



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
MAESTRÍA EN FINANZAS Y PROYECTOS
CORPORATIVOS**

**TESIS PRESENTADA PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGÍSTER EN FINANZAS Y PROYECTOS CORPORATIVOS**

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FINANCIERA DE UNA
PROCESADORA DE AGUAS SERVIDAS EN LA CIUDAD DE
TENA”**

AUTOR (A): ING. COM. DANNI EDUARDO SUAREZ VERA

**TUTOR (A):
ECON. ÁNGEL GUSTAVO SALAZAR BUSTOS Mgs**

GUAYAQUIL – ECUADOR

SEPTIEMBRE - 2015

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios, por bendecirme cada día dándome vida y fuerzas para salir adelante, cada día en el transcurso de mí camino e iluminándome en todo lo que realizo de mí convivir diario. A mis padres y abuelitos, por ser un ejemplo para seguir adelante en el convivir diario y por inculcarme valores que de una u otra forma me han servido y me sirve en la vida, gracias por eso y por muchos más. A mis hermanos por ser para ellos ejemplo de formación académica a seguir, y por estar a mi lado en cada momento hoy, mañana y siempre. A mi novia y futura esposa por estar conmigo luchando, sacrificándose para salir adelante y justos ser personas de bien y sobre todo siempre teniendo en nuestros proyectos a nuestras familias. A mis maestros de la Universidad de Guayaquil que me impartieron sus conocimientos y experiencias en el transcurso de mi vida estudiantil y que me ayudaron de una u otra forma para hacer posible la realización de la tesis. A mis tíos por dar ejemplos a sus hijos poniéndome como modelo académico a seguir.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios por ser el inspirador para cada uno de mis pasos dados en mi convivir diario; a mis abuelitos: “Olmedo Vera y Ana García”, por sembrar en mí una vida de estudio, y buena formación, a mis padres: “Marco Guamán y Yoconda Vera”, por ser los guía en el sendero de cada acto que realizo hoy, mañana y siempre; a mis hermanos: “Katherine, Karen, Karoline y Kevin”, por ser el incentivo para seguir adelante con este objetivo, y finalmente a mi novia y futura esposa Pamela García por ser mi compañera, amiga y siempre apoyándome en mis decisiones hacia un futuro mejor.

Ing. Com. Danni Eduardo Suárez Vera

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: INCIDENCIA DEL RÉGIMEN IMPOSITIVO SIMPLIFICADO ECUATORIANO (RISE) EN LA RECAUDACIÓN DE IMPUESTOS PERIODO 2008 - 2011	
AUTOR/ES: ING. DANNI EDUARDO SUAREZ VERA	TUTOR: ECON ÁNGEL GUSTAVO SALAZAR BUSTOS Mgs. REVISORES:
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL	FACULTAD: CIENCIAS ECONÓMICAS
CARRERA: ECONOMÍA	
FECHA DE PUBLICACIÓN: SEPTIEMBRE 2015	No. DE PÁGS: 81
TÍTULO OBTENIDO: MAGÍSTER EN FINANZAS Y PROYECTOS CORPORATIVOS	
ÁREAS TEMÁTICAS: <ul style="list-style-type: none"> - PROYECTOS - FINANZAS 	
PALABRAS CLAVE: <ul style="list-style-type: none"> - RECAUDACION DE IMPUESTOS - BENEFICIO SOCIAL - PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE - SALVAGUARDAR LA SALUD DE LOS HABITANTES 	
RESUMEN: EL PRINCIPAL IMPACTO DEL DESARROLLO DE ESTA TESIS ES AYUDAR A LA INDUSTRIALIZACIÓN DE CIUDAD DE TENA CON RESPECTO AL PROCESAMIENTO DE LAS AGUAS SERVIDAS, COLABORANDO CON EL MEDIO AMBIENTE Y PROTEGIENDO LA SALUD DE LOS HABITANTES URBANOS Y RURALES DE LA CIUDAD QUE SON AFECTADOS POR PROLIFERACIÓN Y BROTES DE ENFERDADES CREADAS POR LA DESCOMPOSICIÓN DE AGUAS SERVIDAS.	
No. DE REGISTRO (en base de datos):	No. DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTORES	Teléfono: 0991126193 E-mail: dnnsuarez@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Nombre: ECON. NATALIA ANDRADE MOREIRA
	Teléfono: 2293083 Ext. 108
	E-mail: www.ug.edu.ec

INFORME DEL TUTOR

Guayaquil, 2 de Septiembre Del 2015

ECONOMISTA

MARINA MERO FIGUEROA

DECANA – FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

De mis consideraciones:

Informo a usted que he revisado y evaluado académicamente el contenido de la tesis escrita titulada: “**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FINANCIERA DE UNA PROCESADORA DE AGUAS SERVIDAS EN LA CIUDAD DE TENA**”, desarrollada por el egresado(a) ING. COM. DANNI EDUARDO SUAREZ VERA, como requisito previo para obtener el título de Magister en Proyectos y Finanzas Corporativas.

Del resultado del proceso de revisión, concluyo que la tesis cumple con las exigencias académicas, metodológicas y formales, que establece el Reglamento Para Obtener el Título de Economista de la Facultad.

Por lo expuesto, la tesis está apta para ser defendida y/o sustentada por el egresado(a).

Particular que informo para los fines académicos pertinentes.

Atentamente,

ECON. ÁNGEL GUSTAVO SALAZAR BUSTOS Mgs

TUTOR DE TESIS

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
REPOSITORIO.....	iii
INFORME DEL TUTOR	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
CAPÍTULO I.....	1
1. DATOS GENERALES DEL CANTÓN TENA Y ANTECEDENTES SOBRE EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES	1
1.1. DATOS GENERALES DEL CANTÓN TENA.....	1
1.1.1. Ubicación geográfica y superficie.....	2
1.1.2. División Política	2
1.1.3. Población.....	3
1.1.4. Principales actividades productivas	7
1.1.4.1. Agricultura, ganadería, silvicultura.....	9
1.1.4.2. Turismo.....	10
1.1.4.3. Comercial	12
1.1.4.4. Industria.....	14
1.2. ANTECEDENTES DEL MANEJO DE AGUAS SERVIDAS O RESIDUALES	15
1.2.1 Aguas residuales.....	15
1.2.2. Parámetros importantes de aguas residuales	17
1.2.3. Tratamiento de aguas residuales	18
Recolección de las aguas residuales.....	19
.....	19
Tratamiento de las aguas residuales	20
El objetivo del tratamiento de las aguas residuales es remover sólidos, grasas y aceites y otros materiales flotantes o sedimentables para que el agua residual pueda ser tratada eficientemente y reutilizada o vertida sin ningún riesgo. En el pasado, el objetivo del tratamiento era la remoción de parámetros como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos y patógenos hoy la finalidad es y la reutilización de los efluentes.....	20
Reutilización o vertimiento	20
A medida que el nivel de tratamiento aumenta, la potencialidad de un uso benéfico para las aguas tratadas también aumenta. La reutilización de los	

efluentes tratados requiere que los criterios de calidad del agua tratada sean cada vez más exigentes. En los sistemas de manejo de aguas residuales de zonas rurales, las formas más posibles de reutilización serán:.....	20
• El riego agrícola y,	20
• El riego de campos.	20
• En zonas húmedas, los tratamientos en el suelo.....	20
1.2.4. Sistemas de tratamiento de aguas residuales.....	20
1.2.5. Marco Legal	24
Según la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (Ley No. 374)	25
Capítulo II- de la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas	25
CAPÍTULO II	26
ESTUDIO DE MERCADO	26
2.1. Análisis de la Demanda.....	26
2.2. Análisis de la Oferta	28
2.3. Análisis de la Competencia.....	32
CAPÍTULO III	33
3. ESTUDIO FACTIBILIDAD FINANCIERA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PROCESADORA DE AGUAS SERVIDAS EN EL CANTÓN TENA	33
3.1. Estudio Técnico de la procesadora de aguas servidas.....	33
3.1.1. Localización	33
3.2. Descripción de la Ingeniería de la procesadora de aguas servidas.....	36
3.3. Estudio administrativo la procesadora de aguas servidas.....	41
3.3.1. Operaciones administrativas	41
3.3.1.1. Planificación.....	41
3.3.1.2. Organización.....	44
3.4. Estudio económico financiero la procesadora de aguas servidas.....	47
3.4.1. Evaluación financiera	58
CAPITULO IV	61
4. IMPACTO AMBIENTAL DE LA PROCESADORA DE AGUAS SERVIDAS	61
4.1. Impacto ambiental.....	61
4.1.1 Emisiones	61

4.1.2 Impactos positivos existentes en el ambiente y la salud	63
4.1.3 Impactos negativos en el ambiente y la comunidad	65
RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	70
GLOSARIO	71

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1.....	4
Cuadro No. 2.....	6
Cuadro No. 3.....	7
Cuadro No. 4.....	12
Cuadro No. 5.....	19
Cuadro No. 6.....	27
Cuadro No. 7.....	30
Cuadro No. 8.....	43
Cuadro No. 9.....	47
Cuadro No. 10.....	48
Cuadro No. 11.....	49
Cuadro No. 12.....	49
Cuadro No. 13.....	50
Cuadro No. 14.....	50
Cuadro No. 15.....	51
Cuadro No. 16.....	51
Cuadro No. 17.....	52
Cuadro No. 18.....	54
Cuadro No. 19.....	54
Cuadro No. 20.....	55
Cuadro No. 21.....	55

Cuadro No. 22.....	57
Cuadro No. 23.....	57
Cuadro No. 24.....	58
Cuadro No. 25.....	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.....	2
Ilustración 2.....	11
Ilustración 3.....	32
Ilustración 4.....	34
Ilustración 5.....	35
Ilustración 6.....	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1.....	4
--------------------	---

CAPÍTULO I

1. DATOS GENERALES DEL CANTÓN TENA Y ANTECEDENTES SOBRE EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES

1.1. DATOS GENERALES DEL CANTÓN TENA

La población del Cantón Tena es de 60.880 habitantes (Inec, 2010), con una densidad poblacional de 0.15 hab./ha, siendo en porcentaje mayoritariamente rural con el 61,82% (37.573 hab.) y urbana con el 38,28% (23.307 hab.). Con respecto a la población nacional el Cantón Tena representa el 0.42% del total nacional. Actualmente según la proyección cantonal (SNI, 2014) se registra para el cantón una población total de 69.202 habitantes es decir se registra un incremento poblacional porcentual del 1,35% para estos 4 últimos años.

El 48,72% de la superficie total del cantón corresponde a áreas declaradas por parte del estado con algún nivel de conservación. En el Cantón el 81,25% de su superficie (316.668,64 ha), corresponde a coberturas de vegetación natural no alterada que incluye a las áreas de conservación estatal. Del total de la superficie del cantón apenas el 12,14% del área presenta condiciones adecuadas para realizar actividades agrícolas sin limitaciones, el 2,54% con ciertas limitaciones y el 0,06% corresponden a las zonas urbanas que realizan actividades agrícolas sin limitaciones, el 2,54% con ciertas limitaciones y el 0,06% corresponden a las zonas urbanas.

El Cantón Tena se ubica en un rango altitudinal que va desde los 800 msnm en la parroquia Chontapunta hasta los 4.840 msnm. (Volcán

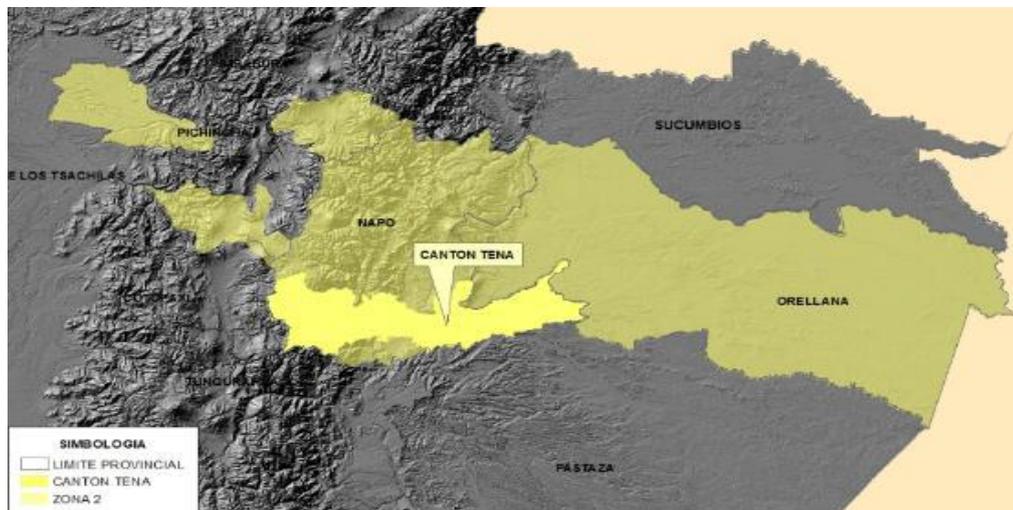
Quilindaña). La temperatura fluctúa entre los 2°C (o menos) y 26°C, con precipitaciones anuales de entre 800 mm en el punto más alto y 4.000 mm en la afluencia del río Lloculin en el Jatunyacu.

