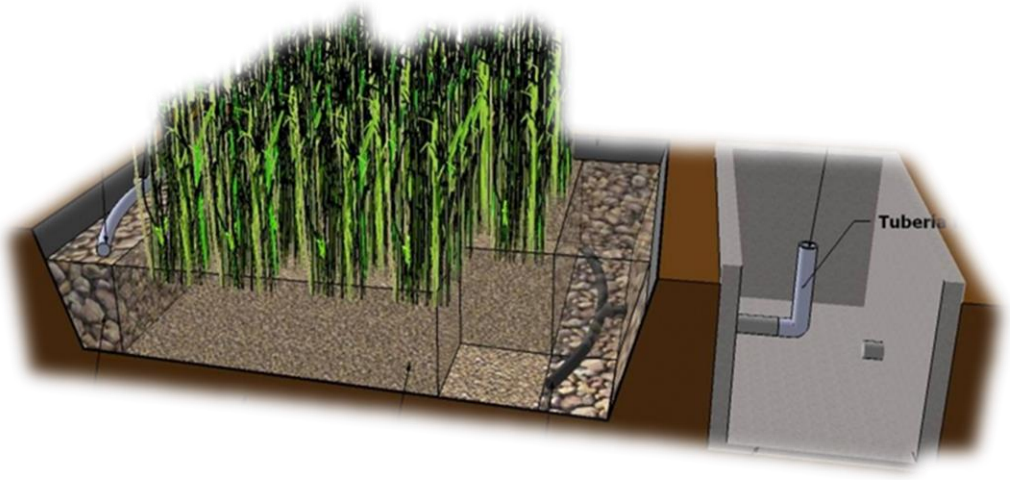


Ilustración 3 Esquema de Biofiltro o Humedal de Flujo Horizontal

Imagen de planta de tratamiento de aguas residuales (s.f.). Fuente desconocida.

Nota. Adaptada de “Fosa séptica con FAFA”, figura acreditada a Elías Rosales E., en *Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales* (Brown Salazar, 2004, p. 24

Se presenta un plano de conjunto para ver la ubicación del Biofiltro o Humedal de Flujo Horizontal, en el sistema de tratamiento de aguas residuales.

7.4.1.5 Pozos de Infiltración.

Para disponer de las aguas que salgan tratadas del sistema de tratamiento de aguas residuales de la UNIAV, se propone la construcción de pozos de Infiltración, en la parte final del área donde se ubicará el Sistema. Su función está conformada por un lecho infiltración o de drenaje es una red de tuberías perforadas que yacen en zanjas subterráneas llenas de grava o arena, con el fin de disipar lentamente el efluente de una tecnología a base de agua con sistema de tratamiento de recolección y almacenamiento/tratamiento ya sean descentralizados o semi centralizados. El buen funcionamiento de esta tecnología depende del tipo de suelo y de su permeabilidad.

Se presenta un plano de conjunto para ver la ubicación de los pozos de infiltración en el sistema de tratamiento de aguas residuales.

7.4.1.6 Obras Complementarias.

Previo al sistema de tratamiento, se propone la correcta instalación de un adecuado sistema de conducción de 219.33 metros lineales de tubería PVC SDR 41 de 4" (100mm) donde las aguas provenientes de los diferentes módulos; PROCAR, Bovino, Terneros, Cocina puedan llegar a sus cuerpos receptores.

Por lo anterior, se ha propuesto una red de aguas residuales, donde se propone la construcción de 6 cajas registro de 0.80mx0.80m con profundidad variable, y la restauración de 2 cajas de registro existentes de 0.80x0.80mx1:00m de profundidad.

7.4.1.7 Manejo de Lodos Residuales.

Es necesario retirar los lodos con una frecuencia de 120 días o cada 4 (cuatro) meses, para optimizar el funcionamiento de la fosa Séptica. Se deberá de revisar de manera periódica con un palo marcado numéricamente o con un paño seco a manera de hisopo, para ver la cantidad de lodos que tiene la fosa.

En caso de tener la altura de lodo a la mitad de la altura de agua, es decir 0.60 m, una vez que se revisó, proceder al retiro de lodos, con empresas dedicadas a tal fin, disponiendo de los mismos a un sitio autorizado.

7.5. Criterios De Diseño

La determinación de los caudales de aguas residuales generados, se realizó aplicando el Método de la Roy Hunter considerando las unidades de descarga (U.D.) por tipo de aparato.

El análisis hidráulico de la red de recolección de aguas residuales se realizó por medio del programa H-canales, basado en la aplicación de la ecuación de Manning.

Los parámetros hidráulicos como, velocidad del flujo y tirante normal, se calcularon y revisaron aplicando la Ecuación de Manning.

$$Q = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

Q: caudal que circula en el conducto m^3/s

A: área de la sección transversal del conducto

S: pendiente del conducto

La velocidad de flujo mínima en la red de recolección de aguas residuales debe ser de 0.6 mps para evitar sedimentación de los sólidos.

La relación de tirante Y/D debe oscilar en el rango de 0.20 – 0.75.

La tubería a utilizarse en el sistema de aguas residuales será de PVC SDR 41 conforme la norma ASTM 2665.

Para la comprobación de los criterios de diseño, se realizó análisis hidráulico a la red exterior de Aguas residuales, que conducirá hacia el Sistema de Tratamiento de la Universidad.

7.6. Cálculos Realizados

Tabla 6 Análisis Hidráulico de la Red Exterior

De	A	Q	Diámetro	Longitud	Pendiente	Tirante	t/d	Velocidad	Radio Hidráulico	Fuerza Tractiva
		lps	m	m	%	m		mps		Pa
CR-15-EXIST	CR-14	1.64	0.10	17.42	0.70%	0.0370	0.37	0.62	0.0202	1.4
CR-14	CR-12	1.64	0.10	19.89	0.70%	1.0370	10.37	0.62	0.0202	1.4
CR-13	CR-12	1.34	0.10	5.04	1.00%	0.0303	0.30	0.67	0.0186	1.8
CR-12	CR-11	2.98	0.10	24.04	0.70%	0.0518	0.52	0.73	0.0256	1.8
CR-11	CR-10	2.98	0.10	19.83	1.00%	0.0467	0.47	0.83	0.0239	2.3
CR-10	CR-9-EXIST	2.98	0.10	22.39	0.70%	0.0518	0.52	0.73	0.0256	1.8
CR-9-EXIST	CR-8	2.98	0.10	5.96	0.70%	0.0518	0.52	0.73	0.0256	1.8
CR-8	CR-7	2.98	0.10	15.33	0.70%	0.0518	0.52	0.73	0.0256	1.8
REJILLA	CR-7	1.41	0.15	13.20	2.00%	0.0230	0.15	0.90	0.0142	2.8
CR-7	CR-6	4.39	0.15	15.33	0.70%	0.0527	0.35	0.79	0.0291	2.0
CR-5	CR-4	1.20	0.1	3.78	0.70%	0.0314	0.31	0.57	0.0177	1.2
CR-4	CR-3	1.20	0.10	19.43	0.70%	0.0314	0.31	0.57	0.0177	1.2
CR-3	TG-1	1.20	0.10	4.76	0.70%	0.0314	0.31	0.57	0.0177	1.2
TG-1	CM-1	1.20	0.10	1.63	1.00%	0.0286	0.29	0.65	0.0164	1.6
CM-1	CR-2	1.20	0.10	11.92	3.00%	0.0217	0.22	0.96	0.0130	3.8
CR-2	CR-1	1.20	0.10	15.66	0.70%	0.0314	0.31	0.57	0.0177	1.2
CR-1	STAR	5.59	0.3	3.87	1.00%	0.0289	0.10	0.64	0.0242	2.4
CR-1	STAR	5.59	0.3	2.13	1.00%	0.0545	0.18	0.96	0.0299	2.9

7.6.1. Rejas

Para el diseño de las rejas se consideró que la velocidad de paso a través de las rejas, oscilará en el rango entre 0.4 a 0.75 mps. La pérdida de carga en las rejas debe ser mayor que 15 cm. El cálculo de las pérdidas de carga se realizó mediante la ecuación siguiente:

$$h_L = \frac{1}{0.7}\left(\frac{V^2 - v^2}{2g}\right)$$

Donde:

hL: Pérdidas de carga (m)

0.7: Coeficiente estimado de la perdida de la turbulencia del agua por el paso de las rejas

V: Velocidad del flujo a través de las rejas (m/s)

v: Velocidad de aproximación en el canal. (m/s)

g: Aceleración de la gravedad (m/s^2)

Los valores de los parámetros anteriores fueron tomados de libro: Tratamiento de Aguas residuales de Azevedo Netto. Con las rejas de la siguiente geometría

Tabla 7 Geometría de las rejas

Diámetro de 3/8”	Angulo con la horizontal: 45º

Tabla 8 muestra un resumen de los cálculos realizados para comprobar las pérdidas del paso por las rejillas

De	A	Q	Diámetro	Longitud	Pendiente	Tirante	t/d	Velocidad	Radio Hidráulico	Fuerza Tractiva
		lps	m	m	%	m		mps		Pa
CR-15-EXIST	CR-14	1.64	0.10	17.42	0.70%	0.0370	0.37	0.62	0.0202	1.4
CR-14	CR-12	1.64	0.10	19.89	0.70%	1.0370	10.37	0.62	0.0202	1.4
CR-13	CR-12	1.34	0.10	5.04	1.00%	0.0303	0.30	0.67	0.0186	1.8
CR-12	CR-11	2.98	0.10	24.04	0.70%	0.0518	0.52	0.73	0.0256	1.8
CR-11	CR-10	2.98	0.10	19.83	1.00%	0.0467	0.47	0.83	0.0239	2.3
CR-10	CR-9-EXIST	2.98	0.10	22.39	0.70%	0.0518	0.52	0.73	0.0256	1.8
CR-9-EXIST	CR-8	2.98	0.10	5.96	0.70%	0.0518	0.52	0.73	0.0256	1.8
CR-8	CR-7	2.98	0.10	15.33	0.70%	0.0518	0.52	0.73	0.0256	1.8
REJILLA	CR-7	1.41	0.15	13.20	2.00%	0.0230	0.15	0.90	0.0142	2.8
CR-7	CR-6	4.39	0.15	15.33	0.70%	0.0527	0.35	0.79	0.0291	2.0
CR-5	CR-4	1.20	0.1	3.78	0.70%	0.0314	0.31	0.57	0.0177	1.2
CR-4	CR-3	1.20	0.10	19.43	0.70%	0.0314	0.31	0.57	0.0177	1.2
CR-3	TG-1	1.20	0.10	4.76	0.70%	0.0314	0.31	0.57	0.0177	1.2
TG-1	CM-1	1.20	0.10	1.63	1.00%	0.0286	0.29	0.65	0.0164	1.6
CM-1	CR-2	1.20	0.10	11.92	3.00%	0.0217	0.22	0.96	0.0130	3.8
CR-2	CR-1	1.20	0.10	15.66	0.70%	0.0314	0.31	0.57	0.0177	1.2
CR-1	STAR	5.59	0.3	3.87	1.00%	0.0289	0.10	0.64	0.0242	2.4
CR-1	STAR	5.59	0.3	2.13	1.00%	0.0545	0.18	0.96	0.0299	2.9

Tabla 9 perdidas por el paso de la rejilla

Descripción		Resultados	
Canal de rejas barra			
	CPD	**122** m^3/d	
Q caudal de diseño	CMH	**5.1** m^3/h	
		0.0014 m^3/s	
Abertura entre barras (a)	25mm	2.5 cm	
Tamaño de barra (t)	1/4"-3/8" x 1 1/2"	0.32 cm	
Inclinacion (B)		45 º	
Velocidad de aproximación (V)	Minimum	0.60 m/s	
	Maximum	1.00 m/s	
Area neta (Au)	Au = Qmax/V	0.002 m^2	
Eficiencia (E) 0.60-0.85	E = a/(a+t)	0.89	
Area total de rejillas (At)	At=Au/E	0.003 m^2	
Altura máxima		0.01360 m	
Ancho de canal de rejillas (b)	b=At/Hmax	0.30 m	
		0.19	
Pérdidas (Hf)			
Calculo de pérdidas	Hf = 1.43 $(V^2-v^2)/2g$		
Velocidad aguas arriba	v = V*E	0.53 m/s	
	Hf =	0.003 m	
		3.30 mm	
	Hf=K(a/t)^(4/3)*sen B $(V^2/2g)$		1.79 ba
	Hf =	0.001 m	
		1.50 mm	
Revisión de la velocidad promedio			
Altura promedio	H med	0.012 m	
	At'=b* Haverage	0.004 m^2	
	Au' = At'*E	0.003 m^2	
Velocidad promedio	V average = Qmáx/Au'	0.44 m/s	

7.6.2 Canal Parshall

De acuerdo al caudal estimado a tratar (5.47 l/s) según los diferentes procesos que se den en las actividades prácticas educativas de la Universidad, las dimensiones del ancho de garganta del canal Parshall, se define en 2” según a tabla a continuación:

Tabla 10 Selección de Canal Parshall

Ancho Garganta Pulgadas (")	Caudal mínimo l/s	Caudal máximo l/s
2	0.53	14.1
3	0.78	34.8
6	1.5	108
9	2.5	245
12	3.32	446

7.6.3 Fosa Séptica

Ancho interno mínimo (b): 0.70 m

Profundidad útil mínima (h): 1.20 m

Relación Largo/Ancho (L/B): Entre 2 y 4

Anchura interna (b) no puede sobrepasar dos veces la profundidad útil (h)

Cuando la fosa es de dos cámaras, la primera y la segunda cámara deben tener un volumen útil respectivamente, de 2/3 de la profundidad útil (h)

Los bordes superiores de las aberturas de pasaje entre las cámaras deben estar, como mínimo, a 0.30 m abajor del nivel del líquido.

Vu: volumen Útil de la Fosa. Expresado por la siguiente ecuación:

$$Vu = Q * TRH + V1$$

Donde:

Q= Caudal de diseño, en m^3/d

TRH= Tiempo de retención hidráulica, expresado en días.

V1= Volumen de sólidos, determinado por la siguiente expresión:

$$V1 = SST * Q * 0.7 * (1 – SSV) /0.04) * 180 / 10^{9}$$

SST: Solidos suspendidos totales, se expresan como una fracción de los sólidos suspendidos totales, en este caso, un 15%.

SSV: Solidos suspendidos Volátiles, expresados como una fracción de sólidos suspendidos totales, en este caso el 60 %.

En la Tabla 11 se muestran los Criterios de Diseño Fosa Séptica

Tabla 11 Criterios de Diseño Fosa Séptica

Parámetro	Valor	Unidad
ST	3885	mg/l
SST	0.15	Adim
SSV	0.6	Adim
Tipo de mto	180	días
Valor no legible en la imagen	2.85	m^3
Volumen estimado para tratar	9	m^3
TRH, Tiempo de Retención Hidráulica	1	día
Volumen total (exacto)	11.85262	m^3
Volumen total (redondeado)	11.853	m^3

Dimensiones

Parámetro	Valor	Unidad
Altura de agua útil	1.2	m
Ancho	2.0	m
Largo	6.0	m
Volumen 1 calculado	14.4	m^3
Largo útil total	6.0	m
Relación largo / ancho	3.0	m

Aberturas de pasada entre cámaras

Parámetro	Valor	Unidad
Sección transversal	2.4	m^2
Abertura de pasada mínima 5% de sección transversal	0.12	m^2
Se proponen orificios de 8" (0.20 m)	0.2	m
Área	0.04	m^2
Cantidad de orificios	4	—

La reducción esperada en las estructuras del sistema de tratamiento es: 50 % a la salida de la Fosa Séptica. Esta reducción se expresa así:

Entrada a la Fosa, como DBO_5: **7,860 mg/l**

Valor esperado a la salida de la Fosa Séptica: **3,930 mg/l**

7.6.4 Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente FAFA

El lecho filtrante de 1.30 m

Profundidad útil del filtro se recomienda sea de 1.80 m

Ancho mínimo: 0.85 m

Largo máximo: menor o igual a 3 veces la profundidad

Volumen mínimo del filtro, 1250 litros

Falso fondo, con aberturas de 3 cm, espaciadas cada 15 cm entre sí.

Tabla 12 Criterios de Diseño FAFA

Parámetro	Fórmula / detalle	Valor	Unidad
Caudal	—	9	m^3/d
TRH, tiempo de retención hidráulica	—	1	Día
Volumen	V = 1.6 × Q × TRH	14400	Litros
Volumen estimado	—	14.4	m^3
Altura de lecho	—	1.3	M
Profundidad útil	—	2.15	M
Sección horizontal	S = V / 1.8	6.70	m^2
Ancho	—	2	M
Largo	—	3.4	M
Sección horizontal	—	6.8	m^2
Volumen calculado	—	14.62	m^3
Altura total de agua	—	2.15	M
Altura de medio	—	1.3	M

Reducción de carga contaminante:

Entrada al FAFA como DBO_5: 3,980 mg/l.