1.1.1. Ubicación geográfica y superficie

Tena se encuentra localizado en el centro occidente de la Región Amazónica ecuatoriana al sur de la provincia de Napo, sobre las vertientes externas de la Cordillera de los Andes hacia las formaciones cordilleranas subandinas extendiéndose a la llanura amazónica en altitudes que varían entre los 4.840 msnm en los páramos andinos y descienden a los 260 msnm. Su superficie cubre una extensión de 3.897,41 Km².

Ilustración 1

Mapa de ubicación Cantón Tena



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Tena, 2014.

Elaborado por: El Autor

1.1.2. División Política

País: República del Ecuador

Región: Oriental o Amazónica

Provincia: Napo

Cantón: Tena

Parroquias: Tena (Urbana), Ahuano, Chontapunta, Puerto Misahualli, Pano, Puerto Napo, Talag y San Juan de Myuna (rurales)

Límites del cantón:

Norte: Cantón Archidona y Provincia de Orellana

Sur: Provincia de Tungurahua y Pastaza, y el Cantón Arosemena Tola

Este: Provincia de Orellana

Oeste: Provincia de Cotopaxi y Tungurahua

Vías de acceso:

Las principales vías de acceso son: hacia el norte la de Baeza-Quito (189 km), hacia el oriente la de Hollín–Loreto–Coca (174 km) y hacia el sur la de Puyo – Baños (140 km). Por vía aérea se puede acceder a través del aeropuerto Jumandy, el cual se encuentra ubicado en la parroquia Ahuano a 30 minutos de la ciudad del Tena. En cuanto al transporte fluvial, en Misahualli existen canoas a motor que facilitan el transporte de carga y personas.

Según el estudio de zonificación urbana (2008) la ciudad de Tena cuenta con alrededor de 128.48 km de vías, el principal sistema vial que recorre la ciudad en sentido norte – sur está constituido por las avenidas: Jumandy, Perimetral, 15 de Noviembre y Pano, mientras que en sentido este oeste se encuentran las avenidas: Tamiayacu, Muyuna, Simón Bolívar (al norte de la ciudad), la avenida del Chofer y la vía Manuel Rosales (en el sur de la ciudad).

1.1.3. Población

A nivel provincial la tasa de crecimiento para el periodo intercensal 2001-

2010 es mayor al registrado a nivel nacional 2,62%, mientras que en el cantón Tena la tasa de crecimiento anual el período intercensal 1990-2001 se registró en 0,2% y para el período 2001-2010 sube a 2,5% superior a la nacional.

En el período 2001 a 2010 la tasa de crecimiento tiende a la baja, sin embargo en las parroquias de Pano, Chontapunta y Tálaga, tienen una tendencia de crecimiento positivo, aspecto por lo cual hace que el promedio cantonal suba.

Cuadro No. 1

Población del Cantón tena

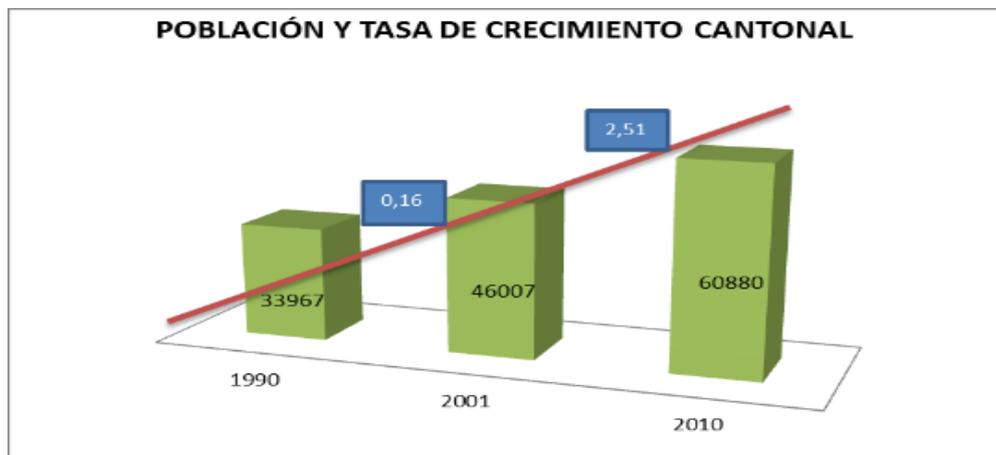
Parroquia	Población Total
Tena	33.934
Ahuano	5.579
Chontapunta	6.687
Pano	1.392
Puerto Misahual	5.127
Puerto Napo	5.383
Talag	2.768
TOTAL	60.880

Fuente: INEC, Censos de Población y Vivienda 2010

Elaborado: El Autor.

Gráfico No. 1

Población y Tasa de crecimiento cantonal



Fuente: GADM de Tena (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena), 2014.

Elaborado: El Autor.

Observando que gráfico anterior al 2010 la población se duplicó en 20 años, lo que implica la presión que hay sobre los servicios básicos, sociales y la economía local, haciendo necesario que las instituciones locales establezcan una planificación territorial equilibrada.

Para el 2010, la población joven (de 5 a 29 años de edad) representa alrededor del 65,12% de los ciudadanos del cantón. Si bien la estructura por edades de la población evidencia un envejecimiento progresivo, el perfil etario sigue caracterizándose por su juventud. El 13,42% de la población tiene entre 0 a 4 años de edad; mientras que la población mayor comprendida entre los 65 años y más bordea el 3,48%.

Para el año 2010, la población en edad de trabajar representa el 73% en relación a la población total del cantón, de la cual el 58% se encuentra en la parte urbana porcentaje superior al rural que se encuentra en el 42%; Además la distribución de la PET hombres y mujeres no presenta diferencias extraordinarias encontrado que el 51% es población masculina y 50% es población femenina.

Por otra parte, la población menor de 10 años a nivel cantonal en relación a la población total es 27,04%, de esta el 50% se encuentra en el área urbana y 50% en el área rural, según datos del (Inec, 2010); 30% de la población menor de 10 años son hombres y 27% son mujeres.

Así también se ha identificado en el territorio cantonal el 27,04% de la población es menor de 10 años, siendo el grupo poblacional que demanda servicios como espacios públicos adecuados para el uso del tiempo libre y recreación, actualmente en la ciudad de Tena se cuenta aproximadamente con 17,12 m²/ha. espacios públicos de uso recreativo, de los cuales el 86% están en estado regular con necesidad de mantenimiento y reparación; evidenciando la falta de planes de gestión e implementación de espacios públicos accesibles e incluyentes en el territorio.

Población económicamente inactiva PEI

Este grupo poblacional es representado por el 46,30% de la población total del cantón Tena, 58% se encuentran en la parte urbana y 42% es rural, además 40% son hombres y 60% mujeres.

De acuerdo a estos datos, se observa el mayor porcentaje de la población estudiantil que forma parte del PEI¹, el 75%, convirtiéndose en ventaja de formación profesional; 17% son personas que realizan quehaceres domésticos y 3% están imposibilitados ya que tienen una discapacidad permanente, grupo poblacional que demanda mejores servicios y oportunidades equitativas.

Población Ocupada

La población ocupada por parroquias se encuentra distribuida de la siguiente manera: Tena cabecera cantonal y provincial 54,9%; Chontapunta 10,55; Ahuano 8,19%; Puerto Napo 8,13%; Puerto Misahuallí 7,90%; Tálag 4,07%; Pano 1,85%. Esta distribución evidencia la ventaja que tiene la ciudad de Tena frente a las parroquias rurales dándonos una imagen urbana no equitativa.

Cuadro No. 2

Población Ocupada

Parroquias	Población	%
Tena	12.884	54,9
Chontapunta	2.476	10,55
Ahuano	1.922	8,19
Puerto Napo	1.908	8,13
Puerto Misahualli	1.854	7,9
Taloga	1.286	5,48
Pano	1.138	4,85
TOTAL	23.468	100

Fuente: INEC, Censos de Población y Vivienda 2010
Elaborado: El Autor.

¹ La PEI, incluye estudiantes, rentistas, jubilados, personas que realizan quehaceres del hogar y otros

1.1.4. Principales actividades productivas

A pesar del crecimiento económico importante que ha tenido el país en los últimos 8 años, la economía del cantón Tena no se ha desarrollado en igual proporción; de acuerdo a datos del (Inec, 2010)

Considerando que al momento de establecer políticas locales, no se tomas en cuenta aspectos de algunos elementos tiendan a mejorar y fortalecer la economía cantonal; por una parte saber que existe un desequilibrio de la población en cuanto a condiciones sociales, población pobre 77,5% (área rural) y no pobre 22,5%, más altos que la media nacional que se encuentra en el 60%; además la concentración poblacional en la ciudad de Tena crea un impacto económico, en cuanto al acceso a los servicios básicos y sociales y el impacto sobre el ambiente.

Cuadro No. 3

Actividades económicas por ramas

SECTOR	CANTIDAD	PORCENTAJE
SECTOR PRIMARIO		
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	8.871	36.16%
Explotación de minas y canteras	117	0.44%
Subtotal	8.988	36.6%
SECTOR SECUNDARIO		
Industrias manufactureras	945	3.9%
Subtotal	945	3.9%
SECTOR TERCIARIO		
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	59	0.2%
Distribución de agua, alcantarillado y desechos	50	0,2%
construcción	1.540	6,3%
comercio al por mayor y menor	2.364	9.6%
transporte y almacenamiento	742	3.0%
actividades de alojamiento y servicio de comidas	825	3.4%
información y comunicación	198	0.8%
actividades financieras y de seguros	99	0.4%

actividades inmobiliarias	15	0.1%
actividades profesionales científicas y técnicas	347	1.0%
actividades de servicios administrativos y de apoyo	487	2.0%
administración pública y defensa	1.961	8.1%
enseñanza	1.993	8.1%
actividades de la atención de la salud humana	558	2.3%
artes, entretenimiento y recreación	90	0.4%
otras actividades de servicios	309	1.3%
Actividades de los hogares como empleadores	647	2.6%
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	2	0.0%
Subtotal	12.215	49.8%
OTRAS ACTIVIDADES		
No declarada	1.646	6.7%
Trabajador nuevo	730	3.0%
Subtotal	2.378	9.7%
TOTAL GENERAL	24.526	100%

Fuente: INEC, Censos de Población y Vivienda 2010

Elaborado por: El Autor

La producción de mayor importancia del cantón es la agricultura, ganadería silvicultura y pesca con una representación de la PEA 35,8% a nivel cantonal, la actividad de mayor proporción se realiza en el sector rural. La actividad de Comercio al por mayor y al por menor tiene una representación del 9,6% a nivel cantonal y dentro de este porcentaje el 75% de estas actividades se desarrollan en la ciudad de Tena; por otra parte, resulta interesante destacar que dentro la actividad de servicios la relacionada con Administración pública y defensa se encuentra el 8,1% y en la Construcción se encuentra el 6,3%; mientras que en Educación y Salud se encuentra el 8,1% y el 2,3% respectivamente.

Se evidencian diferencias importantes entre lo urbano y rural en cuanto a las actividades económicas, es así que del total de la población inmersa en las distintas actividades el 58,17% se encuentra asentada en la cabecera cantonal y capital provincial Tena, y el 41% distribuida a nivel de

las parroquias rurales. Estos aspectos relevan la primacía que tiene la ciudad de Tena es más aguda cuando se trata del acceso a servicios (sociales, comerciales, turísticos y públicos), en relación a las otras parroquias rurales

1.1.4.1. Agricultura, ganadería, silvicultura

En lo referente al sector primario (agricultura/ganadería, pesca) 36,6% sobre todo en el área rural como parte de la economía de subsistencia; 2) actividades del sector comercio y servicio, teniendo peso importante el sector público 16%, y el 9,6% en actividades de Comercio al por mayor y menor.