Salida del FAFA, como DBO_5: 398.0 mg/l. Asumiendo un 90 % de remoción de la DBO, al salir del FAFA.

7.6.5 Biofiltro o Humedal Artificial

Para el dimensionamiento de los Biofiltros, se tomó en cuenta la hoja de cálculo brindada por la Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente (ACEPESA), la cual ha sido utilizada en proyectos anteriores, con muy buenos resultados. Esta a su vez, considera los datos de la planta piloto en Masaya, cuyos valores de remoción superan el 95 %, con el uso de Carrizo o *Phragmites Australis*, como planta acuática, que ofrece buena resistencia a la temperatura y a condiciones como inundaciones, pues puede crecer anegada.

Tabla 13 Criterios considerados para el dimensionamiento de Biofiltros

Concentración de entrada de DBO_5 CeDBO	(mg/lt)	398
Pendiente	I (%)	1
Porosidad de material filtrante	n (%)	35
Profundidad útil	h (m)	0.5
Conductividad Hidráulica	kf (m/s)	0.01157
Tiempo de retención	TRH	3 a 5 años
Carga hidráulica	CH (m/año)	37

Cálculo de dimensiones		
Ancho mínimo= $Q / (k_f\ I\ h)$ =	1.8	M =B'
Longitud= $Q / (B * C_H)$ =	11.098	m = L'

Corregidas:

8	m = B
22	m = L

Se proponen dos balsas de 4 m de Ancho con 11 metros de largo

Validación de las dimensiones que se proponen

TRH= Vútil / Q = [L'*B'*h*n] / Q = 3.42 días

CsDBO = e (-KDBO/CH) * CeDBO = 43.63 mg/lt

CO = Q* CeDBO / (L'*B') = 20.35 gr DBO/ (m^2-día)

Las dimensiones propuestas para las balsas, cumpliendo los criterios de diseño, son las siguientes:

H	=
0.60	m
L1	=
8.80	m
L2	=
1.10	m
e	=
0.11	m
h	=
0.50	m

Las dimensiones anteriores, están sujetas a la siguiente gráfica, tomada del Manual de la Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente (ACEPESA)

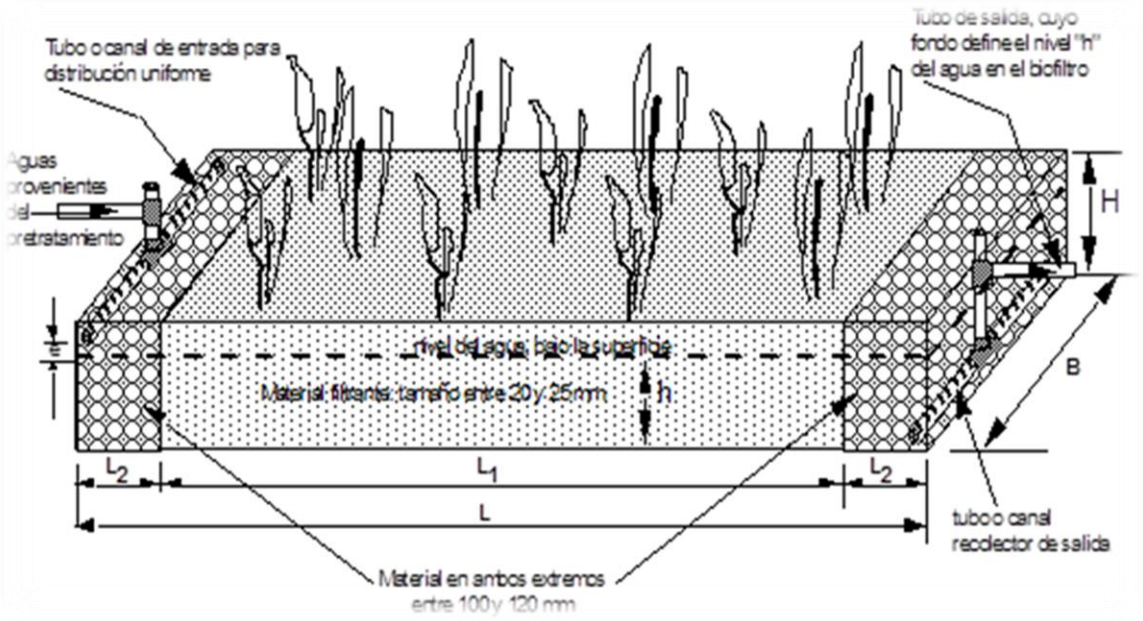


Ilustración 4 Referencia Biofiltro

Nota. Adaptada de “Detalle de dimensiones a calcular en un biofiltro”, en *Biofiltros domiciliarios: Filtros biológicos para la remoción de nutrientes de aguas grises* (IDEASS Nicaragua, s. f., p. 6)

7.6.6 Pozos de Infiltración

Para la disposición final de las aguas tratadas, se propone la construcción de pozos de infiltración, que aportaran para la recarga del acuífero circundante y que se espera puedan drenar la cantidad de agua proveniente del sistema de tratamiento. Se estima un coeficiente de infiltración promedio, ya que no se cuenta con datos de pruebas en el sitio, referido a este parámetro.

El valor utilizado es de 50 l/m^2/día, el flujo de cálculo se resume en la tabla 14

Tabla 14 dimensiones de Pozo de Infiltración

Parámetro	Fórmula / detalle	Valor	Unidad
Número de contribuyentes, P	—	350	—
Dotación agua potable	—	50	Lppd
Contribución de aguas residuales per cápita, C	—	40	l/d
Tipo de suelo	—	—	—
Tasa de aplicación de aguas residuales	—	50	$l/m^2/d$
Diámetro	—	2.5	M
Volumen	$V = N \times C$	14000	Litros
Área de infiltración	$Ai = V / Ti$	322.00	m^2
Área disponible	$Ad = 2\pi r \cdot r \cdot h$	—	—
Despejando para h	—	41.90	M

Dimensiones del pozo

Parámetro	Valor	Unidad
Cantidad	4	—
Diámetro	2.5	m
Profundidad efectiva	10.2	m
Profundidad impermeable	1.65	m
Profundidad total	11.9	m

7.7 Indicación del tamaño actual y futuro

La definición del tamaño actual y futuro del sistema de recolección, conducción y tratamiento es muy importante para determinar inversiones y costos, en el caso de nuestro proyecto, el tamaño depende directamente del siguiente factor:

7.7.1 Demanda

El principal propósito que se persigue con el análisis de la demanda es determinar y medir los requerimientos de la universidad con respecto al servicio que brinda el cuerpo de trabajadores a través de la tecnificación y mejora de cada uno de sus procesos que se desarrollan en sus módulos productivos.

Para cuantificar la demanda se utilizó fuentes primarias, que son estadísticas (cantidades o consumos de agua por cada tipo de actividad realizada en sus módulos de practica), para conocer el volumen de agua con que la universidad utiliza el servicio de limpieza para cada actividad que requiera uso del agua; y las fuentes secundarias como son los datos estadísticos del último Año lectivo 2020, de la matrícula para el año en mención y la actualización del personal de planta de la UNIAV(964 usuarios; comprendidos entre trabajadores y estudiantes).

Para determinar el tamaño actual se realizó un diagnóstico situacional integral usando los canales correspondientes establecidos por la UNIAV (Departamento de Higiene y Seguridad y Producción) para obtener datos precisos y ordenados acerca de la operatividad en los módulos Cocina, Bovino y PROCAR, en donde el volumen de agua residuales evacuadas por las cisternas es aproximadamente 6:00 a 7:00 m^3 del total de las aguas producidas que es de 9:00 metros cúbicos

Las aguas que no logran ser evacuadas se rebasan y evacuan en las áreas verdes de sus instalaciones y parte de ellas también se vierten red de alcantarillado de la ciudad lo que provoca la disposición de aguas residuales con altas cargas orgánicas sin tratamiento ni permiso de descarga.

Estas condiciones llevan a que surge la necesidad de instalar un sistema de tratamiento que atienda a capacidad total la cantidad de aguas Generadas de 9:00 metros cúbicos en los módulos Cocina, Bovino y PROCAR de la UNIAV.

7.7.2 Presupuesto

El costo de inversión del proyecto incluye cada una de las etapas a desarrollar durante la construcción de los elementos del sistema y asciende a **C$4,642,627.96** de córdobas como se muestra en la tabla 15

Tabla 15 Presupuesto de las actividades de ejecución del proyecto

Etapa	Descripción de las Actividades	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
1	RED DE ALCANTARILLADO				445,399.86
1.1	Excavación para tuberías				34,051.89
1.1.1	Excavación para suelo normal, en un rango de 0.00 a 1.50m	m³	96.66	352.29	34,051.89
1.2	Excavación Adicional o Clasificada				39,308.82
1.2.1	Excavación en cascajo	m³	5.80	950.54	5,513.16
1.2.2	Excavación en cantera	m³	7.73	1,324.14	10,235.60
1.2.3	Excavación en roca	m³	11.60	2,031.04	23,560.06
1.3	Suministro e instalación de tuberías				280,631.84
1.3.1	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 41 de 4" (100mm)	m	219.33	260.29	57,090.24
1.3.2	Cajas de registro de concreto reforzado de 3,000 PSI, dimensiones 0.80 x 0.80m	c/u	11.00	20,321.96	223,541.60
1.4	Relleno y compactación: Incluye acarreo de materiales, equipos, ensayos para los rellenos, compactación de acuerdo al tipo de material, etc.				44,843.08
1.4.1	Relleno y compactación con material del sitio	m³	94.82	281.18	26,661.35

Etapa	Descripción de las Actividades	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
1.4.2	Relleno y compactación con material selecto	m³	9.48	689.55	6,536.96
1.4.3	Relleno y compactación con material Granular en Cama de Zanja, e= 0.15m	m³	20.27	574.48	11,644.77
1.5	Desalojo de materiales				46,564.23
1.5.1	Desalojo de material de desperdicio	m³	94.82	491.08	46,564.23
2	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES				4,197,228.10
2.1	TRAMPA DE GRASA				201,621.95
2.1.1	Trampa de grasa, caja de concreto reforzado de 245 Kg/cm², incluye todo: limpieza inicial, trazo y nivelación, excavación, concreto de nivelación, acero de refuerzo G-40, formaletas, concreto de 3,000 PSI, rejilla y bandeja metálica, acabados, relleno y compactación, desalojo de materiales, etc. Todo conforme detalles en planos y E. T.	c/u	1.00	84,783.12	84,783.12
2.1.2	Medidor de flujo, Canal Parshall en PRFV ancho de garganta 50mm. Según detalles en planos y E. T.	c/u	1.00	116,838.83	116,838.83
2.2	FOSA-FAFA				881,530.67
2.2.1	Limpieza Inicial	m²	101.32	22.02	2,231.49
2.2.2	Trazo y nivelación	m²	101.32	48.16	4,879.99
2.2.3	Excavación estructural	m³	128.73	259.21	33,367.50
2.2.4	Concreto simple para nivelación de 2,000 PSI, t = 100mm	m³	2.77	8,063.22	22,335.13

Etapa	Descripción de las Actividades	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
2.2.5	Acero de Refuerzo G-40, menor o igual al #4, AISC 360-10/IBC-2006, en muros	kg	1,431.93	74.13	106,154.67
2.2.6	Concreto Estructural, f´c = 245 kg/cm²	m³	17.57	9,751.23	171,329.10
2.2.7	Formaleta de muros	m²	42.97	555.55	23,872.16
2.2.8	Muro de apoyo de losa perforada de mampostería reforzada con bloques 15x20x40cm, Ref. var #3 en cada celda	m²	10.80	1,054.44	11,387.96
2.2.9	Formaleta de losa perforada	m²	6.80	1,261.72	8,579.72
2.2.10	Lecho filtrante, grava de 75mm	m³	5.10	2,856.48	14,568.03
2.2.11	Formaleta de losa aérea (losa de tapa)	m²	3.28	1,261.72	4,138.45
2.2.12	Escalinata compuesta de varilla de 1" @ 300mm, incrustados en el concreto de las paredes	c/u	24.00	351.60	8,438.52
2.2.13	Relleno y compactación con material selecto	m³	27.50	689.55	18,962.71
2.2.14	Desalojo de material de desperdicio	m³	131.61	491.08	64,631.07
2.2.15	Canal de drenaje principal, área hidráulica 0.50x0.15m, t= 0.10m, concreto reforzado f´c mínima de 3,000 PSI, incluye todo conforme detalles en planos y E. T.	m	3.40	3,116.71	10,596.80
2.2.16	Canal de drenaje secundario, área hidráulica 0.15x0.15m, t= 0.10m, concreto reforzado f´c mínima de 3,000 PSI, incluye todo conforme detalles en planos y E. T.	m	6.80	2,427.53	16,507.18
2.2.17	Pasamuros de acero inoxidable AISI-316L, DN 100mm, con brida loca en dos extremos y placa de estanqueidad.	c/u	19.00	6,902.44	131,146.30

Etapa	Descripción de las Actividades	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
2.2.18	Piqueteo en estructuras, en concreto fresco	m²	128.90	82.50	10,634.44
2.2.19	Repello corriente, mortero 1:3	m²	98.19	265.77	26,095.96
2.2.20	Fino corriente	m²	98.19	214.19	21,031.07
2.2.21	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 41 de 3" (75mm)	m	27.60	237.90	6,565.91
2.2.22	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 41 de 4" (100mm)	m	15.20	260.29	3,956.47
2.2.23	Tapas metálicas de lámina antiderrapante 1/4", de 1.75m x 0.775m	c/u	3.00	3,911.63	11,734.90
2.2.24	Suministro e instalación de Válvula de limpieza de 100mm	c/u	2.00	60,578.31	121,156.63
2.2.25	Suministro e instalación de Válvula de pase de 100mm	c/u	1.00	27,228.51	27,228.51
2.3	CAJAS DE DISTRIBUCIÓN				110,928.98
2.3.1	Caja de distribución de 1.10x1.10x1.50m, concreto armado de 3,000 PSI, Ref. Hztl. Var #4 @ 300 mm, Ref. Vert. Var #4 @ 200mm, incluye accesorios sanitarios conforme detalles en planos y E. T.	c/u	3.00	36,976.33	110,928.98
2.4	CAJAS DE RECOLECCIÓN				117,237.10
2.4.1	Caja de recolección de 0.85x0.85, h= variable, concreto armado de 3,000 PSI, Ref. Hztl. Var #4 @ 300 mm, Ref. Vert. Var #4 @ 200mm, incluye todo conforme detalles en planos y E. T.	c/u	3.00	39,079.03	117,237.10
2.5	BIOFILTROS				402,500.75

Etapa	Descripción de las Actividades	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
2.5.1	Limpieza Inicial	m²	289.08	22.02	6,366.76
2.5.2	Trazo y Nivelación	m²	289.08	48.16	13,923.29
2.5.3	Excavación	m³	144.36	259.21	37,418.88
2.5.4	Desalojo de material	m³	187.66	491.08	92,156.12
2.5.5	Lecho filtrante de piedra cantos rodados de ø 50-100mm	m³	9.68	2,210.72	21,399.77
2.5.6	Grava de 15mm a 50mm	m³	73.28	2,529.98	185,396.74
2.5.7	Grava de 19mm a 25mm	m³	9.80	2,443.05	23,941.93
2.5.8	Suministro e instalación de Tubería PVC SDR 41 de 4", perforado con agujeros de 13mm @ 0.50m, incluye accesorios	ml	24.00	260.29	6,247.05
2.5.9	Plantas: Césped de caña (phragmites australis), zacate Taiwán. -platanillo (heliconia)	c/u	88.00	177.84	15,650.21
2.6	POZOS DE INFILTRACIÓN				2,435,660.75
2.6.1	Limpieza inicial	m²	149.56	22.02	3,293.94
2.6.2	Trazo y nivelación	m²	149.56	48.16	7,203.43
2.6.3	Excavación	m³	477.84	259.21	123,858.68
2.6.4	Desalojo de material de desperdicio	m³	525.64	491.08	258,131.42
2.6.5	Malla Geotextil Tipo 1	m²	980.00	132.11	129,468.99
2.6.6	Relleno de grava de 1"	m³	114.24	2,443.05	279,094.49
2.6.7	Acero de refuerzo menor o igual al #4	Kg	3,188.12	74.13	236,348.03
2.6.8	Formaleta de losa	m²	45.12	1,261.72	56,928.96
2.6.9	Formaleta de elementos estructurales	m²	80.08	555.55	44,488.78
2.6.10	Concreto f´c = 245 kg/cm²	m³	46.92	9,751.23	457,527.68
2.6.11	Mampostería de bloque de 40x20x15cm acostado	m²	711.00	1,159.14	824,146.01
2.6.12	Tapa de acero de diámetro 1.13m	c/u	4.00	3,792.59	15,170.34
2.7	OTRAS OBRAS				47,747.90

Etapa	Descripción de las Actividades	U/M	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
2.7.1	Remoción y restauración de base y carpeta de rodamiento de adoquín	m²	5.50	613.88	3,376.32
2.7.2	Restauración de cajas de registro de 1.00 x 1.00m, incluye tapas	c/u	2.00	22,185.79	44,371.58
	Total, costo de venta C$				4,642,627.96

7.7.3 Financiamiento

Para la ejecución de la infraestructura del sistema de tratamiento de aguas residuales de los Módulo Cocina, Bovinos y PROCAR, la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso proyectara el costo de este proyecto en su planificación anual ya sea del 6% que recibe por ser miembro de la Secretaria Técnica para atención a las Universidades (SETEC), o de ingresos propios, así como también se planificara un presupuesto para el mantenimiento una vez que inicie la operación de dicha planta de tratamiento de aguas residuales.

7.7.4 Evaluación Financiera

7.7.4.1 Determinación de ingresos. Para este proyecto se tendrá un ingreso por ahorros de C$120,000 córdobas mensuales monto que la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso planifica para el pago de cisternas para evacuar las aguas servidas que se producen en los Módulo Cocina, Bovinos y PROCAR. Dichos pagos se muestran en la tabla 16

Tabla 16 Pagos por evacuación de aguas residuales

Modulo	C$ Pago
Modulo bovino	C$24,000.00
modulo cocina	C$70,000.00
Modulo procesamientos cárnicos	C$26,000.00
Total	C$120,000.00

Fuente: Datos proporcionados por UNIAV

Se considera un periodo de 10 años para hacer la evaluación del proyecto por tanto se presenta un flujo de ingresos de ahorro por el pago de cisternas.

En la tabla 17 se muestra el ingreso por ahorro del pago de las cisternas para cada uno de los 10 años que se evaluara el proyecto

Tabla 17 Flujo de ingresos para 10 años

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Pago	0	C$1,440,000.00	C$1,468,800.00	C$1,498,176.00	C$1,528,139.52	C$1,558,702.31
Total	0	C$1,440,000.00	C$2,908,800.00	C$4,406,976.00	C$5,935,115.52	C$7,493,817.83

Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
C$1,589,876.36	C$1,621,673.88	C$1,654,107.36	C$1,687,189.51	C$1,720,933.30
C$9,083,694.19	C$10,705,368.07	C$12,359,475.43	C$14,046,664.94	C$15,767,598.24

Fuente: Elaboración propia

Actualmente la universidad Internacional Antonio de Valdivieso requiere la construcción de dos fosas comunes para almacenar las aguas producidas por los Módulo Cocina, Bovinos ya que la infraestructura existente no es suficiente para su almacenamiento y se rebasan a diario, dichas fosas deben tener las siguientes dimensiones 1:00mx1:00mx2:00m de fondo y deben ser de mampostería reforzada y revestida.

Costo aproximado de cada una de las fosas C$18,170.00 córdobas incluyendo impuestos, en la evaluación financiera se considera su construcción para el primer año del proyecto.

Tabla 18 Costo de construcción de fosas, precio incluye impuesto

Actividad	Cantidad	Costo Unitario	Sub Total	Impuesto	Total
Construcción de fosa común de mampostería reforzada de 1:00x1:00x2:00m de fondo incluye revestimiento	2.00	15,800.00	31,600.00	4,740.00	36,340.00

Fuente: Elaboración propia

7.7.4.2 Costos de operación, mantenimiento y gastos de administración.

Es necesario determinar los gastos de operación y mantenimiento del sistema de recolección, conducción y tratamiento, tales como administración, mantenimiento preventivo que contempla; limpieza de predios de los elementos del sistema, también realizar mantenimiento correctivo; que comprenden reparación de tubería, filtraciones; fisuras en los elementos e imprevistos con lo que podremos determinar el costo promedio mensual.

En la tabla 19 se presentan los respectivos costos de operación de los procesos de recolección, conducción y tratamiento de las aguas residuales.

19 Costo de Operación

Concepto	Frecuencia	Cantidad	Costo	
			Unitario	Anual
Guantes	2 veces por Año	2	150	300
Botas	2 veces por Año	2	400	800
Cascos	2 veces por Año	2	300	600
Palas cuadradas	2 veces por Año	2	350	700
Bolsas	2 veces por Año	2	40	80
Carretilla	2 veces por Año	2	1500	3000
Escobas	2 veces por Año	2	176	352
Mangueras	2 veces por Año	2	400	800
Kits de alcohol	2 veces por Año	2	150	300
Extracción de lodos	3 veces al año	3	1200	3600
Material granular de reposición para el biofiltro	1 vez al año	1	13084	13084
Total				C$23,616.00

Fuente: Elaboración propia

Para la realización de todas las tareas de la operación de la planta de tratamiento se requiere de una persona a medio tiempo que se encargue de las actividades básicas rutinarias. Por tanto, la universidad contratará un trabajador de medio tiempo que estará a cargo del mantenimiento.

En la tabla 20 se muestra el pago del trabajador que contratara la universidad para el mantenimiento de la planta.

Tabla 20 salario de trabajador según ley del Ministerio del Trabajo (MITRAB)

DESCRIPCION	MONTO	OBSERVACION
Salario mínimo	C$ 13,315.61	mensual
Salario mínimo	C$ 6,657.81	medio tiempo
Inss Patronal	C$ 1,498.01	22.50%

Salario trabajador mediotiempo	Pago anual	Vacaciones	13vo mes	Aguinaldo	Inss Patronal Anual	Pago toal anual
C$ 6,657.81	C$ 79,893.66	C$ 6,657.81	C$ 6,657.81	C$ 6,657.81	C$ 17,976.07	C$124,500.95

Fuente: Elaboración propia Datos del MITRAB

Tabla 21 Flujos de costos de operación y mantenimiento

Costo de operación y mantenimiento											
Concepto	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Mantenimiento y operación		C$ 23,616.00	C$ 24,088.32	C$ 24,570.09	C$ 25,061.49	C$ 25,562.72	C$ 26,073.97	C$ 26,595.45	C$ 27,127.36	C$ 27,669.91	C$ 28,223.31
Pago de operario		C$ 124,500.95	C$ 126,990.97	C$ 129,530.79	C$ 132,121.41	C$ 134,763.84	C$ 137,459.11	C$ 140,208.29	C$ 143,012.46	C$ 145,872.71	C$ 148,790.16
Total		C$ 148,116.95	C$ 151,079.29	C$ 154,100.88	C$ 157,182.90	C$ 160,326.56	C$ 163,533.08	C$ 166,803.75	C$ 170,139.82	C$ 173,542.62	C$ 177,013.47

Fuente: Elaboración propia

Los gastos administrativos comprenden la papelería y los equipos de protección personal del operador de la planta.

Tabla 22 Gastos administrativos

Concepto	Cantidad	U/M	Costo Unitario	Costo Anual
Lápiz mecánico	2	UND	C$36.00	C$864.00
Marcadores permanentes	15	UND	C$12.00	C$2,160.00
Lapiceros kilómetro. Caja de 10	3	Caja	C$41.00	C$1,476.00
Clips Grande	2	Caja	C$16.50	C$396.00
Papel bond 40 T/Carta	4	Resma	C$121.00	C$5,808.00
Folder T/Carta	2	Paquete	C$80.20	C$1,924.80
Tinta p/impresora	4	Cartucho	C$350.00	C$16,800.00
			Total	C$29,428.80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23 Equipos de protección personal

Equipos de Protección Personal				
Concepto	Cantidad	U/M	Costo Unitario	Costo Anual
guantes	2	UND	C$150.00	C$3,600.00
alcohol	5	UND	C$125.00	C$7,500.00
Casco	1	UND	C$135.00	C$1,620.00
mascarillas	4	caja	C$180.00	C$8,640.00
Botas	1	Par	C$270.00	C$3,240.00
Uniformes	1.5	UND	C$700.00	C$12,600.00
Total				C$37,200.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24 Flujo de gastos administrativos

Gastos administrativos											
Concepto	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Papelería y útiles		C$ 29,428.00	C$ 30,016.56	C$ 30,616.89	C$ 31,229.23	C$ 31,853.81	C$ 32,490.89	C$ 33,140.71	C$ 33,803.52	C$ 34,479.59	C$ 35,169.18
Equipo de protección personal		C$ 37,210.00	C$ 37,944.00	C$ 38,702.88	C$ 39,476.94	C$ 40,266.43	C$ 41,071.81	C$ 41,893.25	C$ 42,731.12	C$ 43,585.74	C$ 44,457.45
Total		C$ 66,638.00	C$ 67,960.56	C$ 69,319.77	C$ 70,706.17	C$ 72,120.24	C$ 73,562.70	C$ 75,033.96	C$ 76,534.64	C$ 78,065.33	C$ 79,626.63

Fuente: Elaboración propia

7.7.4.3 Inversiones. Las inversiones que se realizarán en el sistema de saneamiento en la universidad internacional Antonio de Baldivieso se clasifican en tres tipos fundamentales: inversiones fijas, inversiones diferidas e inversiones en capital de trabajo.

7.7.4.3.1 Inversiones fijas. El principal componente de las inversiones fijas es la construcción de las obras de recolección, conducción y tratamiento de las aguas residuales con un presupuesto de **C$ 4,642,627.96 (cuatro millones seiscientos cuarenta y dos mil seiscientos veinte y siete córdobas con noventa y seis centavos),** otra porción del activo fijo lo constituye el equipo de oficina y mobiliario para la gestión administrativa.

El área donde serán construidos los componentes del sistema pertenece a la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso y se encuentran legalizados por tanto no afecta en la inversión.

En la tabla 25 se detallan los montos de la inversión fija en mobiliario y equipo de oficina.

Tabla 25 Mobiliario y Equipos de oficina.

Equipo	Cantidad	Función Especifica	Costo
Computadora	1	Equipo utilizado para automatizado la información financiera y para la elaboración de recibos	C$22,100.00
Escritorio	1	Mobiliario para uso del personal administrativo	C$3,200.00
Archivo metálico	1	Mobiliario para archivo de documentos administrativos y financieros	C$3,500.00
Silla secretarial	1	Mobiliario para ser utilizado, por personal administrativo	C$2,500.00
Sillas plásticas	2	Mobiliario para ser utilizado, por personal administrativo	C$1,500.00
Total			C$32,800.00

Fuente elaboración propia

Los equipos y mobiliario de oficina, así como obras civiles tienen una vida útil determinada y se calcula según lo establecido en la ley de concertación tributaria vigente, en la tabla 26 se presentan los años de vida útil de cada uno de ellos.

Tabla 26 Vida útil de equipos, mobiliarios y obras civiles.

Equipo	Cantidad	Vida útil	Costo
Computadora	1	2	C$22,100.00
Escritorio	1	5	C$3,200.00
Archivo metálico	1	5	C$3,500.00
Silla secretarial	1	5	C$2,500.00
Sillas plásticas	2	5	C$1,500.00
Obras Civiles	1	10	C$4,642,627.96
Total			C$4,675,427.96

Fuente elaboración propia

De acuerdo con la vida útil de cada uno de los componentes, el mobiliario, equipos de oficina y las obras civiles, es necesario considerar en el análisis un calendario de reinversiones para aquellos equipos que tienen una vida útil por debajo de la vida útil del proyecto.

Tabla 27 Calendario de Inversiones Fijas

Calendario de inversiones fijas											
Concepto	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Mobiliario		C$ 10,700.00				C$ 10,700.00					
Equipos de computación		C$ 22,100.00		C$ 22,100.00		C$ 22,100.00		C$ 22,100.00		C$ 22,100.00	
Obras civiles	C$ 4,642,627.96										
Total	**C$ 4,642,627.96**	**C$ 32,800.00**	**C$ -**	**C$ 22,100.00**	**C$ -**	**C$ 32,800.00**	**C$ -**	**C$ 22,100.00**	**C$ -**	**C$ 22,100.00**	**C$ -**

Fuente elaboración propia

Cada uno de los mobiliarios y equipos de oficina, así como los componentes del sistema de tratamiento de aguas residuales tendrá una depreciación y se calcula por el método de la línea recta como se muestra en la Tabla 28

Tabla 28 Depreciación equipo de computación

Depreciación método de la línea recta equipo de computación											
Concepto	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Depreciación anual		C$ 2,210.00	C$ 2,210.00	C$ 2,210.00	C$ 2,210.00	C$ 2,210.00	C$ 2,210.00	C$ 2,210.00	C$ 2,210.00	C$ 2,210.00	C$ 2,210.00
Valor en libros	C$ 22,100.00	C$ 19,890.00	C$ 17,680.00	C$ 15,470.00	C$ 13,260.00	C$ 11,050.00	C$ 8,840.00	C$ 6,630.00	C$ 4,420.00	C$ 2,210.00	C$ -

Tabla 29 Depreciación método de la línea recta mobiliario

Depreciación método de la línea recta mobiliario											
Concepto	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Depreciación anual		C$ 1,070.00	C$ 1,070.00	C$ 1,070.00	C$ 1,070.00	C$ 1,070.00	C$ 1,070.00	C$ 1,070.00	C$ 1,070.00	C$ 1,070.00	C$ 1,070.00
Valor en libros	C$ 10,700.00	C$ 9,630.00	C$ 8,560.00	C$ 7,490.00	C$ 6,420.00	C$ 5,350.00	C$ 4,280.00	C$ 3,210.00	C$ 2,140.00	C$ 1,070.00	C$ 0.00

Tabla 30 Depreciación método de la línea recta obras civiles

Depreciación método de la línea recta obras civiles											
Concepto	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Depreciación anual		C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80
Valor en libros	C$ 4,642,627.96	C$ 4,178,365.16	C$ 3,714,102.37	C$ 3,249,839.58	C$ 2,785,576.79	C$ 2,321,314.00	C$ 1,857,051.20	C$ 1,392,788.40	C$ 928,525.60	C$ 464,262.80	C$ -

Fuente elaboración propia

7.7.4.3.2 Inversiones diferidas. Las inversiones diferidas se refieren a todos los gastos necesarios para la puesta en marcha del sistema de saneamiento, entre los cuales están pagos de servicios, gastos de organización, personal de adquisiciones e ingeniero supervisor de proyectos, entre otros. Todos estos gastos se conocen como gastos pre operativo.

Tabla 31 Activos diferidos

Concepto	Costo
Supervisión de la construcción	C$ 60,000
Servicios Notariales	C$ 15,800
Reclutamiento, selección y contratación de empresa Constructora	C$ 18,000
Elaboración de documento de pre factibilidad	C$ 120,000
Total	C$ 213,800

Fuente: Empresas consultadas

Para amortizar los activos diferidos (inversión diferida o intangible) se establece como período de amortización los 10 años (2025-2035), correspondiendo este a la vida útil del proyecto. El monto anual de amortización de los activos diferidos asciende a C$ 21,380.00 córdobas.

Tabla 32 Calendario de amortización de activos diferidos

Calendario de amortización										
Concepto	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Supervisión de la construcción		C$ 6,000.00	C$ 6,000.00	C$ 6,000.00	C$ 6,000.00	C$ 6,000.00	C$ 6,000.00	C$ 6,000.00	C$ 6,000.00	C$ 6,000.00	C$ 6,000.00
Servicios notariales		C$ 1,580.00	C$ 1,580.00	C$ 1,580.00	C$ 1,580.00	C$ 1,580.00	C$ 1,580.00	C$ 1,580.00	C$ 1,580.00	C$ 1,580.00	C$ 1,580.00
Reclutamiento, selección y contratación empresa constructora		C$ 1,800.00	C$ 1,800.00	C$ 1,800.00	C$ 1,800.00	C$ 1,800.00	C$ 1,800.00	C$ 1,800.00	C$ 1,800.00	C$ 1,800.00	C$ 1,800.00
Elaboración de documento de prefactibilidad		C$ 12,000.00	C$ 12,000.00	C$ 12,000.00	C$ 12,000.00	C$ 12,000.00	C$ 12,000.00	C$ 12,000.00	C$ 12,000.00	C$ 12,000.00	C$ 12,000.00
Total		**C$ 21,380.00**	**C$ 21,380.00**	**C$ 21,380.00**	**C$ 21,380.00**	**C$ 21,380.00**	**C$ 21,380.00**	**C$ 21,380.00**	**C$ 21,380.00**	**C$ 21,380.00**	**C$ 21,380.00**

Fuente elaboración propia

7.7.4.3.3 Inversión capital de trabajo.

El capital de trabajo es la inversión adicional en efectivo que debe ser aportada para que el sistema de alcantarillado sanitario y saneamiento inicie sus operaciones. Por lo tanto, las inversiones en capital de trabajo constituyen el conjunto de recursos necesarios en forma de activos circulantes.