De acuerdo a datos INEC 2001 y 2010, este sector tiene un crecimiento 1,79% en relación al 2001, este aspecto se lo puede visibilizar sobre todo en las parroquias de Ahuano, Chontapunta y Napo; mientras que en la ciudad de Tena existe un decrecimiento de 1,5% superando a lo relacionado con los otros sectores. Permitiendo de esta manera categorizar el uso de suelo con la finalidad de:

- Preservar áreas
- Definición de áreas rurales destinadas para a la producción de cultivos destinadas a seguridad alimentaria
- Establecer las áreas de transición: es decir espacios entre lo rural y urbano

Esta actividad económica se desarrolla mayoritariamente en el sector rural 27,53%, mientras que el 7,98% de esta actividad se la realiza en el sector urbano; esta dinámica económica está destinada sobre todo a la producción de alimentos de subsistencia de las familias del sector rural en un 60%, y solo el 40% restante de los productos destinados con mayor énfasis a la comercializan a nivel local, provincial, nacional e internacional; entre los principales productos de subsistencia están: yuca, plátano,

frutas, peces (tilapia y cachamas) y aves de corral; mientras que los productos destinados a la comercialización interna y de exportación son: cacao, café, wayusa.

El sector económico está representado por el primario extractivo, esta zona se caracteriza por ser eminentemente agrícola y ganadera, alrededor del 60% de la superficie parroquial está destinada para uso agrícola (cultivos de ciclo corto, permanentes y pastos cultivados), debido a estos elementos el 41% de la PEA se dedican a actividades agrícolas y ganaderas; parte dinámica y vital en la economía empleadora de una fuerte proporción de la fuerza de trabajo y generadora de ingresos para las familias del sector rural.

Por otra parte la participación de la mujer en el sector primario de la economía representa el 40,56% de la población que se encuentran en la actividad primaria, mientras que 59,44% son hombres, la distribución urbana y rural está representada. De acuerdo a la información generada por MAGAP-Napo 2011, los principales productos cultivados en el cantón Tena, son a través de sistemas asociativo con una superficie de 5.007,9 has., y sistema de monocultivo 11.731 has. Dentro del sistema asociativo, el producto con mayor área sembrada actualmente es el cacao, siguiéndole en importancia café, yuca y plátano.

1.1.4.2. Turismo

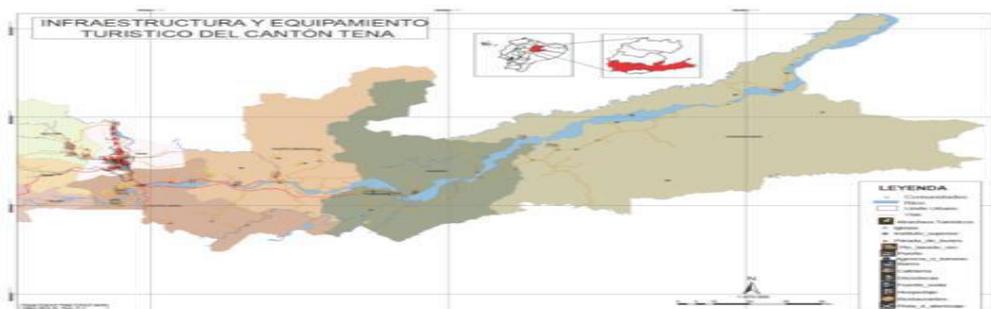
A partir de la información disponible en el Municipio de Tena se realiza el análisis y se observa que desde el punto de vista territorial aparece una concentración de la oferta de establecimientos de alojamiento y restauración en la ciudad del Tena. La mayor parte se distribuyen a lo largo de las principales arterias de comunicación de la ciudad de Tena (avenida 15 de noviembre y Amazonas y entre los puentes del río Misahuallí).

El análisis de los servicios turísticos a partir del Catastro permite caracterizar la oferta turística como diversificada por categorías y tipologías (hostales, residencias, cabañas y restaurantes conforman la parte más significativa). Pero en todas las modalidades se repite la concentración territorial en la ciudad de Tena (especialmente en pensiones, hostales y residencias), en detrimento del resto de parroquias, menos preparada para recibir al turista.

Solo Misahuallí, luego de Tena, aparece con una cierta importancia (cuenta con 18 establecimientos relacionados con el turismo). El resto de parroquias presentan deficiencias significativas en cuanto a oferta de alojamientos y restauración, excepto dentro de la categoría de “cabañas”. Esta realidad se acomoda al diferente perfil de la demanda, y a su acomodación al reparto de los recursos y las iniciativas empresariales, ya que existe un segmento orientado hacia un turismo en el entorno natural, con servicios de alojamiento en espacios de elevado valor ecológico. Sin embargo esta situación no va acompañada de oferta complementaria para cubrir otras necesidades del turista. Existe por tanto una hiperconcentración de la actividad turística en la ciudad de Tena, que puede entenderse como una fortaleza, pero también como un conflicto que genera un desigual reparto de las posibilidades de generar riqueza en el resto del Cantón.

Ilustración 2

Infraestructura y equipamiento turístico en el Cantón Tena



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena (GADM Tena, 2014)

Elaborado por: El autor

1.1.4.3. Comercial

Las actividades relacionadas con el comercio al por mayor y menor tienen un importante crecimiento del 44% entre el año 2001 y 2010, representando el 45% de la PEA; lo que indica que la cantidad de actividades de comercio interno (al por mayor y menor) presentan una tendencia creciente en los últimos 10 años; constituyéndose en una actividad relevante para la economía local en las zonas urbanas del cantón, es así que el 90,2% son negocios comerciales relacionadas con el comercio al por menor de varios excepto vehículos y automotores y 8,6% comercio al por mayor y menor de materiales para reparación de vehículos y automotores; el 70% de estos negocios están registrados en la ciudad de Tena y 85% cuentan con permiso de uso de suelo.

De acuerdo al levantamiento de datos realizado en una parte del sector consolidado para el uso de suelo en la ciudad de Tena, la actividad de comercio arroja la siguiente información:

Cuadro No. 4

Permisos otorgados por el uso de suelo por edificaciones

Uso suelo por edificaciones	Comercio	Arrendada	Propia
Piso 1	1113	754	365
Piso 2	94	49	38
Piso 3	38	10	40
Piso 4	13	4	21
Piso 5	5	1	10
TOTAL	1.263	818	474

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena (GADM Tena, 2014)

Elaborado por: El Autor

De los registros de datos levantados (por edificación) en la ciudad de Tena, 49,16% de edificaciones el uso de suelo destinado a actividades relacionados al comercio al por mayor y menor, 88% funcionan en el

primer piso, 64,76% de los negocios en funcionamiento arrendada el local, mientras que el 37,5% son establecimientos propios; 53,6% de los establecimientos comerciales están en buen estado, 1% en mal estado en condiciones inadecuadas.

Comercio informal

Actualmente el comercio informal en la ciudad de Tena, es una de las actividades que va teniendo impacto en la economía local de Tena; esta tendencia está representada fundamentalmente a través del comercio que se desarrolla en las calles, los llamados vendedores ambulantes que se encuentran distribuidos a lo largo de las vías principales de la ciudad de Tena: 15 de noviembre, Ave. El Chofer, Calle Eloy Alfaro, Manuel María Rosales, entre otros sectores de la ciudad.

Es entonces que el 37,2%, de las actividades informales se encuentran desarrolladas por el sector de comerciantes ambulantes, los mismos que se encuentran distribuidos en casi todos los sectores de la ciudad de Tena y con mayor presencia en las vías principales como son la 15 de noviembre, Amazonas. Mientras el 63% de actividades informales son elaboradas por el segmento de mercado informal quienes mantienen un lugar específico para la venta de los productos.

Así también se menciona que 21% de la actividad informal se encuentra concentrada en el Barrio Central, siguiéndole con el 14,3% Ave. El Chofer 29,4% de los microempresarios que trabajan en la vía pública venden comida rápida y 34% se dedican a la venta de productos de la zona (plátano, yuca, chonta, frejol, maíz, etc.), 83% de las actividades del comerciante ambulante son relacionadas con la venta de comida rápida, 17% son productos de bazar.

En cuanto a la situación actual de la presencia de las mujeres en el mercado informal, podemos observar que el 63% de los comerciantes de

este grupo económico son mujeres, dentro del cual encontramos que el 23% se dedican a la venta de comida rápida y el 22% a la venta de productos de la zona; nivel de educación primaria (55%)

La característica principal del comercio informal es:

- Las personas que realizan este tipo de comercio son mayores de edad en mayor cantidad la mayoría de comerciantes pertenecen a sectores de economía y social baja
- Alteración del orden público generando congestión peatonal y vehicular

Una de los inconvenientes que genera el comercio informal es la generación de problemas de tipo social y de imagen urbana, debido a que se desarrolla en forma desordenada utilizando desordenadamente el espacio público (vías, parques, etc.).

1.1.4.4. Industria

El desarrollo de esta actividad es muy débil en comparación con los otros sectores de la economía. El 4% de la PEA cantonal realiza actividades dentro de este sector en pequeñas y medianas empresas en áreas relacionadas con:

- Confección de prendas de vestir;
- Fabricación de muebles de madera
- Fabricación de productos alimentación

El 74,3% de estas actividades están implementadas en la ciudad de Tena siguiéndole en importancia la parroquia Puerto Misahuallí con 6,24%. De acuerdo a datos del Censo económico, en el Cantón Tena al 2010,

existen 142 establecimientos o microempresas relacionados con la transformación de la materia prima, siendo el mayor porcentaje el relacionado con la fabricación de prendas de vestir 27,5%; fabricación de muebles 20,4% y elaboración de productos alimenticios 17,6%.

Se observa que la industria manufactura se encuentra en etapa de crecimiento a nivel cantonal; sin embargo, la falta de un área destinada para la industria y que cumpla con todos los estándares ambientales necesarios para el desarrollo de estas actividades no ha permitido que este sector pueda desarrollarse.

1.2. ANTECEDENTES DEL MANEJO DE AGUAS SERVIDAS O RESIDUALES

1.2.1 Aguas residuales

A criterio de (Menendez & Perez, 2008) Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Éstas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas (por ejemplo: tanques sépticos u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías y eventualmente bombas a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para coleccionar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están típicamente sujetos a regulaciones y estándares locales, estatales y federales (regulaciones y controles). A menudo ciertos contaminantes de origen industrial presentes en las aguas residuales requieren procesos de tratamiento especializado.

Los contaminantes que describen el agua residual son generalmente una mezcla de compuestos orgánicos e inorgánicos. Se pueden clasificar de acuerdo a sus componentes en: físicos, químicos y biológicos.

El agua contaminada se caracteriza por sus propiedades físicas como:

- Color: Determina cualitativamente el tiempo de las aguas residuales. Las aguas residuales recientes toman un color gris, en cambio en períodos prolongados de conservación, las aguas residuales se tornan de color negro (ausencia de oxígeno, proliferación de microorganismo anaeróbico).
- Olor: Los olores son debido a los gases liberados durante procesos de descomposición de la materia orgánica. Estos tienen relación directa con la concentración de materia orgánica presente en aguas contaminadas y el entorno de degradación en que se descompone (entorno anaeróbico genera sulfuro de hidrógeno, componente característico de olores sépticos).
- Temperatura: parámetro básico para el funcionamiento adecuado de los sistemas de tratamiento en su fase secundaria (tratamiento biológico).
- Turbidez: grado de turbidez del agua, los sólidos se presentan en suspensión debido a su densidad y características en el medio receptor.
- Sólidos: Se presentan como sólidos floculados, suspendidos y sedimentados (Menendez & Perez, 2008).

Estos pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y condiciones anaeróbicas en entornos acuáticos sin tratar. La remoción de sólidos sedimentados permite proteger los equipos (bombas, tuberías, etc.) de efectos de abrasión (Menendez & Perez, 2008).

Clases de aguas contaminadas

Según (Alvarez & Acosta, 2007) las aguas contaminadas se las clasifica en:

- **Aguas Residuales Domésticas.-** “Desechos Líquidos Provenientes de viviendas Instituciones y establecimientos comerciales”.
- **Aguas Residuales Industriales.** - “Desechos líquidos provenientes de la industria. Dependiendo de las industrias podrían contener, además de residuos tipo doméstico, desechos de los procesos industriales”
- **Aguas Pluviales.-** Son las aguas de la escorrentía superficial, provocada por las precipitaciones atmosféricas (lluvia, nieve, granizo). Las cargas contaminantes se incorporan al agua al atravesar la atmósfera y Por el lavado de superficies de terreno”.
- **Aguas Agrarias.** - “Son aguas procedentes de actividades agrícolas y ganaderas. La denominación de aguas agrarias se debe reservar a las procedentes exclusivamente de la actividad agrícola, aunque está muy generalizada (impropiamente) su aplicación también a las procedentes actividades ganaderas. La contaminación de las aguas agrarias es muy importante, perjudicando sensiblemente las características del cauce o medio receptor”.

1.2.2. Parámetros importantes de aguas residuales

Las aguas residuales se clasifican según su origen en: aguas domésticas, aguas pluviales y aguas industriales. Dadas las características de la población se tiene aguas de origen domestico; estas suelen estar constituidas por desechos humanos y animales, desperdicios cultivados que pueden tener grasas y detergentes sintéticos, como también agua de lavado de calles y corrientes pluviales donde se arrastran partículas que se encuentran en la superficie.