Para este proyecto no se considera inversión en capital de trabajo puesto que la universidad no busca generar ganancias con este proyecto si no dar solución a una problemática que afecta su funcionamiento y genera contaminación al medio ambiente.

7.7.5 Flujo neto de efectivo.

Los componentes principales del flujo neto de efectivo son los siguientes: los egresos iniciales de fondos (inversiones fijas, diferidas), los ingresos y egresos de las operaciones. La inversión inicial en activos fijos, diferidos equivale a C$4,642,627.96 mientras los ingresos y egresos representan en el flujo neto de efectivo las entradas y salidas reales de efectivo.

Los ingresos anuales ascienden a C$ 1,440.000.00 en el primer año equivalentes al pago de las cisternas

En la tabla 33 se muestra el flujo de caja para este proyecto.

a

Rubros	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos por evacuación de aguas servidas		C$ 1,440,000.00	C$ 1,468,800.00	C$ 1,498,176.00	C$ 1,528,139.52	C$ 1,558,703.31	C$ 1,589,876.36	C$ 1,621,673.88	C$ 1,654,107.36	C$ 1,687,189.51	C$ 1,720,933.30
Ingresos por construcción de caja de registro		C$ 36,340.00	C$ 0.00	C$ 0.00	C$ 0.00	C$ 0.00	C$ 0.00	C$ 0.00	C$ 0.00	C$ 0.00	C$ 0.00
Ingresos Totales		**C$ 1,476,340.00**	**C$ 1,468,800.00**	**C$ 1,498,176.00**	**C$ 1,528,139.52**	**C$ 1,558,703.31**	**C$ 1,589,876.36**	**C$ 1,621,673.88**	**C$ 1,654,107.36**	**C$ 1,687,189.51**	**C$ 1,720,933.30**
Costo de operación y mantenimiento		C$ 148,116.95	C$ 151,079.29	C$ 154,100.88	C$ 157,182.90	C$ 160,326.56	C$ 163,533.08	C$ 166,803.75	C$ 170,139.82	C$ 173,542.62	C$ 177,013.47
Gastos de administración		C$ 66,638.00	C$ 67,960.56	C$ 69,319.77	C$ 70,706.17	C$ 72,120.24	C$ 73,562.70	C$ 75,033.96	C$ 76,534.64	C$ 78,065.33	C$ 79,626.63
Amortización activos diferidos		C$ 21,380.00	C$ 21,380.00	C$ 21,380.00	C$ 21,380.00	C$ 21,380.00	C$ 21,380.00	C$ 21,380.00	C$ 21,380.00	C$ 21,380.00	C$ 21,380.00
Depreciación de activos fijos		C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80
Costos Totales		**C$ 700,397.75**	**C$ 704,682.65**	**C$ 709,063.44**	**C$ 713,531.86**	**C$ 718,089.64**	**C$ 722,738.58**	**C$ 727,481.50**	**C$ 732,317.26**	**C$ 737,250.74**	**C$ 742,282.90**
Utilidad antes del IR		C$ 775,952.25	C$ 764,117.35	C$ 789,112.56	C$ 814,607.66	C$ 840,612.67	C$ 867,137.78	C$ 894,192.38	C$ 921,790.10	C$ 949,938.76	C$ 978,650.40
Impuesto sobre la renta		C$ 232,785.68	C$ 229,235.21	C$ 236,733.77	C$ 244,382.30	C$ 252,183.80	C$ 260,141.33	C$ 268,258.01	C$ 276,537.03	C$ 284,981.63	C$ 293,595.12
Utilidad después del IR		C$ 543,166.57	C$ 534,882.14	C$ 552,378.79	C$ 570,225.36	C$ 588,428.87	C$ 606,996.45	C$ 625,935.37	C$ 645,253.07	C$ 664,957.13	C$ 685,055.28
Depreciación de activos fijos		C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80	C$ 464,262.80
Amortización activos diferidos		C$ 21,380.00	C$ 21,380.00	C$ 21,380.00	C$ 21,380.00	C$ 21,380.00	C$ 21,380.00	C$ 21,380.00	C$ 21,380.00	C$ 21,380.00	C$ 21,380.00
Medidas de mitigación ambientales	C$ 45,000.00	C$ 0.00	C$ 0.00	C$ 0.00	C$ 0.00	C$ 0.00	C$ 0.00	C$ 0.00	C$ 0.00	C$ 0.00	C$ 0.00
Inversión	C$ 4,675,427.96	C$ 32,800.00	C$ 0.00	C$ 22,100.00	C$ 0.00	C$ 32,800.00	C$ 0.00	C$ 22,100.00	C$ 0.00	C$ 22,100.00	C$ 0.00
Flujo neto de efectivo	**-C$ 4,720,427.96**	**C$ 996,009.37**	**C$ 1,020,524.94**	**C$ 1,015,921.59**	**C$ 1,055,868.16**	**C$ 1,041,271.67**	**C$ 1,092,639.25**	**C$ 1,089,478.17**	**C$ 1,130,895.87**	**C$ 1,128,499.93**	**C$ 1,170,698.08**
VAN	C$ 2,410,003.11										
TIR	18.09%										
R(B/C)	1.10										
Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Beneficios	C$ 0.00	C$ 1,440,000.00	C$ 1,468,800.00	C$ 1,498,176.00	C$ 1,528,139.52	C$ 1,558,703.31	C$ 1,589,876.36	C$ 1,621,673.88	C$ 1,654,107.36	C$ 1,687,189.51	C$ 1,720,933.30
Costos	C$ 4,720,427.96										

Indicador	Valor
VAB	C$ 10,448,873.34
VAC	C$ 9,557,354.85

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33 Flujo de caja

7.7.6 Evaluación Socioeconómica

Para el análisis de la Evaluación socio-económica del proyecto, se toma como referencia la información generada en el estudio financiero, correspondiente a costos de inversión, costos de operación y mantenimiento, para realizar su debida conversión de financieros a costos e ingresos económicos sociales. Para ello se cuenta con la tabla de factores de conversión o razones de los precios de bienes transables y no transables aplicables a nuestro país.

Los precios sociales deben ser usados por los proponentes en la evaluación socioeconómica del proyecto, representan valores oficiales que reflejan el costo real para la sociedad de usar unidades adicionales de los factores de producción en la generación de unidades de bienes y servicios. Los factores de conversión establecidos por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) son los siguientes:

Tabla 34 Factores de Conversión

Descripción	Valor
Precio social de la divisa	1.015
Mano de obra calificada	0.82
Mano de obra no calificada	0.54
Tasa social de descuento	8%

Fuente: Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP)

Los materiales y equipos en la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en la UNIAV se clasifican en Transable y no Transables como se muestra en la Tabla 35

Tabla 35 Materiales o equipos transables y no transables

Materiales Transable
Acero
tubos de PVC
Acero inoxidable
Malla Geotextil
Madera para formaletas
Válvulas de paso
Accesorios de PVC
Computadora
Silla ejecutiva
guantes
botas
cascos
palas cuadradas
bolsas
carretilla
mangueras

No Transable
Arena
Grava
Cemento
Concreto
Material selecto
Archivero metálico
kits de alcohol
Bloques de Concreto

Los factores de conversión establecidos por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) incorporan el verdadero costo de la divisa para la sociedad y la eliminación de la distorsión generada por los impuestos a las exportaciones y los impuestos internos (Impuesto al Valor Agregado: IVA).

El precio de los materiales a usarse para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en la UNIAV se corrigen. Los factores de conversión establecidos por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) como se muestra en la tabla 36.

Tabla 36 costo de materiales sin (Impuesto al Valor Agregado: IVA).

Materiales	**Costo**	**I.V. A**	**Costo Sin I.V. A**
Acero	C$276,000.00	C$41,400.00	C$234,600.00
Tubos de PVC	C$138,000.00	C$20,700.00	C$117,300.00
Acero inoxidable	C$69,000.00	C$10,350.00	C$58,650.00
Malla Geotextil	C$47,265.00	C$7,089.75	C$40,175.25
Madera para formaletas	C$54,970.00	C$8,245.50	C$46,724.50
Válvulas de paso	C$14,950.00	C$2,242.50	C$12,707.50
Accesorios de PVC	C$2,990.00	C$448.50	C$2,541.50
Computadora	C$21,045.00	C$3,156.75	C$17,888.25
Silla ejecutiva	C$3,220.00	C$483.00	C$2,737.00
Guantes	C$368.00	C$55.20	C$312.80
Botas	C$1,840.00	C$276.00	C$1,564.00
Cascos	C$287.50	C$43.13	C$244.38
Palas cuadradas	C$713.00	C$106.95	C$606.05
Bolsas	C$138.00	C$20.70	C$117.30
Carretilla	C$2,875.00	C$431.25	C$2,443.75
Mangueras	C$770.50	C$115.58	C$654.93
Arena	C$63,250.00	C$9,487.50	C$53,762.50
Grava	C$94,300.00	C$14,145.00	C$80,155.00
Cemento	C$74,750.00	C$11,212.50	C$63,537.50
Concreto	C$70,150.00	C$10,522.50	C$59,627.50
Material selecto	C$50,600.00	C$7,590.00	C$43,010.00
Archivero metálico	C$5,175.00	C$776.25	C$4,398.75
Kits de alcohol	C$172.50	C$25.88	C$146.63
Bloques de Concreto	C$20,700.00	C$3,105.00	C$17,595.00
Total	**C$1,013,529.50**	**C$152,029.43**	**C$861,500.08**

Fuente elaboración propia

De igual manera, se han corregido los bienes y servicios valorados a precio de mercado con el factor de corrección correspondiente, según las normas del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), para convertir estos costos e ingresos a flujos económicos sociales.

En la Tabla 37 y la tabla 38 se muestran los costos de la mano de obra calificada y mano de obra no calificada a fin de poder estimar el valor social de la inversión

Tabla 33

Tabla 37 Mano de obra Calificada

Mano de obra Calificada	Tiempo meses	Factor	Monto	Total
Gerente del Proyecto	5	0.82	C$25,000.00	C$102,500.00
Ingeniero Residente	5	0.82	C$20,000.00	C$82,000.00
Total				**C$184,500.00**

Tabla 38 Mano de obra no calificada

Mano de obra No Calificada	tiempo meses	Factor	Monto	Total
Maestros de campo o Capataces	5.00	0.54	C$15,000.00	C$40,500.00
Bodeguero	5.00	0.54	C$7,500.00	C$20,250.00
Fiscal de Campo	5.00	0.54	C$8,500.00	C$22,950.00
Secretaria	5.00	0.54	C$6,500.00	C$17,550.00
Conductores	5.00	0.54	C$7,000.00	C$18,900.00
Celadores	5.00	0.54	C$7,000.00	C$18,900.00
Total				**C$139,050.00**

Otro factor a considerar son los gastos de operación y mantenimiento, así como también los gastos administrativos dichos gastos deben ser sin impuesto del valor agregado I.V.A

En la tabla 39, se muestran los gastos de Operación y Mantenimiento

Tabla 39 Gastos de Operación y Mantenimiento

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mantenimiento y operación		C$ 23,616.00	C$ 24,088.32	C$ 24,570.09	C$ 25,061.49	C$ 25,562.72	C$ 26,073.97	C$ 26,595.45	C$ 27,127.36	C$ 27,669.91	C$ 28,223.31
Pago de operario	C$ 5.00	C$ 124,500.95	C$ 126,990.97	C$ 129,530.79	C$ 132,121.41	C$ 134,763.84	C$ 137,459.11	C$ 140,208.29	C$ 143,012.46	C$ 145,872.71	C$ 148,790.16
Total		**C$ 148,116.95**	**C$ 151,079.29**	**C$ 154,100.88**	**C$ 157,182.90**	**C$ 160,326.56**	**C$ 163,533.08**	**C$ 166,803.75**	**C$ 170,139.82**	**C$ 173,542.62**	**C$ 177,013.47**

Para corregir los de Operación y Mantenimiento se presentan dichos gastos sin impuesto del I.V.A y el pago del Operario se considera mano de obra no calificada por lo tanto se corrige por el factor 0.54 según las normas del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), como se muestra en la tabla 40

Tabla 40 Gastos de Operación y Mantenimiento sin impuesto 15% (I.V.A)

Concepto	Factor de conversión	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mantenimiento y operación	0.4	C$ 20,073.60	C$ 20,475.07	C$ 20,884.57	C$ 21,302.26	C$ 21,728.31	C$ 22,162.88	C$ 22,606.13	C$ 23,058.26	C$ 23,519.42	C$ 23,989.80
Pago de operario	0.54	C$ 67,230.51	C$ 68,575.13	C$ 69,946.63	C$ 71,345.56	C$ 72,772.47	C$ 74,227.92	C$ 75,712.48	C$ 77,226.73	C$ 78,771.26	C$ 80,346.69
Total		**C$ 87,304.11**	**C$ 89,050.20**	**C$ 90,831.20**	**C$ 92,647.83**	**C$ 94,500.78**	**C$ 96,390.80**	**C$ 98,318.61**	**C$ 100,284.99**	**C$ 102,290.68**	**C$ 104,336.50**

Tabla 41 Gastos Administrativos

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Papelería y útiles		C$ 29,428.00	C$ 30,017.38	C$ 30,617.72	C$ 31,230.08	C$ 31,854.68	C$ 32,491.77	C$ 33,141.61	C$ 33,804.44	C$ 34,480.53	C$ 35,170.14
Equipo de protección personal		C$ 37,200.00	C$ 37,944.00	C$ 38,702.88	C$ 39,476.94	C$ 40,266.48	C$ 41,071.81	C$ 41,893.24	C$ 42,731.11	C$ 43,585.73	C$ 44,457.44
Total		**C$ 66,628.00**	**C$ 67,961.38**	**C$ 69,320.60**	**C$ 70,707.02**	**C$ 72,121.16**	**C$ 73,563.58**	**C$ 75,035.05**	**C$ 76,535.55**	**C$ 78,066.26**	**C$ 79,627.58**

Los gastos administrativos se consideran sin impuesto del valor agregado I.V.A como se muestra en la tabla 42

Tabla 42 Gastos Administrativos sin impuestos

Concepto	Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Papelería y útiles	IVA	C$ 25,604.44	C$ 25,914.77	C$ 26,205.06	C$ 26,516.57	C$ 27,076.48	C$ 27,618.01	C$ 28,170.37	C$ 28,733.77	C$ 29,309.85	C$ 29,898.42
Equipo de protección personal	IVA	C$ 31,200.00	C$ 32,242.40	C$ 32,897.35	C$ 33,356.04	C$ 34,420.30	C$ 34,910.03	C$ 35,930.02	C$ 36,531.44	C$ 37,047.87	C$ 37,708.63
Total		**C$ 56,804.44**	**C$ 57,767.17**	**C$ 58,992.41**	**C$ 60,101.69**	**C$ 61,302.98**	**C$ 62,528.04**	**C$ 63,779.02**	**C$ 65,065.22**	**C$ 66,356.62**	**C$ 67,603.05**

7.8 Diagnostico Ambiental

Para la identificación y valoración de impactos se consideran las actividades de construcción y puesta en operación de las obras del proyecto, estas resultarán en interacciones con factores ambientales y sociales que deberán ser prevenidos, mitigados o compensados en caso de ser necesario.

El método de valoración ambiental se realiza a partir de la ficha-formulario ambiental, donde los métodos de valoración cualitativa son muy útiles para valorar las diversas alternativas de un mismo proyecto. La matriz de Leopold es la más conocida y la primera metodología que se diseñó para las Evaluaciones de Impacto Ambiental.

Una matriz es un cuadro de doble entrada, donde los factores ambientales que pueden ser afectados por el proyecto ocupan las filas y las acciones impactantes (agrupadas por fases) las columnas.

En la parte superior izquierda se indica la magnitud del impacto, es decir, el grado de extensión o escala del impacto precedido del signo + o - según sea un impacto positivo o negativo. La magnitud se puntúa del 1 al 10. 1 si la alteración es mínima y 10 si es máxima (el cero no es válido). En la parte inferior derecha se hará constar la importancia, es decir, el grado de intensidad o grado de incidencia de la acción impactante sobre un factor. La importancia se puntúa del 1 al 10 (el cero no es válido.

La estimación de la magnitud y de la importancia son subjetivas (no se aplica en este caso una fórmula para deducir la importancia del impacto, sino la experiencia del evaluador). La matriz se acompaña de una explicación, justificando los impactos señalados y resaltando los más significativos, es decir, aquellos cuyas filas y columnas aparezcan más llenas o con calificaciones más altas.

La suma de las celdas por filas indica las incidencias de todas las acciones, es decir, del conjunto del proyecto, sobre cada factor ambiental; es, un indicador de la fragilidad de ese factor ante el proyecto. b) La suma de las celdas por columnas nos dará una valoración relativa del efecto que cada acción impactante produciría en el medio y, por tanto, de la agresividad de esa acción.

Clima: El proyecto se ubica en la Ciudad de Rivas, situado dentro de la Región Natural del Pacifico de Nicaragua, Región Climática de Trópico Seco, denominada Región Baja del Pacifico, Según la clasificación de Koppen, la ciudad de Rivas corresponde al tipo Tropical de Sabana (Trópico Seco), caracterizado por tener precipitaciones y temperaturas altas, de conformidad con la clasificación de W, posee las características de Clima Caliente y Sub-Húmedo con lluvia en verano, por lo que el clima de la zona se tipifica como Sabana Tropical (AW), en el que persisten días muy cálidos, caracterizados por temperaturas medias de 30 0C. El período más caluroso ocurre desde marzo hasta mayo y el más fresco desde diciembre hasta febrero.

Calidad del Aire: En los sitios en que se emplazarán las obras del proyecto no se perciben malos olores. El área se encuentra en una zona urbanizada, rodeada por los campos de la universidad en el extremo. La dirección predominante del viento es de Este a Oeste, soplando con fuerza considerable por influencia de las corrientes de aire en el Lago de Nicaragua o Cocibolca y por ser el relieve generalmente plano.

Hidrografía: El proyecto se sitúa en el extremo oeste de la ciudad de Rivas que parte la vertiente del Pacifico de Nicaragua, Subprovincia Hidrológica Graben nicaragüense, en la cuenca del Rio San Juan o cuenca 69.

El Subsistema de Acuífero de Rivas- Nandaime (B1 pertenece al Sistema Acuífero Sur- Oeste, que constituye el Sistema acuífero más extenso e importante de la zona Pacifico y del País y se caracteriza por poseer propiedades hidráulicas favorables para el aprovechamiento de agua subterránea mediante pozos perforados profundos. El agua subterránea ocurre en los depósitos Cuaternarios (Qal, Qr, Qc) constituidos principalmente por arenas finas a gruesas y areniscas. Los depósitos descansan sobre las rocas de la Formación Rivas (Kr).

Los cuerpos de agua superficiales de Rivas drenan principalmente al Lago Cocibolca y se caracterizan por ser de corto recorrido, régimen pluvial y crecida rápida que ocasionalmente inundan las tierras bajas por corto tiempo, siendo intermitentes en períodos de verano. El cauce que atraviesa la UNIAV desemboca en el Río Oro, el cual a su vez recibe las aguas pluviales de la ciudad de Rivas antes de desembocar en el Lago de Nicaragua.

Flora: Rivas se encuentra ubicado en la denominación Zona de Vegetación de Sabana, Matorral y bosque seco. El entorno de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso es una zona urbanizada en que la presencia de vegetación está limitada a los cursos de cauces, caminos y ocasionalmente en cercas vivas.

Dentro de la Universidad se encuentran áreas destinadas a la crianza de ganado, pero se aprecia cierta cobertura forestal, compuesta por Cedro, Caoba, Roble, Jenízaro, Cortez, Sangregrado, Acacia Rosada, Pastos (Transvala, Gamba, Mombaza y estrella), Rosa de Jamaica y hortalizas.

Fauna: El Proyecto se encuentra en una zona en parte urbanizada con escaza cobertura vegetal y acondicionada para actividades agropecuarias, y la fauna es escasa tanto en especie como en cantidad. El área del proyecto cuenta con pocas especies, entre ellas: zanates, zopilotes, algunos reptiles como lagartijas, zorros cola pelada, y el ganado bovino, gallinas, cerdos utilizado por la institución para las labores de educación e investigación.

Paisaje: El sitio de emplazamiento del Proyecto consta de un paisaje uniforme, teniendo como eje visual oeste el campo de prácticas destinadas a siembra agrícola de la Universidad. Hacia el este las instalaciones de la Universidad y la ciudad de Rivas, que es un entorno totalmente urbanizado.

7.8.2 Análisis de Riesgo

La evaluación de riesgo considera la probabilidad de ocurrencia de un evento natural o antrópico cuyas consecuencias ambientales y socioeconómicas pueden generar un desastre o inhabilitación del funcionamiento del proyecto tanto en su etapa de construcción como de operación. El análisis de riesgos permite desarrollar medidas de contingencias y obras de protección orientadas a prevenir y controlar riesgos tanto de origen natural como antrópico.

La amenaza o peligro se refiere a la probabilidad de ocurrencia de las consecuencias de un fenómeno de origen natural, generalmente de carácter sorpresivo, de evolución rápida y de relativa severidad, que se concentra durante un determinado período de tiempo y en un lugar, afectando a un componente o a la totalidad del sistema territorial expuesto. Desde esta perspectiva, la diferencia fundamental entre la amenaza y el riesgo es que la primera se refiere a la probabilidad de que se manifieste un evento natural, mientras que el segundo está relacionado con la probabilidad de que se den ciertas consecuencias (Fournier, 1985).

La vulnerabilidad se define como la predisposición o susceptibilidad intrínseca de los componentes antrópicos del sistema territorial para ser dañados total (destrucción) o parcialmente (deterioro) debido al impacto de la amenaza. Representa la medida o magnitud de probabilidad de daño o pérdida de un componente o sistema territorial expuesto a la amenaza al exceder su nivel de tolerancia o respuesta; por tanto, constituye el factor interno del riesgo que se manifiesta por su fragilidad o debilidad frente al evento natural.

El concepto de “exposición” o “elementos en riesgos” se refiere a la distribución espacial de la población, actividades económicas, bienes materiales, obras de ingeniería civil, servicios públicos, etc., sobre las que puede impactar el fenómeno natural peligroso.

Rivas se encuentra ubicado en una zona geográfica expuesta ante amenazas naturales, socio naturales y antropogénica, debido principalmente a la probabilidad de ocurrencia de fenómenos meteorológicos, geológicos, incendios y contaminación ambiental. Entre las amenazas naturales de la ciudad se encuentran las de origen sísmico, volcánicas y meteorológico como huracanes, tormentas e inundaciones.

7.8.3 Clasificación de las Amenazas según INETER

El libro Amenazas Naturales de Nicaragua publicado por INETER, 2001, presenta una descripción de las amenazas naturales de Nicaragua, basado en la información existente a la fecha. Para el Análisis de Amenazas se utilizará la información oficial sobre la "Clasificación de los Municipios de Nicaragua por Amenazas Naturales" del INETER. Para la clasificación de los municipios por amenazas naturales, se realizó una ponderación en base a la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{\Sigma\ 1(Sismo) + 1(Sequía) + 1(Inundación) + 1(Huracán) + 0.5(Volcanes)} \\ \boldsymbol{+ 0.5\ (Deslizamientos) + 0.5(Tsunamis)}$$

Con esta ponderación el INETER efectuó la valoración de la "Priorización de Municipios por Amenazas Naturales", en donde se utiliza una escala para la ponderación de amenazas es de 0 a 10, para cada una de las siete amenazas naturales principales, en base a la información existente a la fecha sobre el nivel relativo de amenaza natural a que está expuesto cada municipio. La escala de clasificación de amenazas utilizada, la siguiente:

Tabla 43 Escala de Clasificación de Amenazas

Ninguna	Baja	Moderada	Alta
0	1-4	5-7	8-10

Para este análisis de riesgo del sitio del proyecto se tomaron los mismos criterios utilizados por INETER para el análisis de amenazas naturales de Nicaragua (amenaza sísmica, de huracán, de sequía, inundación, volcánica, deslizamiento y tsunami).

7.8.4 Amenazas del Sitio del Proyecto

Amenazas Naturales: Dentro de las amenazas naturales del sitio del proyecto, el promedio ponderado para el departamento de Rivas, lo ubica en un nivel 6, en la escala de 1-10. Los sismos son generados principalmente por la interacción de las placas continentales Cocos y Caribe, cuya incidencia abarca toda la franja del Pacífico de Nicaragua. También la actividad volcánica, podría afectar a la población del municipio mediante la caída de cenizas.

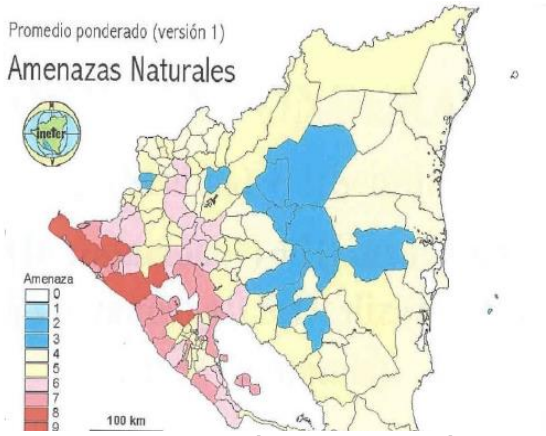


Ilustración 5 Ponderación de Amenazas Naturales

Referencia Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales [INETER]. (2001). *Amenazas naturales de Nicaragua*. INETER.

Entre las amenazas socio naturales están las inundaciones, deslizamiento y sequías, generadas por la combinación de factores de origen natural y antrópicas, dado que, ante la presencia de huracanes, tormentas, exceso o escases de lluvias, la población ha creado las condiciones propicias para que los efectos negativos sean intensificados, mediante deforestación de bosques, quemas, contaminación ambiental, entre otros. Las amenazas antrópicas son producidas principalmente por incendios urbanos y forestales, contaminación ambiental, erosión de los suelos por uso intensivo o inadecuado.

Las características que presenta cada amenaza en el sitio previsto para la ejecución de las obras del proyecto, se describen a continuación.

Huracanes: El impacto indirecto de ciclones tropicales muestra niveles iguales o inferiores a cinco, es decir de amenaza media. Sin embargo, en el año 2016, Rivas fue el departamento más afectado por las intensas lluvias en el paso de la tormenta tropical Nate y las fuertes precipitaciones propias de la temporada. En la escala de amenazas Rivas presenta 5, calificándose de tipo moderado.

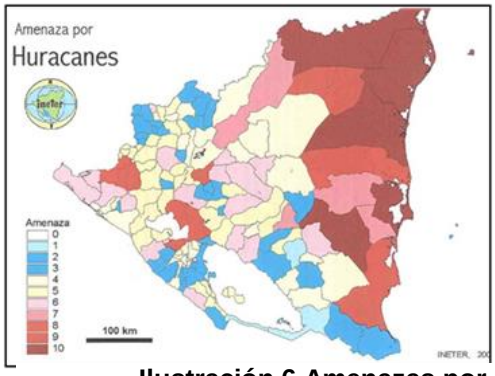


Ilustración 6 Amenazas por huracanes

Nota. Tomado de *Amenazas naturales de Nicaragua*, por Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), 2001, INETER.

Inundaciones: Este fenómeno es el de mayor afectación en el departamento de Rivas, con un valor de 6 en la escala de amenazas, debido principalmente a las características geográficas del territorio, con un relieve muy plano en la zona del lago y un tanto inclinado hacia la parte del océano, produciéndose empozamiento de aguas y escorrentías, provocados por fenómenos hidrometeorológicos, tales como huracanes, tormentas y lluvias intensas

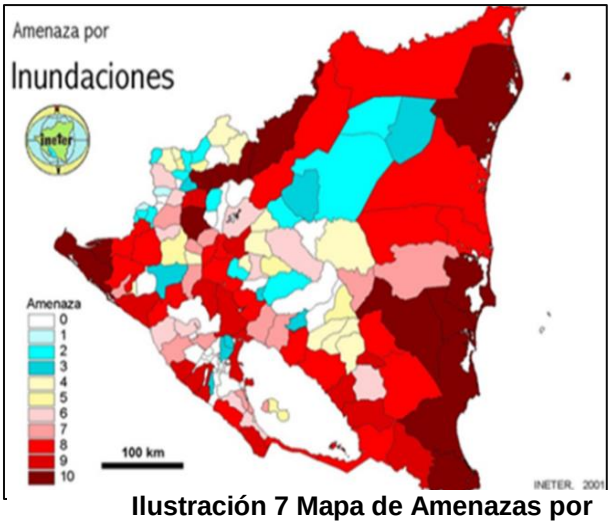


Ilustración 7 Mapa de Amenazas por Inundaciones

Nota. Tomado de *Amenazas naturales de Nicaragua*, por Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), 2001, INETER.

Volcanes: En el departamento de Rivas se encuentra la presencia de los volcanes Concepción y Maderas, ubicados en la Isla de Ometepe, de los cuales el Concepción representa amenaza debido a sus ocasionales actividades de fumarolas, mientras que el volcán Maderas ha estado inactivo por un largo periodo de tiempo. Es necesario señalar que un equipo de vulcanólogos de INETER, está en constante monitoreo de las actividades del volcán, con un sistema de alerta temprana e instrumentación de última generación. El valor de amenaza de escala 0-10 ubica a Rivas en 5, de carácter moderado.

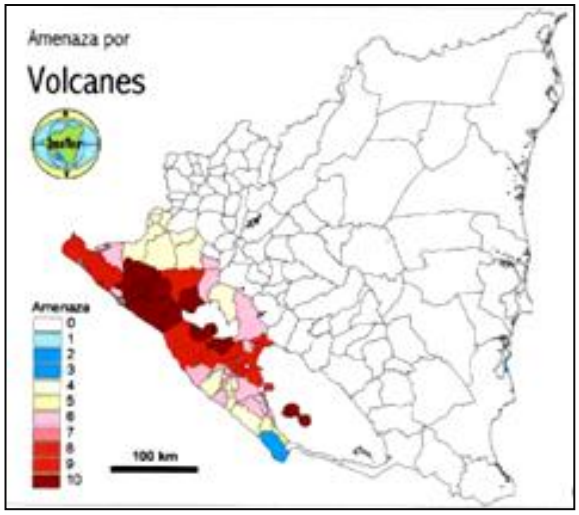




Ilustración 8 Mapa por amenazas de volcanes

Deslizamientos: La inestabilidad de laderas en la zona del departamento de Rivas se presenta alrededor de los volcanes, pues estas estructuras de pendientes fuertes están constituidas por formaciones rocosas fracturadas, otro de los factores de deslizamiento que se puede originar en el casco urbano lo constituyen las lluvias intensas que se presentan como efecto indirecto de los ciclones tropicales del océano Pacífico.

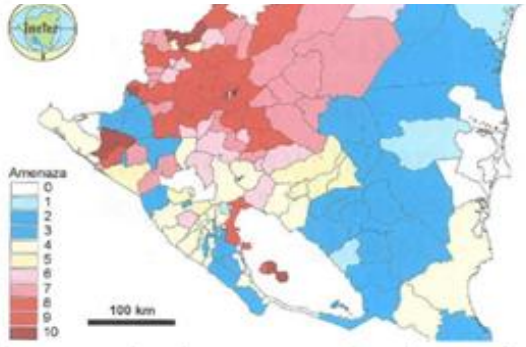


Ilustración 9 Mapa de Amenazas por Deslizamientos

Nota. Tomado de *Amenazas naturales de Nicaragua*, por Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), 2001, INETER.

Rivas se ubica en 4 en escalda de amenaza de deslizamientos, no afectando directamente el área del proyecto y calificándose como amenaza baja.

Sismos: Entre las principales causas generadoras de sismicidad en el departamento de Rivas están las placas tectónicas Coco-Caribe, así como también el Graben o Depresión Nicaragüense, que abarca la cadena volcánica cuaternaria, los grandes lagos y lagunas cratéricas. La presencia de los volcanes de Concepción y Maderas, crea la posibilidad de que ocasionen sismos en el departamento, principalmente en los municipios de Moyogalpa, Altagracia, San Jorge, Buenos Aires y Belén.