Las aguas industriales son aportadas por diversas fuentes de contaminación, como por ejemplo la industria agropecuaria, pesquera, forestal y otros. Estas se caracterizan por un alto contenido de material orgánico e inorgánico y metales pesados. Para determinar el tipo y cantidades de contaminantes contenidos en las aguas residuales, es necesario realizar una serie de análisis que se pueden clasificar en:

- Análisis físicos.
- Análisis químicos.
- Análisis biológicos.

Los análisis físicos detectan parámetros que se manifiestan por sus propiedades como por ejemplo: color, olor y concentración de sólidos-sedimentabilidad.

Las que tienen propiedades químicas orgánicas, detectan los carbohidratos, grasas, aceites, pesticidas, fenoles, proteínas y otros y los análisis químicos inorgánicos miden la alcalinidad, cloruros, metales pesados, nitrógeno, pH, fósforo, azufre, sales, compuestos tóxicos y ácidos entre otros.

Los análisis biológicos detectan aquellas sustancias producidas por la actividad y materia orgánica viva, conocida como biomasa, en especial los microorganismos patógenos que tienen impacto sobre la salud humana.

1.2.3. Tratamiento de aguas residuales

A criterio de (Da Ros, 2001) la calidad de agua en Ecuador ha venido paulatinamente deteriorándose, especialmente en los últimos veinte años. En la mayoría de las ciudades del país, se producen grandes cantidades de residuos contaminantes que son vertidos en los ríos y esteros sin ningún tratamiento.

(Barrera, 2000) Señala que el manejo inadecuado de las aguas residuales puede causar problemas en la salud de la población, así como deterioro del medio, reflejado en producción de olores, eutrofización de los cuerpos receptores y efectos negativos sobre la biota, entre otros.

Beneficios de tratar las aguas residuales

Para (Kelly, 2002) la idea fundamental del tratamiento de aguas residuales a través de sistemas, es aprovechar las aguas captadas localmente, tratar el agua residual in situ, por medio de pequeños sistemas, y reutilizar los subproductos obtenidos (agua, biomasa vegetal, nutrientes, entre otros).

Por lo que se considera según lo manifestado en el párrafo anterior que el tratamiento de aguas residuales representa una oportunidad para poner en práctica estrategias de desarrollo territorial integrado y armonioso con los objetivos sociales, económicos y medioambientales, promoviendo la conservación y la valorización de los potenciales culturales y medioambientales.

Cuadro No. 5

Fases de saneamiento de aguas residuales

FASES	DESCRIPCIÓN
Recolección de las aguas residuales	En zonas donde el incremento poblacional es constante y donde las condiciones topográficas lo permiten, este proceso se realiza a través de sistemas de alcantarillado
Pre tratamiento de las aguas residuales	Consiste en retirar los sólidos de grandes tamaños, y en la mayoría de casos se realiza en estanques desarenadores, la finalidad es hacer más favorable el proceso de tratamiento biológico de las aguas residuales domésticas.

Tratamiento de las aguas residuales	El objetivo del tratamiento de las aguas residuales es remover sólidos, grasas y aceites y otros materiales flotantes o sedimentables para que el agua residual pueda ser tratada eficientemente y reutilizada o vertida sin ningún riesgo. En el pasado, el objetivo del tratamiento era la remoción de parámetros como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos y patógenos hoy la finalidad es y la reutilización de los efluentes
Reutilización o vertimiento	A medida que el nivel de tratamiento aumenta, la potencialidad de un uso benéfico para las aguas tratadas también aumenta. La reutilización de los efluentes tratados requiere que los criterios de calidad del agua tratada sean cada vez más exigentes. En los sistemas de manejo de aguas residuales de zonas rurales, las formas más posibles de reutilización serán: <ul style="list-style-type: none"> • El riego agrícola y, • El riego de campos. • En zonas húmedas, los tratamientos en el suelo

Fuente: Apha, Awwa, Aguas y aguas de desechos, México, Editorial Interamericana
Elaborado por: El Autor

1.2.4. Sistemas de tratamiento de aguas residuales

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física inicial de sólidos grandes (basura) de la corriente de aguas domésticas o industriales empleando un sistema de rejillas (mallas), aunque también pueden ser triturados esos materiales por equipo especial; posteriormente se aplica un desarenado (separación de sólidos pequeños muy densos como la arena) seguido de una sedimentación primaria (o tratamiento similar) que separe los sólidos suspendidos existentes en el agua residual. A continuación sigue la conversión progresiva de la materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida (proceso llamado sedimentación secundaria), el agua tratada puede experimentar procesos adicionales (tratamiento terciario) como desinfección, filtración, etc. Este afluente final puede ser descargado o reintroducidos de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial, subsuelo, etc.).

Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

Estos procesos de tratamiento son típicamente referidos a un:

- Tratamiento primario (asentamiento de sólidos)
- Tratamiento secundario (tratamiento biológico de la materia orgánica disuelta presente en el agua residual, transformándola en sólidos suspendidos que se eliminan fácilmente)
- Tratamiento terciario (pasos adicionales como lagunas, micro filtración o desinfección)

Tipos de procesos para el tratamiento de aguas residuales

Los tratamientos biológicos en las aguas residuales son usados para disminuir la materia orgánica de los compuestos orgánicos biodegradables. Los objetivos del tratamiento biológico son tres: reducir el contenido en materia orgánica de las aguas, reducir su contenido en nutrientes y eliminar los patógenos y parásitos

a.- Procesos aeróbicos

La digestión aeróbica es un proceso bacteriano que ocurre en presencia del oxígeno. Bajo condiciones aeróbicas, las bacterias consumen rápidamente la materia orgánica y la convierten en el bióxido de carbono. Una vez que haya una carencia de la materia orgánica, las bacterias mueren y son utilizadas como alimento por otras bacterias. La reducción de los sólidos ocurre en esta fase, conocida como respiración endógena. Los costos de capital de digestión aerobia son más bajos, sin embargo los gastos de explotación son característicos por ser mucho mayores para la

digestión aeróbica debido a los costes energéticos para la aireación necesitada para agregar el oxígeno al proceso.

b.- Tratamiento anaeróbico

Consiste en una serie de procesos microbiológicos que ocurren dentro de un recipiente hermético, que realizan la digestión de la materia orgánica con producción de metano. Pueden intervenir diferentes tipos de microorganismos, pero es desarrollado principalmente por bacterias.

Presenta ventajas frente a la digestión aerobia:

- Generalmente requiere de instalaciones menos costosas y no hay necesidad de suministrar oxígeno, por lo que el proceso es más barato y el requerimiento energético es menor. Por otra parte, se produce una menor cantidad de lodos (el 20% en comparación con un sistema de lodos activos). Ejemplos de tratamientos anaeróbicos son los tanques sépticos y los reactores anaerobios que tratan el agua en un sistema sin luz, oxígeno ni movimiento.
- En cuanto a sus desventajas se cuenta que es más lento que el tratamiento aeróbico, pues requiere un mayor tiempo de contacto o retención hidráulica, así como más tiempo de aclimatación, lo que impide el tratamiento de grandes volúmenes de aguas servidas.

c.- Humedales artificiales

Este sistema consiste en la reproducción controlada de las condiciones existentes en los sistemas lagunares someros o de aguas lénticas, los cuales en la naturaleza efectúan la purificación del agua. Esta purificación involucra una mezcla de procesos bacterianos aerobios-anaerobios que

sucedan en el entorno de las raíces de las plantas hidrófilas, las que liberan oxígeno y consumen los elementos aportados por el metabolismo bacteriano y lo transforman en follaje.

La tecnología de humedales artificiales o *wetlands* está definida como un complejo ecosistema de sustratos saturados, vegetación (macrófitas) y agua; cuyo objetivo es la remoción de la mayor cantidad de contaminantes del agua residual. Las macrófitas son plantas superiores, algas, musgos y briofitas macroscópicas, adaptadas a la vida en el medio acuático.

Estas plantas acuáticas, que constituyen la base de la tecnología de humedales artificiales, tienen la propiedad de inyectar grandes cantidades de oxígeno hacia sus raíces. El aire que no es aprovechado por la especie es absorbido por microorganismos como bacterias y hongos, que se asocian a la raíz y se encargan de metabolizar los contaminantes que entran al sistema. Dichos microorganismos son usados para asimilar y descomponer nutrientes, materia orgánica e inorgánica, y su efectividad depende del tipo de efluente a tratar y de las condiciones de operación.

Los sistemas de tratamiento de aguas tipo *wetland* comprenden tres procesos distintos:

- El agua a tratar pasa por un decantador, de manera de separar los sólidos y depositar sólo líquido en el humedal artificial.
- Allí las aguas escurren bajo un lecho de piedras de 5 cm, en el que se plantan las especies acuáticas y que impide la aparición de mal olor e insectos.
- Finalmente, los líquidos son descargados en una laguna con plantas que completan el proceso de depuración de las aguas servidas.

Las principales ventajas de este sistema son su adaptabilidad a las variaciones de carga, bajo impacto visual, capacidad depuradora eficaz de aguas residuales con contaminación principalmente orgánica, bajo costo, y mantenimiento y funcionamiento sencillos. Sin embargo, la necesidad de amplias superficies de terreno para su instalación y su incapacidad para tratar aguas industriales con alta contaminación inorgánica, se convierten en las principales desventajas.

1.2.5. Marco Legal

Según la Constitución Ecuatoriana:

Título II-derechos, capítulo segundo, Sección segunda.- Ambiente sano
Art. 14.- “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”.

El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Título VI- Régimen de desarrollo, Capítulo primero, Principios generales Art. 276.- “El régimen de desarrollo establece como objetivo Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural”.

Según la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (Ley No. 374)

Capítulo II- de la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas

Art. 6.- “Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades”.

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE MERCADO

El presente estudio contendrá la investigación de ciertas variables socio económicas que condicionan el proyecto, entre las cuales se nombrará los factores tales como el grado de necesidad o la cuantía de la demanda de los bienes o servicios que producir, en este caso, el agua residual que es necesario tratar y la cantidad de agua tratada que se va a obtener después del proceso al que el presente trabajo está enfocado.

Objetivos del estudio de mercado

- Verificar la viabilidad real de la implementación del tratamiento de aguas residuales en el Cantón Tena
- Determinar el uso del agua tratada que el Cantón Tena podría utilizar a un determinado precio
- Conocer el riesgo que se corre y la factibilidad de éxito

2.1. Análisis de la Demanda

Para (Baca, 2002) el propósito que se persigue con el análisis de la demanda es determinar y medir cuales son las fuerzas que afectan los requerimientos del mercado con respecto a un bien o servicio, así como determinar la posibilidad de participación del proyecto en la satisfacción de dicha demanda.

Considerando que la demanda es función de una serie de factores, como son la necesidad real que se tiene del bien o servicio, su precio, el nivel de ingreso de la población y otros.

Cuadro No. 6

Componente de asentamientos humanos

SERVICIO	COBERTURA (Ha) Año 2014 %
Agua	47,93
Alcantarillado	22,05
Residuos solidos	32,49
TENA URBANO	100
SERVICIO	No. VIVIENDAS Año 2014 %
Agua	87,03
Alcantarillado	64,79
Residuos solidos	75,58
TENA URBANO	100
SERVICIO	POBLACIÓN 2014 %
Agua	87,03
Alcantarillado	64,79
Residuos solidos	75,58
TENA URBANO	100

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena (GADM Tena, 2014)

Elaborado por: El Autor

Considerando que el crecimiento medio anual de la población en el área urbana de Tena es de 9%. Además esta cifra aumenta en ciertas temporadas por el flujo de población desde las grandes ciudades. Estos importantes crecimientos demográficos transformaran Tena en un núcleo urbano de más de 100.000 habitantes antes de 2020, por tanto se hace necesario afrontar la contaminación mientras se mantengan en los niveles actuales.

Por lo tanto se hace necesario en base a los datos anteriores que se satisfaga las necesidades de los servicios según lo siguiente:

- La cobertura de la red de alcantarillado sanitario se incremente en un 3.7%
- El servicio a viviendas de la red de alcantarillado sanitario aumenta en un 12%
- La población servida por la red de alcantarillado sanitario se incrementa en un 35.8%
- Queda pendiente por atender el 44% del área urbana en lo que compete a la red de alcantarillado sanitario.

2.2. Análisis de la Oferta

La oferta de una planta de tratamiento de aguas servidas en el Cantón Tena es inexistente. El sistema de alcantarillado aún no se encuentra funcionando de manera eficiente, están en la última fase de la obra, debido a esto los habitantes tienen restringido conectar sus desagües a la red, por lo que deben seguir utilizando las fosas sépticas construidas en sus propios terrenos.