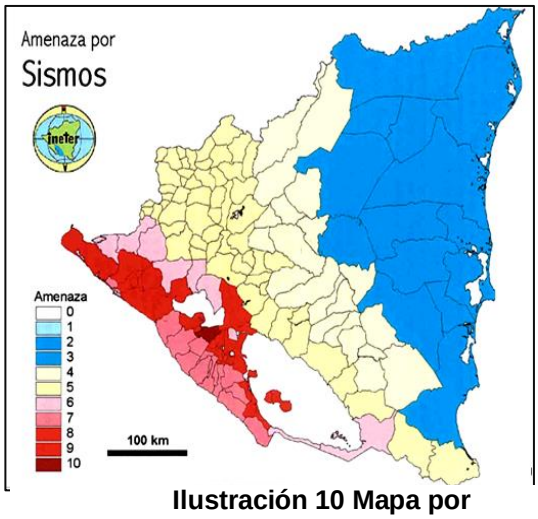
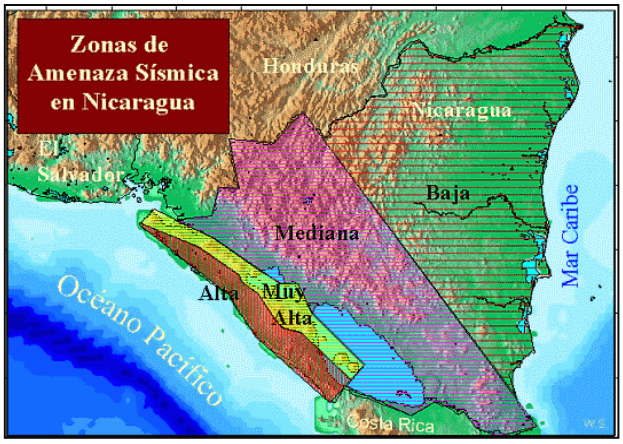


Ilustración 10 Mapa por amenazas de sismos

Nota. Tomado de *Amenazas naturales de Nicaragua*, por Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), 2001, INETER.

El nivel de amenaza para Rivas es de 8 en la escala de 0-10, calificándose como alta.



Sequía: Rivas se encuentra en una zona afectada por la sequía, lo que es asociado a factores antropogénicos, por lo cual algunos suelos están en proceso de degradación por su mal uso, deforestación y quema de los bosques con fines agrícolas, el nivel de amenaza de sequía para Rivas se ubica en 7 en la escala de 0-10, calificándose de alto.

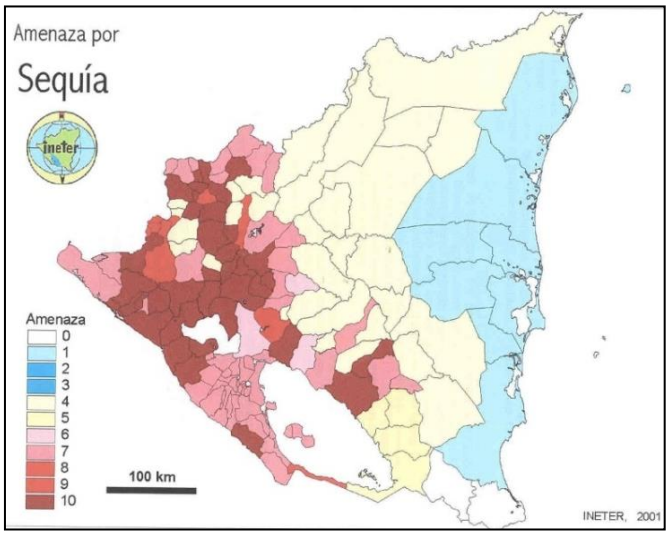


Ilustración 11

Nota. Tomado de *Amenazas naturales de Nicaragua*, por Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), 2001, INETER.

Ilustración 11 Mapa de Amenaza por Sequía

Tsunami: De acuerdo con el INETER, el departamento de Rivas presenta un nivel de amenaza de Tsunami de 3 en la escala del 0 - 10, calificándose como una amenaza baja.

Esta amenaza no afecta directamente al casco urbano de la cabecera municipal de Rivas, por lo que no constituye una amenaza para el proyecto.

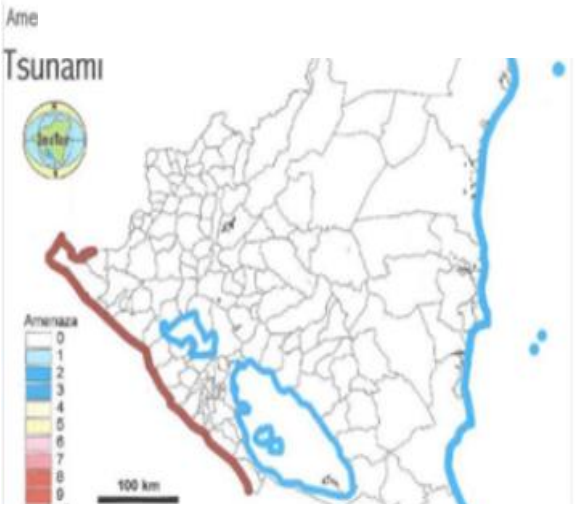


Ilustración 12 Mapa de Amenazas por Tsunamis

Nota: tomado Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2001). *Amenaza por tsunami en Nicaragua*. INETER.

Contaminación Ambiental: La cobertura del servicio de recolección de residuos sólidos se hace en algunos barrios del centro de la ciudad, el mercado, rastro municipal y el Hospital. La cantidad de viviendas que reciben el servicio, no pagan en su totalidad, lo que representa una carga económica muy grande para la alcaldía, otro problema grave

es que existen basureros ilegales, incrementando los focos de contaminación y sin control. Los depósitos de residuos sólidos son abiertos por lo que abundan los semovientes que deambulan por el basurero, poniendo en riesgo a la población en cuanto a su consumo, además no existe el manejo adecuado de los desechos sólidos.

Finalmente, la falta de cobertura del alcantarillado sanitario y la falta de medidas de control de las empresas, junto con la incorrecta disposición de residuos sólidos y líquidos contaminan el manto acuífero infiltrando aguas no tratadas, y de forma superficial los cauces y ríos que desembocan al lago Cocibolca, que es fuente de agua de consumo para muchas ciudades en sus alrededores.

Evaluación de Amenazas Naturales

De acuerdo a los estudios realizados por INETER, Rivas, en la escala comparativa del nivel de riesgo con los 151 municipios del país, se encuentran ubicado en los lugares de moderado riesgo.

Tabla 44 Priorización de Municipios por Amenazas Naturales

Municipios	Rivas	Cárdenas	San Jorge
Sismos	8	6	8
Huracanes	5	1	5
Sequías	7	7	7
Inundaciones	6	8	7
Volcanes	5	0	5
Deslizamiento	4	0	4
Tsunami	3	3	3
Total	38	25	38
Total, Ponderado	5.4	4	5.4

Según los resultados, en el caso de Rivas, la amenaza ponderada por causa de los factores de peligro analizado es de 5.4, por lo que se califica como moderada, encontrándose en los límites medios de la escala de valoración y con tendencia a bajar, según consignado en el Mapa de Amenaza Naturales de Nicaragua, (INETER 2001).

Las amenazas de mayor incidencia e importancia son los sismos, seguido por las sequías e inundaciones consideradas como altas según su ponderación de amenazas, nivel moderado los huracanes, y nivel bajo, se encuentra los deslizamientos y tsunamis, éste último de baja a inexistente posibilidad de afectar directamente la zona urbana del municipio.

7.8.4.2 Histograma de Emplazamiento. Este instrumento permite valorar las características generales del sitio y el entorno donde se propone ubicar el proyecto para evitar o prevenir potenciales riesgos e impactos ambientales que atentan contra la sostenibilidad y la adaptabilidad del proyecto al medio ambiente, tales como**:**

• Peligrosidad del sitio debido a factores naturales o antrópicos que pueden dañar el proyecto

• Evitar efectos ambientales negativos del proyecto

• Valorar e identificar aspectos legales, técnicos y normativos del proyecto que entren en contradicción con el marco jurídico

• Evitar efectos sociales indeseables generados por el proyecto

• Buscar la máxima adaptabilidad entre el sitio y el tipo de proyecto

La evaluación del emplazamiento se desarrolla en una serie de etapas o pasos que se explican detalladamente a continuación:

Paso 1: Se seleccionan las variables que serán utilizadas en la evaluación: Las variables a utilizar se seleccionan de acuerdo al tipo de proyecto. Las Variables mínimas a considerar deben ser:

- Sismicidad
- Deslizamientos
- Vulcanismo
- Hidrología

• Hidrogeología
• Mar y Lagos
• Calidad del Suelo
• Rangos de pendiente
• Accesibilidad
• Consideraciones urbanísticas
•Desechos sólidos y líquidos
• Fuentes de contaminación
• Incompatibilidad de la infraestructura
• Conflictos territoriales
• Marco legal
• Participación ciudadana

Paso 2: Después de seleccionar las variables que se corresponden con el tipo de proyecto, se utiliza la tabla de evaluación y el histograma para proceder a evaluar el emplazamiento.

Paso 3. Antes de realizar la visita al sitio, es necesario consultar las distintas fuentes de información que se tenga sobre el territorio donde se emplaza el proyecto. Entre las fuentes a consultar se encuentran:

• Estudios ambientales del territorio
• Mapas de Riesgo o mapas de amenazas
• Mapas de uso del suelo
• Estudios antropológicos, socioeconómicos o arqueológicos del territorio
• Otras fuentes

Paso 4: Visita al sitio: Esta etapa es muy importante porque deberá verificarse toda la información necesaria para llenar el histograma.

Paso 5: La evaluación del emplazamiento se realizará mediante el llenado de un histograma que se expresa en un formulario. El histograma consta de tres partes:

• Valoración de variables

• Cálculo matemático y evaluación de elegibilidad del sitio

• Observaciones sobre los resultados y firma

La primera parte consta de tres columnas, que son:

Relación de variables: Se relacionan todas las variables que podría contener una evaluación del emplazamiento. Los valores posibles para cada variable son: No aplica: Quiere decir que no se valora, 1, 2 ó 3, según la tabla de evaluación.

Para uso del formulador o proponente o municipio: En esta columna el formulador, proponente o municipio valora las variables que serán objeto de evaluación, según la selección anteriormente explicada.

Para uso del evaluador: Es una columna idéntica a la que utiliza el formulador, o proponente o municipio. Esta columna será utilizada por el técnico territorial del MARENA que realiza la evaluación

Los **valores de 1** en la escala representan las situaciones más riesgosas, peligrosas o ambientalmente no compatibles con el tipo de proyecto que se evalúa

Los **valores de 2** en la escala representan situaciones intermedias de riesgos, peligros o ambientalmente aceptables con limitaciones con el tipo de proyecto que se evalúa

Los **valores de 3** en la escala representan situaciones libres de todo tipo de riesgos y compatibles ambientalmente.

Pudieran existir condiciones en un sitio que no se encuentren expresadas en ninguno de los rangos anteriormente descritos, para ese caso, la persona que evalúa el sitio podrá asociar la situación presente a la escala que considere más apropiada.

Una vez definidos los valores de la Escala que se obtienen de las tablas anteriores, se procede a concluir el Histograma llenando la columna (P) Peso. La columna (P) se corresponde con el peso o importancia del problema, así las situaciones más riesgosas o ambientalmente incompatibles tienen la máxima importancia o peso (3), mientras que las situaciones no riesgosas o ambientalmente compatibles tienen la

mínima importancia o peso (1), mientras que las situaciones intermedias tienen un peso o importancia media (2).

La fila Frecuencia (F) se refiere a la frecuencia, o sea la cantidad de veces que en el histograma se obtiene la misma evaluación o escala. Por ejemplo, en un histograma donde:

Tabla 45 variables

Variables	Evaluación
Calidad Del Aire	1
Viento	3
Precipitaciones	2
Ruidos	1
Orientación	2

La cantidad de evaluaciones con:

Valor de 3 = 1 Por lo tanto la Frecuencia (F) es 1

Valor de 2 = 2 Por lo tanto la Frecuencia (F) es 2

Valor de 1 = 2 Por lo tanto la Frecuencia (F) es 2

En la fila Escala x Peso x Frecuencia (E x P x F), se multiplican los tres valores, o sea la escala, la evaluación por el peso y la importancia por la frecuencia.

Mientras que en la fila Peso x Frecuencia (P x F) se multiplican sólo los valores del Peso y la importancia por la Frecuencia

Posteriormente se suman los valores totales de la fila (E x P x F) y los valores de la fila (P x F) y se depositan en la columna que dice SUMA

Finalmente se divide la suma total de la fila (E x P x F) entre la suma total de la fila (P x F) y se deposita en la fila que dice VALOR TOTAL. Este valor se aproximará a un entero y un decimal y de esta forma el valor obtenido se enmarca en un rango que puede ser:

1 – 1.5

1.6 – 2.0

2.1 – 2.5

> 2.5

Se encerrará con un recuadro rojo el rango donde se situé el valor total obtenido

Tabla 46 Histograma de Emplazamiento PTAR UNIAV

No.	VARIABLES	PARA USO DEL EVALUADOR						
		N.A.	E	P	E	P	E	P
		0%	1	3	2	2	3	1
1	Orientación						x	
2	Régimen De Viento						x	
3	Precipitación				x			
4	Ruidos				x			
5	Calidad De Aire				x			
6	Sismicidad						x	
7	Erosión						x	
8	Usos De Suelo						x	
9	Formación Geológica						x	
10	Deslizamientos						x	
11	Vulcanismo						x	
12	Rangos De Pendientes						x	
13	Calidad De Suelo						x	
14	Suelos Agrícolas						x	
15	Hidrología Superficial				x			
16	Hidrogeología				x			
17	Mar Y Lagos						x	
18	Áreas Protegidas O Alta Sensibilidad						x	
19	Calado Y Fondo	x						
20	Especies Nativas	x						
21	Sedimentación						x	
22	Radio De Cobertura	x						
23	Accesibilidad						x	
24	Consideraciones Urbanísticas						x	
25	Acceso A Los Servicios						x	
26	Desechos Sólidos						x	
27	Líneas Alta Tensión						x	
28	Peligro De Incendios						x	
29	Incompatibilidad De Infraestructuras				x			
30	Conflictos Territoriales						x	
31	Marco Legal						x	
32	Seguridad Ciudadana						x	

No.	VARIABLES	PARA USO DEL EVALUADOR						
		N.A.	E	P	E	P	E	P
		0%	1	3	2	2	3	1
33	Participación Ciudadana						x	
34	Plan Inversión Municipal Y Sostenibilidad						x	
Frecuencias (F)		Suma	0		6		25	
Escala X Peso X Frecuencia (Expxf)		99	0		24		75	
Peso X Frecuencia (Pxf)		37	0		12		25	
Valor Total (Expxf / Pxf)		2.7						

De forma general, el resultado de la aplicación del instrumento designado por MARENA, Histograma de Emplazamiento (con datos del formulador) indican que: “Valores superiores a 2.7: significa que el sitio no es peligroso, muy bajo riesgo y/o buena calidad ambiental para el emplazamiento del proyecto, por lo que se considera este sitio elegible para el desarrollo de la inversión”.

7.8.5 Pronóstico de la Situación Ambiental al Implementar el Proyecto

Se identificaron 149 interacciones de las actividades de construcción, operación y posible abandono de las obras.

De estas interacciones se analizaron 23 posibles efectos ambientales en los que se consideró el carácter de cada impacto, el efecto, la sinergia, la persistencia, la intensidad, la extensión, la recuperabilidad, la reversibilidad de sus efectos, la periodicidad, y el momento.

El análisis de estas interacciones entre las obras del proyecto durante la construcción y puesta en funcionamiento y el medio en el área de influencia del mismo, permite establecer medidas para mitigar, controlar o compensar los posibles efectos adversos en el ambiente.

Ilustración 13 Características de los Posibles Impactos del Proyecto

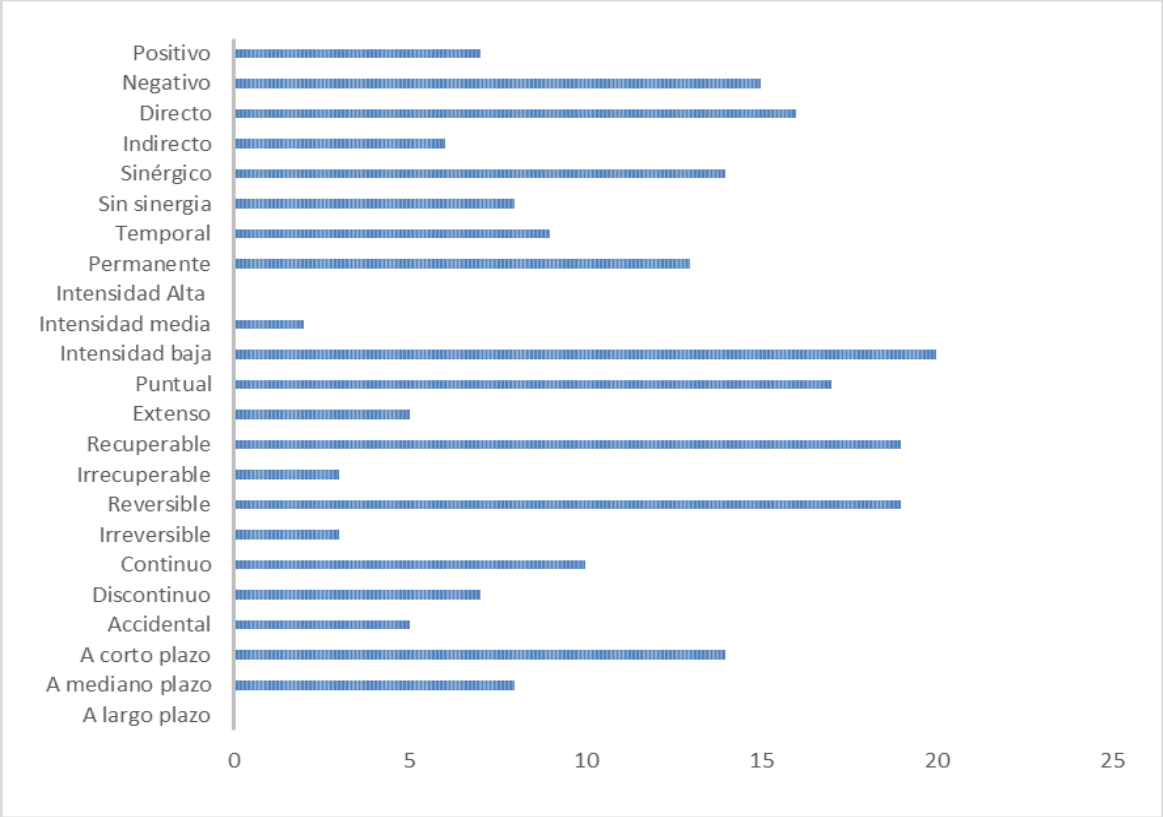


Tabla 47 Factores y acciones durante la construcción, operación y abandono del proyecto

Factores / Acciones			A. Construcción							B. Operación y Funcionamiento						C. Abandono	
			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	A1	A2
			Limpieza inicial	Instalación de Bodega y área de Taller	Excavación	Corte, Traslado de Material	Construcción de Unidades	Construcción de cajas de registro	Instalación de tuberías	Operación del Sistema	Mantenimiento de Unidades	Limpieza de Unidades	Infiltración de efluentes depurados	Disposición Final de Lodos	Mantenimiento y Limpieza de tuberías y cajas de registro	Desamantelado de Estructuras	Limpieza
Medio Biótico	1. Flora	a. Cobertura vegetal	2 3	1 1	2 2	1 1		2 1	1 1					1 1			2 2
		b. Hábitat	1 1		1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1				
	2. Fauna	a. Deplazamiento temporal de individuos	1 1		2 2	2 2	1 1	1 1									
		b. Efecto barrera			1 1	1 1	1 1		1 1	2 2			1 1				
		c. Afectación a Especies protegidas															
Medio Físico	3. Suelo	a. Afectación al relieve natural			1 1	1 1			1 1			1 1					
		b. Inestabilidad del suelo			1 1	1 1	1 1										
		c. Erosión			2 3	1 1	1 1	1 1	1 1							1 2	
		d. Contaminación del suelo		1 1	1 1	1 1	1 2	1 1	1 1	1 1	1 2	1 2	3 3	2 2	2 2	1 2	
	4. Agua	a. Variación de flujo											3 3				
		b. Aguas superficiales			2 2	2 2	2 2	2 2		3 3	2 2	2 2		2 2	1 2	2 2	
		c. Aguas subterráneas			2 2	2 2	2 2	2 2		3 3	2 2	2 2		2 2			
	5. Aire	a. Emisión de Gases				1 1				1 1						1 1	
		b. Material Particulado (PM10)			2 2	2 2	2 2										
		c. Ruido y Vibraciones	1 1		2 2	2 2	2 2										
		d. Alteración microclima															
	6. Paisaje	a. Fragilidad visual															
		b. Desarmonía			1 2	1 2	1 2			1 1							
Medio Socioeconómico y Cultural	7. Uso del territorio	a. Espacios Abiertos			1 1	1 1	1 1	1 1	1 1								
		v Desarrollo Urbano								3 3	3 3						
		c. Zonas Verdes			1 1	1 1	1 1	1 1	1 1								
		d. Cambio de Uso					1 1	1 1	1 1								
	8. Económico Cultural	a. Humanos. Calidad de Vida		1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	2 2				2 2		2 2	
		b. Empleo, Actividades Económicas	1 2	1 2	2 3	2 3	2 3	2 3	1 1	1 1	1 2	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1
		c. Incremento de Servicios. Equipamiento								2 3					1 2	1 1	1 1
		d. Dinamismo Economía Local	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 2	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1
		e. Sitios Arqueológicos			1 1												

7.8.6 Pronóstico en la Etapa de Construcción del Proyecto

Tabla 48 Efectos en la construcción del proyecto

Posibles Efectos Ambientales	Naturaleza
Aporte al dinamismo social por acceso a trabajos en la construcción del sistema de tratamiento	Positiva
Reducción de cobertura vegetal por excavaciones e instalación de infraestructuras	Negativa
Perturbación de la fauna local por movimientos de tierra y construcción de las unidades de tratamiento	Negativa
Posible contaminación del suelo por derrames accidentales de hidrocarburos producto de las actividades de mantenimiento de maquinaria para construcción del sistema	Negativa
Posible riesgo de erosión por remoción y almacenamiento de material excavado	Negativa
Posible contaminación de aguas por derrame accidental de hidrocarburos en la construcción del sistema	Negativa
Contaminación acústica por emisión de ruidos y vibraciones durante los trabajos de construcción	Negativa
Probable alteración del microclima por emisión de gases de maquinaria en trabajados de construcción	Negativa
Cuenca visual en desarmonía por trabajos de construcción y acopio de materiales y equipos	Negativa
Reducción de áreas verdes y espacios abiertos con la construcción de unidades de tratamiento	Negativa
Molestias a la población estudiantil, trabajadores y vecinos inmediatos por emanación de polvo y material particulado en las excavaciones y construcción de unidades e instalación de tuberías	Negativa
Riesgo de accidentes laborares en la construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales en la UNIAV	Negativa

En la etapa de construcción del Proyecto se pueden presentar las afectaciones que a continuación se describen.

Social: El proyecto en esta etapa, se presenta como una oportunidad para la generación de fuentes de empleo para mano de obra no calificada, con lo que de forma indirecta y de manera temporal podría haber cierta dinamización de la economía en los alrededores del proyecto, por el mejoramiento de los ingresos y venta de servicios. Entre los efectos adversos se considera el riesgo de accidentes laborales sobre el área donde se prevé establecer las obras, el transporte de material y las maniobras de la maquinaria pesada. Puede también acarrear malestar a la población estudiantil, trabajadores y vecinos de la universidad por efectos del ruido, vibraciones y polvo producto del movimiento de tierra.

Suelos y aguas: Contaminación, alteración de la composición del suelo y erosión por las excavaciones, o movimiento de tierra, trabajos constructivos a desarrollar, derrame accidental de combustibles o lubricantes; afectaciones que se darán principalmente en los puntos de construcción de las unidades de tratamiento y las tuberías de conducción de aguas residuales desde el módulo ternero, bovino, cárnicos y cocina, por lo que la intensidad de este efecto se considera baja.

Aire: Posibles afectaciones a la calidad del aire con material particulado (polvo) producto de los movimientos de tierra, uso de maquinarias y equipos en las obras. Así mismo, se ampliarán los puntos de generación de ruidos y vibraciones, aumentando los niveles de contaminación acústica.

7.8.7 Pronóstico en la Etapa de Funcionamiento del Proyecto

En la etapa de operación y mantenimiento del sistema se consideran los siguientes efectos:

Tabla 49 Posibles Efectos Ambientales. Etapa de Operación y Mantenimiento

Posibles Efectos Ambientales	Naturaleza
Protección del suelo por eliminación de vertido de aguas residuales crudas	Positiva
Protección del recurso hídrico por tratamiento de las aguas residuales de los Módulos Cocina, Bovino y PROCAR	Positiva
Mejora en las condiciones ambientales de la zona urbanizada colindante con la UNIAV	Positiva
Mejora en las condiciones higiénicas del estudiantado y personal que trabaja en las zonas de los módulos de cocina, bovino y PROCAR	Positiva
Reducción del riesgo de brote de enfermedades de origen hídrico a través de un tratamiento de aguas residuales en la UNIAV	Positivo
Efecto barrero por implantación de infraestructuras y trabajados de operación y mantenimiento del STAR	Negativa
Posible contaminación de suelos por derrame de lodos no estabilizados	Negativa
Posible contaminación de agua por derrame de lodos no estabilizados	Negativa
Cambios de uso por instalación de tuberías y la construcción de unidades de tratamiento	Negativa

Social: El factor socioeconómico es el principal posible impacto de carácter positivo, como efecto de la implementación del Proyecto, a partir del mejoramiento de las condiciones higiénico ambientales de la población estudiantil, trabajadores y vecinos de la universidad.

Agua: El proyecto contempla la infiltración de las aguas residuales tratadas, y estabilizadas en el predio de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso, lo que contribuirá a la recarga al acuífero.

7.8.8 pronóstico en la Etapa de Abandono del Proyecto

La etapa de abandono de este proyecto no se considera probable, los efectos más representativos están ligados de forma positiva en la recuperación de la zona en donde se establecerá el sistema de depuración. Sin embargo, en el caso de abandono del sistema, éste debe ser reemplazado con otra alternativa para evitar que las aguas residuales sean dispuestas al medio sin ningún tipo de tratamiento, por lo que esta posibilidad es remota y no admisible.

Tabla 50 Posibles Efectos Ambientales. Etapa de Abandono del Proyecto

Posibles Efectos Ambientales	Naturaleza
Recuperación de cobertura vegetal y hábitat natural por cierre del sistema	Positiva
Contaminación del medio por falta de un sistema de depuración de las aguas residuales de los módulos Cárnicos, Bovino y Cocina de la UNIAV	Negativa

7.8.9 Plan de Medidas Ambientales

Las medidas de mitigación tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto en el entorno, cualquiera sea su fase de ejecución.

Tabla 51 Plan de Medidas Ambientales

Medidas de Mitigación	Efecto a corregir sobre el factor afectado	Momento o etapa a desarrollarse	Responsable	Costos
Tomar todas las medidas necesarias para ocasionar la menor molestia posible al público, ocasionado por polvo, ruido, obstrucciones etc. En los sitios de zanjeo próximos a lugares habilitados se mantendrá un programa de riego para minimizar la contaminación de aire con polvo/mitigación. La maquinaria utilizada para esta actividad deberá mantenerse en las mejores condiciones,	Emisión de gases, material particulado y polvo Incremento en los niveles de ruido Desplazamiento de especies Afectación de la cobertura vegetal Incremento de la accidentabilidad Impacto visual.	Etapa de construcción, limpieza inicial, trazo y nivelación	UNIAV y contratista	Incluidos en Costos de Construcción del Sistema

Medidas de Mitigación	Efecto a corregir sobre el factor afectado	Momento o etapa a desarrollarse	Responsable	Costos
considerando motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido. Los residuos de la construcción se verterán en sitios autorizados por la municipalidad de Rivas. Se afectarán y señalizaran solamente las áreas de cobertura vegetal a ser intervenidas por la obra, las cuales deben ser conocidas por las autoridades competentes. Las zonas verdes intervenidas serán restauradas de tal forma que las condiciones sean iguales o mejores a las existentes antes de ejecutar la obra				
Los escombros y material de excavación se transportarán sin superar la capacidad del vehículo de carga. Se transportará el material de excavación cubierto con lona.	Emisión de gases y material particulado y polvo Incremento de los niveles de ruido y vibraciones Contaminación del suelo y agua con hidrocarburos	Etapa de construcción, corte y rellenos, zanjeo y cimentación		

Medidas de Mitigación	Efecto a corregir sobre el factor afectado	Momento o etapa a desarrollarse	Responsable	Costos
Se controlará la velocidad de los vehículos. Se mantendrá los vehículos en las mejores condiciones mecánicas para reducir al mínimo las emisiones de ruido. Se retirarán, transportarán y dispondrán los residuos sobrantes en lugares autorizados por la municipalidad. Se removerá inmediatamente, en caso de derrames accidentales de combustible, el suelo y se restaurará el área afectada con materiales y procedimientos sencillos: Separar la capa de material orgánico de la del material inerte; el material orgánico es posible reutilizar. Se restaurarán las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar. Si se requiere de la ubicación de patios de almacenamiento	Remoción y afectación de la cobertura vegetal Desplazamiento de especies Impacto visual Accidentabilidad			

Medidas de Mitigación	Efecto a corregir sobre el factor afectado	Momento o etapa a desarrollarse	Responsable	Costos
temporal, producto del material reciclable extraído de las excavaciones, deberá estar provisto de canales perimetrales con sus respectivas estructuras para el control de sedimentos. En casos de encontrar hallazgos arqueológicos, se suspenderán las obras y se informará a la municipalidad y el Instituto de cultura. Los trabajos de excavación se realizarán preferentemente en horarios diurnos.				
No se realizará lavado, reparación o mantenimiento correctivo de vehículos y maquinaria en el área de la obra o cerca de ríos; esta actividad será desarrollada en centros destinados para tal fin en la ciudad de Rivas. En el caso que se requiera realizar manutención de la maquinaria pesada	Prevenir y reducir contaminación de suelos y agua por derrame de hidrocarburos	Etapa de construcción de las unidades de tratamiento	UNIAV y contratista	

Medidas de Mitigación	Efecto a corregir sobre el factor afectado	Momento o etapa a desarrollarse	Responsable	Costos
(engrases y chequeo de niveles de aceite y líquidos), se deberá colocar que cubra la totalidad del área donde se realizará esta actividad de tal forma que se evite contaminación del suelo y zona hídrica por derrames accidentales. No se realizará vertido de aceites usados y demás residuos líquidos a los drenajes pluviales o zonas del humedal circundante. En caso que se presente un derrame accidental de combustible sobre el suelo deberá removerse lo más rápido posible; y en casos que el derrame sea mayor avisar a los organismos pertinentes. El almacenamiento temporal de combustibles en los frentes de la obra se desarrollará bajo la construcción de un cubeto de protección impermeabilizado.				

Medidas de Mitigación	Efecto a corregir sobre el factor afectado	Momento o etapa a desarrollarse	Responsable	Costos
Todos los productos químicos deberán tener una marca que permita su identificación (con etiquetas que sean de fácil comprensión para los trabajadores).				
El contratista está obligado a proveer el equipo apropiado de protección personal a todos los trabajadores tales como: casco, lentes de protección, mascarillas, guantes, ropa y zapatos de seguridad.	Prevenir y reducir los riesgos de accidentes	Etapa de construcción		
Disponer adecuadamente residuos sólidos de proceso de mantenimiento de tuberías y cajas de registro. Disposición final de lodos estabilizados en sitios autorizados Asegurar un mantenimiento preventivo y limpieza de unidades en tiempo y forma para evitar obstrucciones del sistema Los trabajadores de la PTAR deberán	Sólidos suspendidos, sedimentables y disueltos en la PTAR Riesgo de contaminación del medio por vertido de lodos no estabilizados Riesgo de accidentes en los trabajadores	Etapa de operación	UNIAV	Incluido en costos de operación del sistema (planilla)

Medidas de Mitigación	Efecto a corregir sobre el factor afectado	Momento o etapa a desarrollarse	Responsable	Costos
de contar con las herramientas y el EPP apropiado para la realización de labores de limpieza y mantenimiento				

8. RESULTADOS

Luego de analizar la demanda de 9m3 las aguas producidas en la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso UNIAV Rivas, se muestra claridad en las cantidades de aguas servidas a tratar por la planta de tratamiento:

La Demanda para este proyecto se considera estacionaria debido a que los módulos Bovino, Cocina, PROCAR, se encuentran a su máxima capacidad y también la cantidad de estudiantes que hacen usos de estos módulos para realizar sus prácticas según el plan o pensum de las carreras que ofrece la UNIAV se mantiene constantes de 766 estudiantes en los últimos cinco años.

Evaluando la propuesta técnica del diseño de la planta de tratamiento de aguas servidas para la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso UNIAV, Rivas podemos expresar lo siguiente:

Haciendo uso de los indicadores de rentabilidad que en este estudio son:

El Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) se obtienen los siguientes resultados:

8.1 Valor actual neto

$$FLUJO = \sum_{T-1}^{N} \frac{VANE}{(1+K)} - I = 2{,}410{,}003.11\ C\$$$

El monto de C$ 2,410,003.11 indica que el proyecto es rentable ya que se recupera la inversión inicial y los costos operativos.

8.2 Tasa interna de retorno

$$VAN = \sum_{T-1}^{N} \frac{FLUJO}{(1+TIR)} - I = 0; TIR\ = 18\%$$

La TIR del proyecto se situó en un 18%, superando la tasa social del descuento, del 8% establecida en Nicaragua por el Sistema Nacional de Inversiones Públicas SNIP.