En lo que se refiere a las descargas de aguas servidas en la ciudad de Tena tiene en funcionamiento 2 sistemas de alcantarillado: sanitario y pluvial, los mismos que tienen como cuerpos receptores los ríos Tena, Pano, Misahuallí, que rodean y/o cruzan la ciudad, así como los 5 esteros principales: Mamallacta, Paushiyacu, las Yerbitas, Las Palmas, Pepita de Oro que la recorren y desembocan en estos mismos ríos. En forma general se estima que las redes de alcantarillado en porcentaje se dividen en 60% sanitaria, 20% pluvial y 20% combinada en el 2010 (GADM Tena, 2014).

➤ Degradación de recursos hídricos

La degradación de los cuerpos de agua se asocian con la eliminación de los desechos sólidos y líquidos en Tena, que en el caso de las aguas residuales se concentran en las cabeceras parroquiales y en la capital provincial como consecuencia del crecimiento normal de estos centros urbanos. Sin embargo, se conoce que los líquidos lixiviados² llegan hasta una vertiente cercana teniendo como depositario final el río Misahuallí.

En cuanto a las aguas residuales de los centros poblados, en ninguno de ellos existe un tratamiento de aguas servidas previo a su emisión a los ríos (principales receptores de aguas residuales) de las cuales se descargan directamente a los ríos Pano, Tena y Misahualli en total aproximado de **97** descargas tanto sanitarias, pluviales o combinadas; donde en la ciudad de Tena los esteros más contaminados son los esteros Tamiayacu, Mamallacta y Paushiyacu.

De acuerdo a funcionarios del Municipio de Tena se han descubierto coliformes en el río Pano (en el área de la ciudad de Tena), pero el nivel de capacidad de carga es todavía aceptable debido a la oxigenación del agua, sin embargo esta se convierte en una de las causas de la presencia de las EDAS (enfermedades diarreico agudas) especialmente en los niños menores de 2 años, una de las principales causas de morbilidad en Tena.

Una característica de la red de descargas en la cual agudiza el problema de la eliminación y tratamiento de aguas residuales es que en varios sectores de la ciudad el sistema de alcantarillado Sanitario y Pluvial es combinado por las malas condiciones domiciliarias que mezclan los tipos de aguas.

² Líquido que se ha filtrado procedente de los residuos dispuestos. Debido a su carga bacteriológica y química los lixiviados deben ser tratados antes de verterlos en medios naturales ya que pueden contaminar las aguas superficiales, subterráneas o el suelo

En los sectores más apartados se encuentran servidos por redes aisladas que no llegan a cubrir el 10 % del área urbana, las mismas que descargan las aguas servidas sin tratamiento o fosas sépticas directamente a los esteros más cercanos y a los ríos: Pano, Tena y Misahuallí, contaminando estos cursos de agua que luego atraviesan la ciudad, con los potenciales peligro para la salud de sus habitantes.

Contaminación de las arterias fluviales por aguas servidas

Sin lugar a dudas el vertedero directo de aguas residuales es el principal causante de la actual contaminación de los ríos. Las causantes de la contaminación de las aguas de los ríos en la ciudad de Tena son:

- Descarga directa sin tratamiento previo de las aguas residuales urbanas.
- Contaminación de los acuíferos por infiltración de lixiviados del vertedero municipal de residuos sólidos actual debido a su ubicación.
- Vertedero descontrolado de residuos especiales como por ejemplo, los aceites de los motores.

De acuerdo al número de descargas en operación, se define un total de 65 redes de alcantarillado distribuidas a lo largo de los cuerpos receptores de los ríos Tena, Pano, Misahuallí según el siguiente cuadro:

Cuadro No. 7

Tipos de descargas de aguas residuales de los sistemas de alcantarillado de la ciudad de Tena

Cuerpo de Agua	Sanitaria	Pluvial	Combinada	Total
Río Pano	2	3	0	5
Río Tena	5	2	4	11
Estero Mamallacta	4	4	2	10
Estero Pepita de Oro	3			3
Estero Paushiyacu	18	6	5	29
Río Misahualli	5			5
Estero Las Palmas	7	4	2	13
TOTAL	44	19	13	76

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena (GADM Tena, 2014)

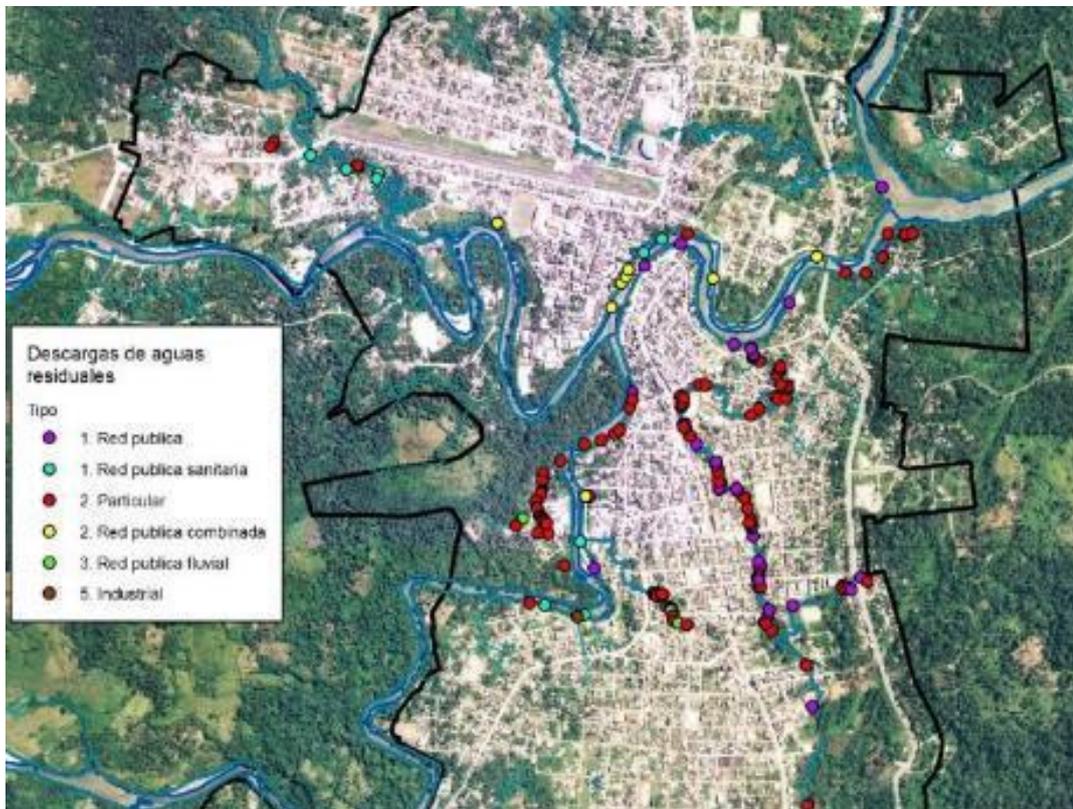
Elaborado: El Autor

Se muestra entonces que existe un mayor número de descargas que sitios recolección de aguas servidas en casi todos los cuerpos de agua receptores en la ciudad, en especial se hace notar el déficit de sitios de tratamiento en el estero Paushiyacu.

Así también se debe señalar también que los puntos de tratamiento (cajas de recolección de aguas servidas) se dividen de acuerdo a la función por tipología es decir que existen fosas sépticas con y sin by-pass muchas de las cuales se encuentran saturadas, deterioradas y cerca de áreas consolidadas.

Ilustración 3

Ubicación de las descargas de aguas residuales en la ciudad de Tena



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena (GADM Tena, 2014)

Elaborado por: El Autor

2.3. Análisis de la Competencia

En el cantón Tena solamente existen plantas de tratamiento de aguas servidas en 3 sitios: parroquia Pano, parroquia Muyuna y en la comunidad Atacapi. En el resto del cantón las aguas servidas se descargan directamente sin tratamiento previo a los cauces de agua y causan diferentes tipos de contaminación sobre todo por sólidos orgánicos (coliformes, salmonellas, entre otros) y sólidos inorgánicos. Esta contaminación orgánica disminuye el oxígeno disuelto en el agua y amenaza a la vida acuática y la inorgánica incorpora elementos tóxicos a la cadena trófica. En consecuencia estas descargas afectan a los múltiples servicios y beneficios ambientales que brinda el agua a la población de Tena.

CAPÍTULO III

3. ESTUDIO FACTIBILIDAD FINANCIERA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PROCESADORA DE AGUAS SERVIDAS EN EL CANTÓN TENA

3.1. Estudio Técnico de la procesadora de aguas servidas

3.1.1. Localización

La planta de tratamiento se debe situar en terrenos donde las aguas lleguen por gravedad con el fin de evitar el bombeo de las mismas, siendo conveniente realizar previamente un estudio topográfico y geotécnico, evitando aquellos terrenos en los que la construcción sea difícil y requieran cimentaciones complejas

Criterios de Localización

Al momento de diseñar una red de alcantarillado o una planta de tratamiento de aguas residuales se debe considerar las características del sitio, tales como: topografía, suelos, geología, hidrología, clima y uso del terreno.

La topografía y la profundidad del lecho de rocas, influyen significativamente en el costo de la instalación del alcantarillado, siendo más deseables las elevaciones que permitan el flujo por gravedad y la profundidad adecuada para la colocación de tuberías.

El espesor y las características del suelo, como: contenido de arcilla, contenido de arena, sustancias orgánicas y permeabilidad son importantes cuando se consideran ciertas opciones de tratamiento para las plantas de tratamiento, incluidos el tratamiento del terreno, tratamiento de estanques o lagunas o filtración con medios granulares.

Las condiciones desfavorables de los sitios hidrológicos incluyen las siguientes: zonas de recarga de acuíferos, áreas propensas a inundaciones, pantanos, alta napa freática estacional, proximidad a pozos de abastecimiento o reservorios de agua.

Se deben tomar en cuenta factores climáticos importantes como la precipitación y la evapotranspiración cuando los procesos de tratamiento dependen total o parcialmente de la evaporación de las aguas residuales tratadas.

Macro localización

Ilustración 4

Mapa Provincial Napo (Cantón Tena)



Fuente: <http://laprovinciadenapo.blogspot.com/2012/05/napo-y-sus-cantones.html>

Elaborado por: El Autor

Los basureros clandestinos, aguas residuales domesticas sin tratamiento y el inadecuado sistema de disposición de excretas, han provocado que la mayoría de subcuencas sean contaminadas, afectan al Cantón Tena, lo que ha hecho que las autoridades presten más atención al cuidado de los recursos hídricos. Específicamente la subcuenca del río Tena, que es uno de los receptores de las aguas residuales de la cabecera cantonal.

Micro localización

La planta de tratamiento de aguas residuales se ubicara en el cantón Tena, en la parroquia urbana Tena, en el sector denominado las Palmas.

Ilustración 5

Mapa División Política Cantón Tena



Fuente: www.oocities.org
Elaborado por: El Autor

El terreno destinado para la construcción del proyecto se encuentra localizado aproximadamente a unos 500 m de distancia del final del sector Las Palmas el cual está formado actualmente por lotes baldíos. Es

necesario mencionar que el terreno, donde se construirá la planta de tratamiento de aguas residuales estará a unos 100 m del río Tena, para evitar daños a la edificación ante posibles desbordamientos del río en la época lluviosa.

3.2. Descripción de la Ingeniería de la procesadora de aguas servidas

Se define como un sistema de manejo de aguas negras, jabonosas, de desecho o cualquier sustancia contaminante, donde usualmente se incorpora oxígeno y se precipitan sólidos disueltos.

La construcción de la planta de tratamiento, inicia con el reconocimiento del área, limpieza de la misma, nivelación del terreno, construcción de 3 pozos de absorción, tres cajas, un desarenador con rejillas, un tanque Imhoff y 2 patios de secado de lodos. Todos los dispositivos estarán conectados mediante tubería PVC con sus respectivos accesorios.

Al finalizar los trabajos debe retirarse todo el material sobrante y efectuar todas las reparaciones de daños ocasionados. El proyecto deberá cumplir con los parámetros de calidad y ejecutarse por personal calificado.

Descripción del proceso de construcción planta procesadora

Movimiento de tierras

- ❖ **Excavación.-** Es el trabajo de cortar y remover cualquier clase de material, dentro o fuera de los límites de la obra, para incorporarlo en la construcción de rellenos, terraplenes y cualquier elemento que implique la edificación de la planta.

En la excavación del terreno se deberá tener un ancho adecuado, para que al estar instalando la tubería esta deje el espacio necesario para poder maniobrar y que la colocación de las juntas de la tubería quede instalada adecuadamente. En caso de zanjo

profundo o mediano, el contratista deberá proteger la zanja a efecto de evitar derrumbes y/o daños materiales y humanos.

Cuando se encuentren rocas, ya sea en estratos o sueltas, estas deberán ser removidas debajo de la línea de contacto con la tubería y repuesta con material adecuado, de manera que se provea un colchón de tierra suave o suelta, apisonándola adecuadamente para obtener la compactación debida. Se deberá tomar las precauciones necesarias para desviar cualquier corriente de agua que se pueda encontrar durante se estén realizando los trabajos. Se dragará cualquier corriente del río con motivo de evitar el atraso de los trabajos y que por la misma existan derrumbes de la zanja.

- ❖ **Excavación de fosa para el tanque Imhoff.-** Se deberá usar maquinaria pesada para tal efecto, donde la dificultad dependerá de la profundidad del tanque Imhoff. Se considerará el nivel de las aguas subterráneas, porque ocasionará problemas al momento de la excavación si esta se encontrase cerca al nivel de terreno.

- ❖ **Relleno y compactación.-** Para la tubería PVC el relleno podrá hacerse de forma inmediata a la instalación de la tubería, sobreponiendo capas de material no mayor de 20 cm, humedeciéndolas y apisonándolas adecuadamente hasta llegar a 60 cm arriba de la corona del tubo, a partir de este punto hacia arriba se podrá apisonar la zanja en forma mecánica.

El relleno alrededor y debajo de los dispositivos debe ser apropiado, libre de fragmentos que puedan fracturar los distintos elementos. De preferencia utilizar dispositivos mecánicos para obtener una superficie firme y uniforme.

Operación de la planta de tratamiento de aguas residuales

- ❖ **Tanque Imhoff.-** Antes de poner en funcionamiento el tanque Imhoff, deberá ser llenado con agua limpia y si fuera posible, agregar en el tanque de digestión lodo proveniente de otra instalación similar para acelerar el desarrollo de los microorganismos anaeróbicos encargados de la mineralización de la materia orgánica. Es aconsejable que la puesta en funcionamiento se realice en los meses de mayor temperatura para facilitar el desarrollo de los microorganismos en general.

- ❖ **Zona de sedimentación.-** En el caso que el tanque Imhoff disponga de más de un sedimentador, el caudal de ingreso debe dividirse en partes iguales a cada una de ellas. Durante la operación del tanque Imhoff, la mayor proporción de los sólidos sedimentables del agua residual cruda se asientan a la altura de la estructura de ingreso, produciendo el mal funcionamiento de la planta de tratamiento. En el caso de tanque Imhoff compuesto por dos compartimientos, la homogenización de la altura de lodos se realiza por medio de la inversión en el sentido del flujo de entrada, la misma que debe realizarse cada semana mediante la manipulación de los dispositivos de cambio de dirección del flujo afluente.

- ❖ **Zona de ventilación.-** Cuando la digestión de los lodos se realiza en forma normal, es muy pequeña la atención que se presta a la ventilación. Si la nata permanece húmeda, ella continuará digiriéndose en la zona de ventilación y progresivamente irá sedimentándose dentro del compartimiento de digestión.

Se permite la presencia de pequeñas cantidades de material flotante en las zonas de ventilación. Un exceso de material flotante

en estas zonas de ventilación puede producir olores ofensivos y a la vez cubrir su superficie con una pequeña capa de espuma lo que impide el escape de los gases.

Para mantener estas condiciones bajo control, la capa de espuma debe ser rota o quebrada periódicamente y antes de que seque. La rotura de la capa se puede ejecutar con chorros de agua proveniente de la zona de sedimentación o manualmente quebrando y sumergiendo la capa con ayuda de trinchas, palas o cualquier otro medio.

Esta nata o espuma puede ser descargada a los lechos de secado. Los residuos conformados por grasas y aceites deberán ser incinerados. Además las natas, espumas y los residuos formados por grasas y aceites podrán ser enterrados o dispuestos en un relleno sanitario.

- ❖ **Zona de digestión de lodos.-** La puesta en marcha del tanque Imhoff o después que ha sido limpiado, debe ejecutarse cercana a la época de verano. Muchos meses de operación a una temperatura cálidas es requerida para el desarrollo de las condiciones óptimas de digestión.

Drenaje de lodos.- Es deseable mantener el lodo el mayor tiempo posible en zona de digestión a fin de lograr una buena mineralización. El nivel de lodo debe ser mantenido entre 0.5 y 1 m por debajo de la ranura del sedimentador y en especial de su deflector. Por ningún motivo debe drenarse la totalidad de lodos, siendo razonable descargar no más de 15% de volumen total o la cantidad que puede ser aceptado por un lecho de secado. El drenaje de lodo debe ejecutarse lentamente para prevenir alteración en la capa de lodo fresco.

- ❖ **Lecho de secado.-** Los lechos de secado deben ser adecuadamente acondicionados cada vez que vaya a descargarse lodo del digestor.
- ❖ **Reemplazo de la capa de arena.-** Una parte de la capa de arena se pierde cada vez que se remueve el lodo seco. La arena que se utilice para reponer el espesor original debe ser de la mismas características que la utilizada inicialmente.
- ❖ **Calidad del lodo digerido.-** El lodo a ser descargado a los lechos de secado debe estar adecuadamente digerido. Lodos pobremente digeridos son ofensivos a los sentidos especialmente al olfato y el proceso de secado es sumamente lento.
- ❖ **Descarga del lodo digerido.-** El lodo debe ser descargado del digestor a una tasa bastante alta a fin de mantener limpia la tubería de descarga hacia el lecho de secado. La presencia de material compactado, incluida la arena en el tubo de descarga puede requerir el sondeo o la necesidad de efectuar un lavado.

Al inicio del proceso de drenaje de lodos, la válvula debe ser abierta totalmente y una vez que el flujo se estabilice, la válvula debe ser cerrada hasta obtener un flujo regular. El drenaje de lodo debe prolongarse hasta haber purgado la cantidad prevista de lodo.

- ❖ **Profundidad del lodo.-** El espesor de la capa lodo a ser depositado sobre el lecho de secado no debe ser mayor a 0.30 m e idealmente de 0.25 m. Con buenas condiciones ambientales y un buen lecho de secado, un lodo bien digerido, deberá deshidratarse satisfactoriamente y estar listo para ser removido del lecho de secado entre una a dos semanas.

Lodos con alto contenido de sólidos pueden requerir hasta tres

semanas o más a menos que se descargue capas de lodo menos profundas. Normalmente, el volumen de lodos se reduce un 60% o más por medio de este método de deshidratación.

- ❖ **Remoción del lodo de los lechos de secado.-** El lodo removido de los lechos de secado puede ser dispuesto en el relleno sanitario o almacenado por un tiempo para lograr una mayor deshidratación y de esta manera un menor volumen y peso que facilite el transporte hacia el lugar de disposición final.

3.3. Estudio administrativo la procesadora de aguas servidas

3.3.1. Operaciones administrativas

3.3.1.1. Planificación

Con la planificación se busca el establecimiento de las metas y los objetivos de la creación de la planta de tratamiento de aguas servidas en beneficio de la comunidad, así como también la programación de actividades durante su construcción y operación

Meta

Proveer al cantón Tena un sistema de tratamiento de aguas residuales, que permita reducir la contaminación en el río Tena, así como también concientizar a los habitantes de la zona a una cultura de protección ambiental

Objetivos de la planta de tratamiento de aguas servidas:

- ❖ Impedir y disminuir la descarga de aguas residuales sin tratamiento al suelo y en los mantos freáticos de la región.
- ❖ Restaurar y conservar ciertas áreas que alteran el bienestar de la población (suelo, agua, salud, etc.) promoviendo y fomentando el desarrollo comunitario, para la gestión, recolección, manejo, tratamiento y disposición final de aguas residuales.

Control y seguimiento

Es necesario que se cuente con una descripción detallada de las operaciones y procedimientos a realizar durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento, por lo cual se detalla a continuación:

- ❖ Monitorear el desempeño de los trabajadores, sus turnos y reportes de actividades.
- ❖ Dar seguimiento a la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos relacionados con la planta de tratamiento verificar su cumplimiento.
- ❖ Los administradores de la planta tendrán la responsabilidad y el compromiso de realizar pruebas a los efluentes para demostrar que la planta de tratamiento de aguas residuales funciona bajo los estándares que exigen las leyes nacionales.
- ❖ Velar para que se cumplan las metas y objetivos del proyecto, y en el caso de que las mismas no se cumplan se deberá tomar las medidas correctivas para llegar a una solución efectiva.

Los controles que se debe mantener en las distintas etapas de operación tales como las siguientes:

En lo referente a las características operacionales: caudal, balance hidráulico, distribución de agua, etc.; determinaciones químicas tales como: oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, pH, demanda química de oxígeno y de otros parámetros complementarios.

Cuadro No. 8

Control de la operación de la planta de tratamiento de aguas servidas

SECTORES	CONTROL
REJAS	Determinar el volumen o peso de sólidos retenidos. Los análisis deberán realizarse diario o semanalmente. Los resultados obtenidos deben ser anotados en una ficha de registro.
TANQUE IMHOFF	Cuantificar el volumen o peso del material flotante. Además deben realizarse las pruebas de pH de las aguas afluentes, de las aguas del digestor anaeróbico y verificar la profundidad de lodos. Los estudios de volumen de sólidos semanalmente; el de profundidad de lodos diario; y los de pH de las aguas afluentes quincenal y de pH de las aguas del digestor diario.
LECHO DE SECADO	Evaluar el grado de avance de la deshidratación para determinar el momento de la limpieza y el mantenimiento del lecho de secado. Adicionalmente, medir la humedad del lodo húmedo y seco, luego de haberse cuarteado.
AFLUENTE (CRUDO) Y EFLUENTE DE TANQUE IMHOFF.	Las determinaciones a ser realizadas son demanda bioquímica de oxígeno, valor de pH y coliformes. Todos estos análisis se deberán realizar quincenalmente. Las muestras de agua del afluente y del efluente del tanque Imhoff se deberán tomar en el momento más representativo y que por lo general se presenta entre las 10 y 13 horas.

Fuente y Elaborado por: El Autor

3.3.1.2. Organización

La organización para la operación de la planta de tratamiento debe ser simple, funcional y flexible de forma que una persona pueda llevar a cabo varias actividades, pues al ser una entidad manejada por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón.

La planta de tratamiento de aguas residuales será construida con fondos Municipales así como también la gestión ante estamentos gubernamentales, por lo cual contara con personal adecuado para velar por el óptimo funcionamiento de la planta, para la operación y mantenimiento.

Organigrama

Es necesario el establecimiento de un organigrama que al finalizar la construcción de la planta de tratamiento.

Ilustración 6

Organigrama Estructural Propuesto Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Cantón Tena



Fuente y Elaborado por: El Autor

Requerimiento de personal

El requerimiento de personal para esta planta de tratamiento es mínimo, sin embargo queda a disposición del Gobierno Autónomo Descentralizado de Tena (GADM de Tena), de contratar a las personas necesarias o bien organizarse por turnos para realizar el trabajo, para ambos casos la institución se responsabilizará de la capacitación y adiestramiento de los encargados.

Para el funcionamiento de la planta de tratamiento se recomienda un operador encargado y un guardián, además puede ser necesario un ayudante para el operador.

Además existe la posibilidad de aumentar el número de colaboradores, los días que sean destinados para la limpieza y mantenimiento. También es decisión de los habitantes la decisión de contratar a un guardián para resguardar la planta de tratamiento de aguas servidas.

El personal responsable por la operación y el mantenimiento del servicio de alcantarillado y tratamiento de las aguas servidas requiere tener conocimiento sobre diversos temas vinculados con su trabajo para cumplir con las responsabilidades que ella demanda. Algunos conocimientos y funciones con los que debe estar familiarizado el operador son:

- ❖ La función y el vínculo entre cada uno de los procesos que conforma la planta de tratamiento.
- ❖ La capacidad de tratamiento de cada proceso operacional.
- ❖ Saber las características de las aguas residuales a ser tratadas incluyendo las variaciones del caudal, cargas orgánicas y de sólidos, etc. Conocer los procesos de mantenimiento.