8.3 Relación Beneficio-costo

$$R\left(\frac{B}{C}\right) = \frac{VAC}{VAB} = 1.10$$

Así mismo observando que la relación beneficio – costo R (B/C) es igual a 1.10 dictamina que, por cada Córdoba invertido en la ejecución y operación del proyecto, se obtienen 1.10 córdobas en beneficios.

8.4 Evaluando factores de sostenibilidad ambiental expresamos lo siguiente:

De forma general, y considerando el tamaño del proyecto, los posibles impactos de las obras en la construcción, operación y mantenimiento y el posible cierre, se caracterizan por ser principalmente de baja intensidad, recuperables, reversibles y puntuales. Los posibles efectos identificados que pueden ocasionar efectos negativos al medio de forma persistente dependen en principalmente de la implementación de medidas de control ambiental para que su ocurrencia pueda minimizarse y mitigarse.

Los efectos permanentes y de mayor beneficio se refiere directamente a la protección del suelo y el recurso hídrico del área de influencia, así como la mejora en las condiciones higiénicas del estudiantado y trabajadores del área de los módulos de cocina, bovino y PROCAR.

El área de influencia del Proyecto es la parte norte de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso y es una zona severamente intervenida, con poca cobertura vegetal, destinada a cultivos y prácticas agropecuarias, observándose poca y esporádica presencia de fauna silvestre.

Se dictamina que el total de las posibles relaciones impactantes (26) abordadas, el 70% es de carácter negativo, de intensidad baja, en su totalidad se consideran admisibles, sin embargo, la probabilidad de ocurrencia es alta (48%), requiriendo medidas correctoras. Se valoró que, de los efectos adversos, el 52% es compatibles, y el 48% de nivel moderado. No se prevén efectos severos o críticos, principalmente por que el proyecto es de baja escala.

9. CONCLUSIONES

Después de haber realizado el análisis correspondiente de todas las etapas que conlleva un estudio de pre factibilidad para la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso UNIAV, se puede concluir que este proyecto es sostenible financieramente.

De acuerdo al estudio de mercado la demanda de las aguas producidas en la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso UNIAV, Rivas, se considera demanda estacionaria debido a que los módulos Bovino, Cocina, PROCAR, se encuentran a su máxima capacidad y también la cantidad de estudiantes que hacen usos de estos módulos para realizar sus prácticas según el plan o pensum de las carreras que ofrece la UNIAV se mantiene constantes de 766 estudiantes en los últimos cinco años. Por tanto, la demanda de aguas residuales a tratar es de 9 metros cúbicos. Se determinó que existe una necesidad de construir un sistema de recolección, conducción y tratamiento de las aguas residuales para mejorar los procesos de enseñanza en las diferentes prácticas que realiza la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso UNIAV, en los módulos de la cocina, bovino y PROCAR

En el estudio técnico se demuestra que se cuenta con la tecnología apropiada y los insumos necesarios para llevar a cabo el proyecto. El dimensionamiento de los elementos que compone el sistema Trampa de grasa, fosa séptica, FAFA y pozo de absorción se realizó con base en criterios de diseños y normas establecidas por el Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

Se demuestra que el proyecto es sostenible financieramente ya que El Valor Actual Neto (VAN) es de $ 2,410,003.11, siendo este valor mayor que cero, La TIR del proyecto se situó en un 18%, superando la tasa social del descuento, del 8% establecida en Nicaragua por el Sistema Nacional de Inversiones Públicas SNIP, Así mismo la relación beneficio R (B/C) es de 1.10, siendo este valor mayor que 1. Indicando que los beneficios del proyecto son mayor que los costos.

Del análisis ambiental se demuestra que el proyecto provoca impactos ambientales menores y fácilmente mitigables; habiéndose recomendado las acciones de mitigación.

10. RECOMENDACIONES

Para la correcta ejecución del sistema de recolección, conducción y tratamiento de aguas residuales, de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso UNIAV además de su efectiva operación se requiere seguir las siguientes recomendaciones:

Que los resultados y las conclusiones que se obtuvieron en este estudio sean considerados por la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso UNIAV, con el objetivo que se les faciliten la ejecución de actividades encaminadas a la construcción y operación de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

Durante las etapas de ejecución, operación y mantenimiento del sistema de saneamiento los ejecutores (UNIAV-Contratista), como la empresa administradora, gestionen y obtengan el apoyo necesario de organismos gubernamentales y no gubernamentales, ligados al proyecto, así como una adecuada gestión de los involucrados a lo largo de la vida útil del proyecto.

Después de pasar del análisis de prefactibilidad, como equipo de proyecto se recomienda realizar los análisis técnicos más profundos y toda la información necesaria para que la inversión alcance, a nivel de estudio, la condición de factibilidad.

11. REFERENCIAS

Cervantes Gallardo, J. (1998). Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión, primera edición, Mc Graw-Hill interamericana editores, S.A de CV. México.

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (1999). Normas Para Sistemas De Tratamiento De Aguas Servidas Domesticas Elementos Básicos.

Instituto Nicaragüenses de acueductos y alcantarillados, Ente Regulador, (s.f.). Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamientos de aguas residuales. Managua, Nicaragua.

Fontaine, E. (1998) Evaluación Social de Proyectos doceava edición, Alfa Omega Grupo Editor, S.A de C.V, México.

Leyes y Decretos de la Republica de Nicaragua, (2006) Decreto 76-2006 Sistema de Evaluación Ambiental. [en línea] Disponible en World Wide Web http://www.ine.gob.ni/DCA/leyes/decreto/Decreto76

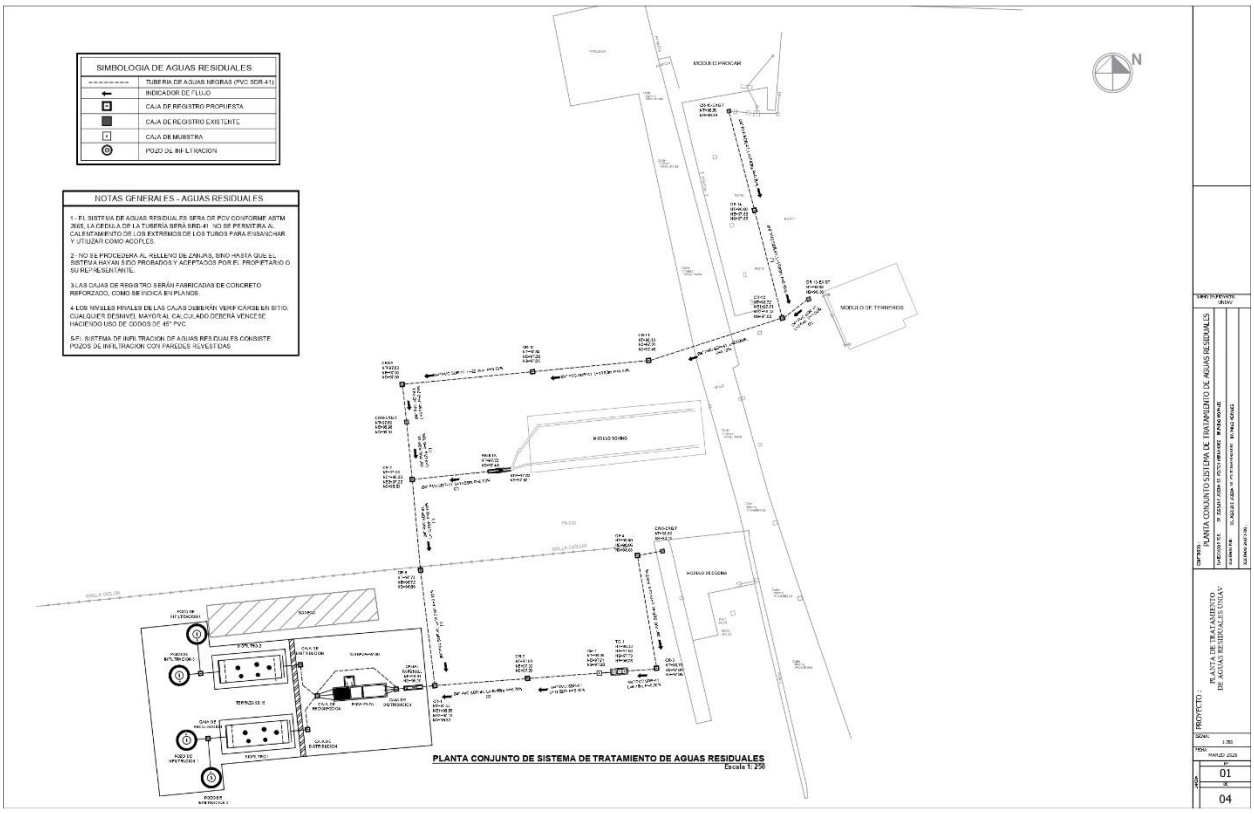
Brown Salazar, D. (2004). *Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales*. PROARCA/SIGMA.

Liquid Environmental Solutions. (s.f.). *Grease trap vs. grease interceptor*. https://www.liquidenviro.com/blog-news/grease-trap-vs-grease-interceptor

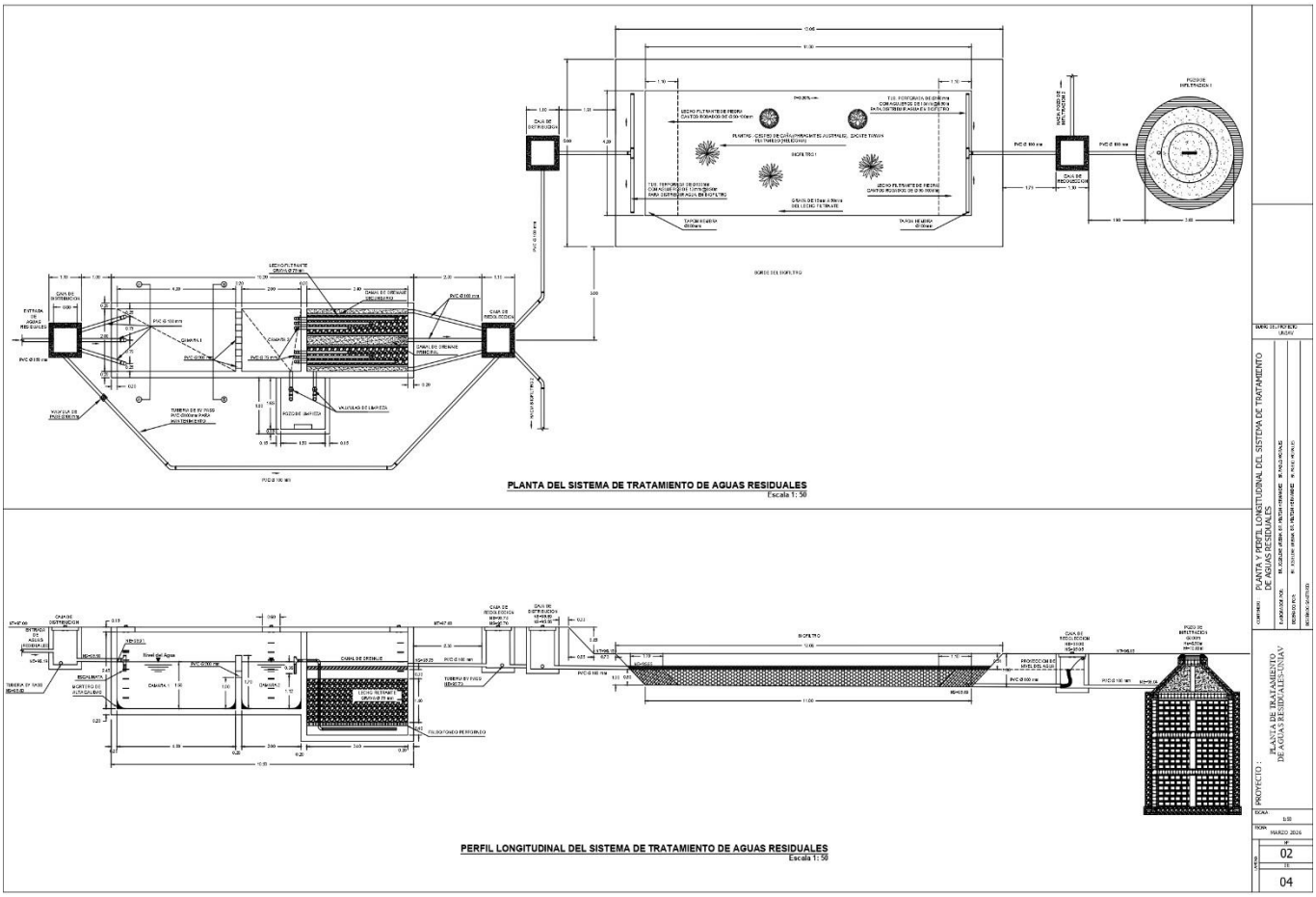
Delgado, H., & Pérez, W. (s. f.). *Biofiltros domiciliarios: Filtros biológicos para la remoción de nutrientes de aguas grises*. IDEASS Nicaragua.

12. ANEXOS

Plano 1. Elementos propuestos que conforman el sistema de tratamientos de aguas residuales



Plano 2. Distribución de los elementos propuestos que conforman el sistema de tratamiento de aguas residuales en la UNIAV



Secretaria Académica
DACAC

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8:CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN** hace constar que:

CRUZ HERNÁNDEZ MILTON JOSUÉ

Carné: **2014-0812U** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **97-15** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERIA CIVIL**, en el año 2021 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los tres días del mes de noviembre del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,

MSc. Beatriz de los Ángeles Tórrez Rodríguez
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA

Teléfono (505) 83798901
Recinto Universitario Simón Bolívar.
Avenida Universitaria.
Managua, Nicaragua.
beatriz.torrez@uni.edu.ni
www.uni.edu.ni

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 03-nov-2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE REGISTRO ACADÉMICO

HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADEMICO 2025

No. Recibo

No. Inscripción **18357**

NOMBRES Y APELLIDOS: Milton Josué Cruz Hernández

CARRERA: INGENIERIA CIVIL **CARNET:** 2014-0812U **TURNO:** Diurno

PLAN DE ESTUDIO: 97-15 **SEMESTRE:** SEGUNDO SEMESTRE 2025 **FECHA:** 07/11/2025

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1						
	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

AFERNANDEZ_WAZ

GRABADOR

FIRMA Y SELLO DEL FUNCIONARIO

FIRMA DEL ESTUDIANTE

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 07-nov-2025

Secretaria Académica
DACAC

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8:CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN** hace constar que:

URBINA SIRIAS JOSELINE NAYELIS

Carné: **2014-0167J** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERIA CIVIL**, en el año 2021 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los tres dias del mes de noviembre del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,

MSc. Beatriz de los Ángeles Tórrez Rodríguez
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA

Telefono (505) 83798901

Recinto Universitario Simón Bolivar.
Avenida Universitaria.
Managua, Nicaragua.

beatriz.torrez@uni.edu.ni
www.uni.edu.ni

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 03-nov-2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE REGISTRO ACADÉMICO

HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADEMICO 2025

No. Recibo

No. Inscripción **18352**

NOMBRES Y APELLIDOS: Joseline Nayelis Urbina Sirias

CARRERA: INGENIERIA CIVIL **CARNET:** 2014-0167J **TURNO:** Diurno

PLAN DE ESTUDIO: 2015 **SEMESTRE:** SEGUNDO SEMESTRE 2025 **FECHA:** 07/11/2025

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1						
	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura

AFERNANDEZ_WAZ

GRABADOR

FIRMA Y SELLO DEL FUNCIONARIO

FIRMA DEL ESTUDIANTE

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 07-nov-2025

Secretaria Académica
DACAC

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8:CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN** hace constar que:

MORALES PEÑA PABLO TOMAS

Carné: **2017-22345** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **97-15** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERIA CIVIL,** en el año 2012 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA,** a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los seis dias del mes de noviembre del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,

MSc. Beatriz de los Ángeles Tórrez Rodríguez
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA

Telefono (505)8379890
Recinto Universitario Simón Bolivar.
Avenida Universitaria.
Managua, Nicaragua.
beatriz.torrez@uni.edu.ni
www.uni.edu.ni

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 06-nov-2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE REGISTRO ACADÉMICO

HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADEMICO 2025

No. Recibo

No. Inscripción **18298**

NOMBRES Y APELLIDOS: Pablo Tomas Morales Peña

CARRERA: INGENIERIA CIVIL CARNET: 2017-22345 TURNO: Diurno

PLAN DE ESTUDIO: 97-15 SEMESTRE: SEGUNDO SEMESTRE 2025 FECHA: 06/11/2025

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

BEATORREZ

GRABADOR

FIRMA Y SELLO DEL FUNCIONARIO

FIRMA DEL ESTUDIANTE

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 06-nov-2025