- ❖ Ser consciente de la importancia de su trabajo en la conservación del medio ambiente y de la salud de la población en general.
- ❖ Obtener información acerca de las características del agua residual a ser tratada.
- ❖ Variar la operación de la planta de tratamiento para atender los cambios de caudal o condiciones de carga, teniendo en cuenta la capacidad de cada proceso de tratamiento de la planta en su conjunto.
- ❖ Mantener un registro completo y exacto de todos los acontecimientos relacionados con la operación y el mantenimiento.
- ❖ Preparar informes basados en los registros de operación y mantenimiento.
- ❖ Limpiar la cámara de rejas tanto al ingresar como al terminar su turno de trabajo.
- ❖ Retirar el material flotante que pudieran estar presentes en la superficie del tanque Imhoff.
- ❖ Disponer adecuadamente los desechos retenidos en la cámara de rejas y los retirados de la superficie del tanque Imhoff.
- ❖ Drenar periódicamente el lodo del tanque Imhoff hacia los lechos de secado.
- ❖ Limpiar los lechos de secado y poner los lodos secos adecuadamente y lejos de la planta de tratamiento.

- ❖ Mantener en buen estado los alrededores de la planta de tratamiento.
- ❖ Inspeccionar todos los días el buen funcionamiento del proceso de distribución de las aguas residuales crudas a cada uno de los compartimientos del tanque Imhoff.

3.4. Estudio económico financiero la procesadora de aguas servidas

Terrenos

La población del Cantón Tena, para agilizar el proyecto, había decidido comprar un terreno de 20 m x 20 m a un precio de \$1304.00.

Construcción y edificación

Durante la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales, la mano de obra y los materiales serán los insumos que más recursos consuman.

Materiales, herramientas y equipo

Cuadro No. 9

Presupuesto de materiales para el muro de contención

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Arena de rio	80	m2	9,13	730,40
Cemento tipo portland	900	saco	8,00	7.200,00
Clavo de 3"	75	lb	0,65	48,75
Madera	3.400	pie	0,65	2.210,00
Piedra bola	170	m2	19,56	3.325,20
Piedrita 3/4	80	m2	17,61	1.408,80
TOTAL				\$ 14.923,15

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: El Autor

Cuadro No. 10
Presupuesto de materiales para la circulación perimetral

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Arena de rio	20	m2	9,13	182,60
Cemento tipo portland	200	saco	8,00	1.600,00
Alambre de amarre	200	lb.	0,65	130,00
Bloque 0,15x0,20x0,40m	1.600	unidad	0,40	640,00
Bloque U 0,15x0,20x0,40m	225	unidad	0,42	94,50
Clavo 3"	20	lb.	0,65	13,00
Hierro 1/4 "	8	qq	35,50	284,00
Hierro 3/8"	10	qq	45,00	450,00
Malla galvanizada	5	Rollo	68,00	340,00
Piedrin 3/4	15	m2	17,61	264,15
Porton malla	1	unidad	156,60	156,60
Tubo galvanizado	12	unidad	45,00	540,00
Madera	400	pie	0,65	260,00
TOTAL				\$ 4.954,85

Fuente: Investigación de campo
 Elaborado por: El Autor

Cuadro No. 11

Presupuesto de materiales para el drenaje, cajas y desfogue

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Arena de rio	9	m2	9,13	82,17
Cemento tipo portland	100	saco	8,00	800,00
Alambre de amarre	25	lb.	0,65	16,25
Clavo 3"	50	lb.	0,65	32,50
Electro malla	7	unidad	41,00	287,00
Válvula de compuerta HF	3	unidad	480,00	1.440,00
Piedrin ¾	7	m2	17,61	123,27
Vertedero metálico	2	unidad	80,00	160,00
Madera	1.760	pie	0,65	1.144,00
TOTAL				\$ 4.085,19

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: El Autor

Cuadro No. 12

Presupuesto de materiales para el sedimentador de rejas

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Arena de rio	6	m2	9,13	54,78
Cemento tipo portland	75	saco	8,00	600,00
Alambre de amarre	35	lb.	0,65	22,75
Bloque 0,15x0,20x0,40m	550	unidad	0,40	220,00
Codo de 6" a 90"	3	unidad	39,13	117,39
Clavo 3"	10	lb.	0,65	6,50
Hierro 3/8"	2	qq	45,00	90,00
Válvula de compuerta HF	3	unidad	480,00	1.440,00
Piedrin 3/4	4	m2	17,61	70,44
Tubería 6"	8	unidad	88,00	704,00
Tubería 8"	10	unidad	130,00	1.300
Tee de 6"	1	unidad	44,00	44,00
Yee de 6"	1	unidad	44,00	44,00
Madera	275	pie	0,65	178,75
TOTAL				\$ 4.892,61

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: El Autor

Cuadro No. 13**Presupuesto de materiales para el tanque sedimentador**

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Arena de rio	30	m2	9,13	273,90.
Cemento tipo portland	350	saco	8,00	2.800,00
Alambre de amarre	55	lb.	0,65	35,75
Clavo 3"	30	lb.	0,65	19,50
Electro malla	15	unidad	41,00	615,00
Hierro 1/4"	2	qq	36,00	72,00
Hierro 3/8"	3	qq	45,00	135,00
Hierro 1/2"	2	qq	45,00	90,00
Piedrin 3/4	30	m2	17,61	528,30
Vertedero metálico	2	unidad	80,00	160,00
Madera	3.820	pie	0,65	2.483,00
TOTAL				\$ 7212,45

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: El Autor

Cuadro No. 14**Presupuesto de materiales para el patio de secado de lodos**

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Arena de rio	15	m2	9,13	136,95
Cemento tipo portland	100	saco	8,00	800,00
Alambre de amarre	76	lb.	0,65	49,40
Clavo 3"	25	lb.	0,65	16,25
Electro malla	5	unidad	41,00	205,00
Hierro 1/4"	2	qq	36,00	72,00
Hierro 3/8"	4	qq	45,00	180,00
Piedra bola	10	m2	16,95	169,50
Piedrin 1"	10	m2	17,65	176,50
Bloque 0,15x0,20x0,40	600	unidad	0,40	240,00
Piedrin 3/4	10	m2	17,61	176,10
Ladrillo tayuyo	2	unidad	80,00	160,00
Madera	600	pie	0,65	390,00
TOTAL				\$ 2.771,70

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: El Autor

Cuadro No. 15
Presupuesto de materiales para la caseta de control

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Arena de rio	8	m2	9,13	73,04
Cemento tipo portland	100	saco	8,00	800,00
Alambre de amarre	40	lb.	0,65	26,00
Clavo 3"	15	lb.	0,65	9,75
Balcón	1	unidad	65,00	65,00
Hierro 1/4"	1	qq	36,00	36,00
Hierro 3/8"	3	qq	45,00	135,00
Lamina galvaniza	10	m2	16,95	169,50
Bloque 0,15x0,20x0,40	420	unidad	0,40	168,00
Piedrin 3/4	8	m2	17,61	140,88
Costanera 3"x2"	5	qq	25,93	129,65
Tornillos para lamina	1	unidad	0,36	0,36
Ventana aluminio y vidrio	1	unidad	79,00	79,00
Puerta metálica	1	unidad	170,00	170,00
Madera	350	pie	0,65	227,50
TOTAL				\$ 2.229,68

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: El Autor

Cuadro No. 16
Presupuesto total de materiales

ACTIVIDAD	COSTO (\$)
Muro de contención	14.923,15
Circulación perimetral	4.954,85
Drenaje interno, cajas y desfogue	4.892,61
Sedimentador de rejas	4.085,19
Tanque sedimentador primario (Imhoff)	7.212,45
Patio de secado de lodos	2.771,70
Caseta de control	2.229,68
TOTAL	\$ 41.069,63

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: El Autor

Mano de obra

Cuadro No. 17

Presupuesto mano de obra

ACTIVIDAD		CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	SUBTOTAL	TOTAL (\$)
Preliminares	Limpieza	400	m2	0,78	312	572,00
	Trazo y nivelación	400	m2	0,65	260	
Movimiento de tierras	Excavación	735	m2	3,91	2.873,85	7.877,95
	Nivelación y compactación	400	m2	4,56	1.824,00	
	Movimiento de tierras	735	m2	3,26	2.396,10	
	Limpieza de sobrantes	400	m2	1,96	784,00	
Muro de contención		1	global	8.155,00	8.155,00	8.155,00
Circulación perimetral		1	global	2.644,00	2.644,00	2.644,00
Drenaje interno, cajas y desfogue		1	global	2.574,46	2.574,46	2.574,46
Sedimentador con rejillas		1	global	1.625,02	1.625,02	1.625,02
Sedimentador primario		1	global	3.786,05	3.786,05	3.786,05
Patio de secado de lodos		1	global	1.692,80	1.692,80	1.692,80
Casera de control		1	global	1.956,28	1.956,28	1.956,28
TOTAL MANO DE OBRA						\$ 30.883,56

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: El Autor

Maquinaria y equipo

El tipo de planta de tratamiento de aguas residuales no requiere inversión alguna para la compra de maquinaria y/o equipo para su funcionamiento.

Durante la construcción se plantea un presupuesto de mano de obra para excavación, sin embargo queda a decisión de la empresa constructora si se realiza de forma manual o con maquinaria.

Inversión diferida

Estudios y gastos legales

El alcantarillado, planos y estudios topográficos serán realizados por la municipalidad del Cantón Tena, a través de la Oficina Municipal de Planificación. También la municipalidad se hará responsable por los gastos de los permisos y licencias municipales.

La municipalidad del Cantón Tena cuenta con la Unidad de Gestión Ambiental, la cual se encarga de hacer los Estudios de Impacto Ambiental.

Así también es necesaria la intervención de un notario o abogado para hacer constar la constitución, simplemente se necesita realizar su asamblea comunitaria, levantar un acta de todo lo actuado, e inscribirse en el Registro Civil. Por lo tanto los estudios y gastos legales no tendrían ningún costo para este proyecto.

Gastos de organización

Abarcan principalmente los gastos de locomoción (gasolina y pasajes de bus) y papelería (fotocopias e impresiones) que se necesiten para promover el proyecto ante las autoridades y para iniciar el contacto con los proveedores. Por lo tanto se dispondrá de \$ 65.21

Gastos de arranque

Se deben considerar como gastos de arranque el entrenamiento de personal y de algunos insumos necesarios para los primeros días de funcionamiento. Los costos de capacitación corren por cuenta de la municipalidad del Cantón Tena y mientras que para la compra de los utensilios e insumos, se considera un presupuesto \$ 195,63

Cuadro No. 18

Presupuesto de herramientas

HERRAMIENTAS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	COSTO (\$)
Pala	2	5,74	11,48
Rastrillo	2	5,22	10,44
Tridente	1	18,26	18,26
Azadón	1	12,78	12,78
Carretilla	1	65,21	65,21
Piocha	1	8,28	8,28
Manguera	2	3,26	6,52
Escoba	1	1,96	1,96
TOTAL			\$ 134,93

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: El Autor

Capital de trabajo

Es el efectivo necesario para operar en los primeros tres meses de la planta de tratamiento. El capital de trabajo para este periodo es de \$ 17.580,66 del cual se realiza una descripción más detallada a continuación.

Materiales y suministros

Los insumos son los materiales utilizados directamente en el proceso, y de los cuales se desvinculan los útiles y papelería usados para anotar los informes.

Cuadro No. 19

Materiales y suministros

RUBRO	COSTO TRIMESTRAL(\$)
Herramientas	135,11
Insumos	54,08
Papelería	9,78
TOTAL	\$ 198,97

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: El Autor

Cuadro No. 20

Presupuesto de proveedores

RUBRO	COSTO TRIMESTRAL(\$)
Mano de obra	782,56
Energía eléctrica	39,13
TOTAL	\$ 821,69

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: El Autor

Costos de operación y mantenimiento

Mano de obra

Los costos de mano de obra requeridos para el funcionamiento de la planta, la cual puede operar con un trabajador y un guardián.

Cuadro No. 21

Presupuesto mensual y anual de operadores

Puesto	Cantidad	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
Operador	1	600,00	7.200,00
Guardián	1	400,00	4.800,00
Ayudante	1	380,00	4.560,00
TOTAL	3	\$ 1.380,00	\$ 16.560,00

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: El Autor

Servicios

Los costos de energía eléctrica se estiman aproximadamente \$ 13.05 por kilovoltios mensuales, sin embargo dependerán mucho del uso de aparatos eléctricos por parte de los empleados.

Materiales

Los materiales no es necesario comprarlos mensualmente, pues la duración de los mismos va más allá del mes. Sin embargo se recomienda

un presupuesto de \$ 20.00 mensuales para cubrir los costos trimestrales de los suministros utilizados.

Costos de administración

Los costos administrativos son mínimos, pues lo único que se necesita son hojas, fotocopias, lapiceros; para que el operador realice los reportes e informes. Inicialmente se planteará un presupuesto de \$ 15.00 mensuales, sin embargo se estima que para el 5to. año de funcionamiento de la planta, la cuota deberá ser aumentada a \$ 30.00 para poder seguir cubriendo los gastos de operación y mantenimiento.

Financiamiento

Créditos y costos de financiamiento (intereses)

Este proyecto no se plantea para realizarse mediante créditos o préstamos, pues se obtendrá a través de la gestión municipal

Presupuesto de ingreso

Se planteará un método de cobro con una cuota fija de \$1.00 por hogar, el cual permite cubrir los costos de operación y mantenimiento, y que da derecho al usuario a conectar su tubería de aguas residuales al sistema de colectores que fluye hacia la planta de tratamiento de aguas residuales.

Además existe la posibilidad de promover la venta del agua tratada para la reutilización en el riego de jardines, parques municipales o campos deportivos. Para esto se sugiere vender el tinaco de 2500 lts a un precio de 1.30, sin embargo sería necesario hacer el contacto con alguna persona o empresa que se dedique a la venta de agua, para que se encargue del flete y la reventa de esta agua tratada. Se estima que inicialmente se puedan vender tres tinacos por día.

Cuadro No. 22

Presupuesto de ingresos

VENTAS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
UNIDADES	2.500	2.625	2.756,25	2.894	3.039
PRECIO DE VENTA	1,30	1,37	1,43	1,50	1,58
TOTAL DE INGRESOS	\$ 3250,00	\$ 3.583,13	\$ 3.950,40	\$ 4.355,31	\$ 4.801,73

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: El Autor

Flujo de caja

Se ha realizado una estimación de los ingresos que se podrían generar por la tarifa vecinal y la posible venta de agua tratada.

Cuadro No. 23

Flujo de caja.

CONCEPTO	INVERSIÓN					
	INICIAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS		99.034,00	104.156,33	109.552,26	115.237,26	121.227,78
Cuota municipal		95.784,00	100.573,20	105.601,86	110.881,95	116.426,05
Venta de agua		3.250,00	3.583,13	3.950,40	4.355,31	4.801,73
EGRESOS	72.318,12	48.620,94	51.051,99	53.604,59	56.284,82	59.099,06
Construcción	71.953,19					
Organización	230,00					
Herramientas	134,93					
Materiales		1.020,66	1.071,69	1.125,28	1.181,54	1.240,62
Servicios		156,72	164,56	172,78	181,42	190,49
Administración		16.560,00	17.388,00	18.257,40	19.170,27	20.128,78
Sueldos		30.883,56	32.427,74	34.049,13	35.751,58	37.539,16
SALDOS	72.318,12	50.413,06	53.104,34	55.947,67	58.952,45	62.128,72

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: El Autor

3.4.1. Evaluación financiera

Métodos de evaluación financiera

En la evaluación financiera de la planta de tratamiento de aguas residuales se utilizarán como herramientas de decisión: el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), Para esto se evaluará la inversión incluyendo la inversión inicial de la obra civil.

Valor presente neto (VAN)

Es la diferencia entre los ingresos y egresos expresados en moneda actual. Consiste en actualizar a valor presente los flujos de caja futuros que va a generar el proyecto, descontados a un cierto tipo de interés y compararlos con el importe inicial.

Si el VAN > 0 se acepta la inversión.

Si el VAN < 0 se rechaza la inversión.

Determinación del VAN

La tasa de descuento utilizada es del 7,6% tasa activa del Banco central

Cuadro No. 24
Cálculo del valor actual neto

TASA DE ATRACTIVIDAD %		7,6%
AÑOS	FLUJO DE CAJA	FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO AL 7,6%
0	72.318,12	72.318,12
1	50.413,06	50.413,06
2	53.104,34	53.104,34
3	55.947,67	55.947,67
4	58.952,45	58.952,45
5	62.128,72	62.128,72
	VAN	352.864,36

Tasa de descuento	7,6%
-------------------	------

ANOS	0	1	2	3	4	5
		50.413,06	53.104,34	55.947,67	58.952,45	62.128,72
VAN =	72.318,12	-----	-----	-----	-----	-----
		50.413,06	53.104,34	55.947,67	58.952,45	62.128,72
VAN =	72.318,12	-----	-----	-----	-----	-----
		1,076	1,157776	1,24576698	1,34044527	1,44231911
VAN =	72.318,12	46.852,29	45.867,54	44.910,22	43.979,75	43.075,57

VAN=7.6% 297.003,49

Tasa interna de retorno (TIR)

Evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo con lo cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual.

Es la tasa de descuento o tipo de interés que iguala el VAN a cero y representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero. Se puede calcular con la siguiente fórmula:

Cuadro No. 25

Calculo del TIR

AÑO	FLUJO DE EFECTIVO
Inversión inicial	-50.413,06
1	53.104,34
2	55.947,67
3	55.947,67
4	58.952,45
5	62.128,72

TIR = 106%

Es mayor que la "TMAR³" lo que significa que la recuperación supera la expectativa del inversionista, es decir el TIR de 106% supera a la tasa del 7,6% lo cual hace atractivo al proyecto

³ Tasa máxima de rendimiento

CAPITULO IV

4. IMPACTO AMBIENTAL DE LA PROCESADORA DE AGUAS SERVIDAS

4.1. Impacto ambiental

Se considera que el impacto ambiental es cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adverso o benéfico, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

4.1.1 Emisiones

Son todos los fluidos gaseosos, puros o con sustancias en suspensión; así como toda forma de energía radioactiva, electromagnética o sonora, que emanen como residuos o productos de la actividad humana. Las plantas de tratamiento de aguas residuales producen diferentes tipos de emisiones: sólidas, líquidas, gaseosas, sonoras y visibles; sin embargo no todas son perjudiciales, pues algunas de ellas son beneficiosas y reutilizables.

- ❖ **Líquido.-** El agua tratada por una planta de tratamiento es una materia prima valiosa, pues aparte de agua contiene materia orgánica y nutrientes por lo tanto es necesario valorizarla para desarrollo agrícola o para reúso de cualquier naturaleza, en lugar de verter estas aguas semi-tratadas al cauce más cercano.

- ❖ **Barro.-** Cuando el lodo es de cierta calidad puede ser procesado como un biosólido con la intención de reusarlo o revalorizarlo como mejorador de suelo en lugares como bosques, jardines públicos, etc. Su comercialización es en consecuencia más fácil, sin

embargo el precio de venta solo alcanza para pagar los costos directos de su deshidratación, empaque y transporte.

- ❖ **Arena.-** Las arenas son retenidas en el desarenador y luego deberán ser depositadas en las áreas libres del predio. Facilita el proceso de extracción de arena para el sector productivo que aprovecha esta explotación. Adicionalmente existen menos riesgos de salud pública porque se genera una arena más limpia.

- ❖ **Sólidos.-** Los sólidos suspendidos son partículas no solubles que no son lo suficientemente pesadas para sedimentarse en el cuerpo de agua en que están presentes. Los principales sólidos suspendidos son pequeñas partículas de materia orgánica e inorgánica, microorganismos y plancton. A los sólidos en el agua se pueden adherir microorganismos patógenos y elementos químicos peligrosos para la salud humana.

- ❖ **Aerosoles.-** Algunas operaciones que habitualmente tienen lugar en las plantas de tratamiento de aguas residuales dan lugar a la formación de bioaerosoles o partículas aerotransportables de origen biológico, que en el caso de ser inhalados, pueden suponer un riesgo para la salud tanto para los operarios de la planta como para los habitantes de zonas residenciales vecinas. Los principales focos de emisión de bioaerosoles se localizan en la entrada de agua cruda y en el área de deshidratación de lodos.

- ❖ **Gases.-** Compuestos volátiles y olores provenientes del proceso de tratamiento o de las operaciones de eliminación de lodos. Este gas natural biológico es una fuente renovable de energía. El biogás se puede utilizar sin tratamiento alguno para casi todos los usos de combustión, en caldera o en estufas. El valor comercial del biogás depende del combustible sustituido. No tiene mayor valor en sustitución de bagazo de caña o de carbón, pero un alto valor en

sustitución de electricidad.

Se debe tener mucho cuidado con los gases porque cuando se mezclan con el aire forman una mezcla altamente explosiva. La presencia de fuego directo o de operadores con cigarrillos debe ser prohibido cuando se drene los lodos hacia los lechos de secado.

- ❖ **Sonoras.-** Incremento en los niveles de ruido, provenientes de las máquinas durante el proceso de construcción y del sistema de tratamiento que será implementado.

4.1.2 Impactos positivos existentes en el ambiente y la salud

La operación y mantenimiento adecuado de cada uno de los componentes del sistema de tratamiento tendrá un impacto directo sobre la salud y saneamiento de los trabajadores y población cercana a la misma. La aplicación y gestión de programas de tratamientos de aguas residuales ejercen efectos ambientales positivos, en el medio ambiente, salud y calidad de vida de la población. Es por ello que algunos de los impactos positivos que se presentaran con la implementación de la planta procesadora de aguas servidas son:

- ❖ **Mejoramiento de la calidad bacteriológica del agua.-** Disminución de la carga orgánica descargada y reducción de riesgos de contaminación de las aguas subterráneas y superficiales por escorrentías de aguas servidas. Mejora de la calidad de las aguas receptoras de las descargas de alcantarillado.
- ❖ **La reutilización de las aguas residuales tratadas.-** Las aguas residuales tratadas pueden reutilizarse en el riego de ciertos productos agrícolas y frutales y proyectos municipales de construcción.

- ❖ **Disminución de riesgos de salubridad.-** Reducción de problemas de insalubridad en los alrededores de las descargas y por la utilización de fuentes de agua contaminada que contienen grandes concentraciones de organismos patógenos capaces de infectar al ser humano, como lo son las bacterias, protozoos, helmintos y virus.

- ❖ **Cumplimiento de leyes vigentes y normas ambientales.-** La construcción de la planta de tratamiento permitirá al GADM de Tena dar un primer paso para el cumplimiento de las leyes y reglamentos ambientales.

- ❖ **Mejora de la calidad del suelo.-** El riego y la fertilización de espacios verdes, con los productos generados por la planta de tratamiento, ayudaran a mejorar la calidad del suelo, así como incrementar su atractivo visual. Además reducirá la utilización de fertilizantes artificiales con su respectiva disminución de gastos y de contaminación. Permitirá conservar el suelo por enriquecimiento con humus y prevenir la erosión del terreno.

- ❖ **Aumento de fuentes de trabajo.-** El proyecto generara empleos directos e indirectos desde el inicio, pues se necesitará una gran cantidad de obreros para su construcción. Además de los empleados que estarán encargados de la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento.

- ❖ **Cambios en la calidad de vida.-** La combinación de todos los beneficios mencionados anteriormente provocará incremento en el nivel de vida de las personas beneficiadas, pues con la puesta en marcha de la planta de tratamiento mejorará la salud de los pobladores y de todos los factores ambientales del ecosistema

cercano a la comunidad y a los cuerpos receptores.

También por la generación de fuentes de trabajo durante la construcción y empleo de personal para la operación y mantenimiento. Y la revalorización de los terrenos y propiedades aledañas. Asimismo cabe señalar el cambio positivo que surgirá al utilizar terrenos sin uso productivo para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

4.1.3 Impactos negativos en el ambiente y la comunidad

Las plantas de tratamiento de aguas residuales pueden generar impactos ambientales negativos sobre el aire, suelos, aguas, cultivos, flora y fauna y salud humana; por lo tanto la decisión está en la necesidad y el balance entre los impactos negativos y los positivos, al momento de tomar una decisión.

- ❖ **Pérdida de hábitat y diversidad de la fauna.-** Alteración de hábitat de fauna nativa en los sitios de operación y disposición de materiales; alteración temporal de procesos de reproducción, migración y alimentación de algunas especies.
- ❖ **Concentraciones significativas de sales.-** Las aguas residuales tratadas aún pueden contener concentraciones muy significativas de sales que pueden deteriorar el suelo utilizado para cultivos agrícolas.
- ❖ **Emisión de olores.-** Toda planta de tratamiento, sea de tipo fisicoquímico o biológica, de tipo aerobio o anaerobio, es susceptible de generar malos olores. Sin embargo, debido al metabolismo de ciertas bacterias anaerobias (sulfato-reductoras),

el medio anaerobio es el más propenso a presentar malos olores, sobre todo cuando en el agua residual existen altas concentraciones de sulfatos y sulfuros.

- ❖ **Cambios en la calidad y fragilidad del paisaje.-** El desarrollo de actividades constructivas genera un impacto en el paisaje. Particularmente durante la eliminación de la cobertura vegetal y los movimientos de tierra esos efectos alcanzan un grado significativo, conforme la obra avanza, el impacto en el paisaje se va reduciendo, hasta que con la finalización de la construcción permanece un efecto neto.

- ❖ **Contaminación por descargas de residuos sólidos o por descargas accidentales.-** Controlar el manejo interno de residuos sólidos no peligrosos (basura), para evitar su dispersión, acumulación y descomposición. El vertido de efluente sin tratar en condiciones de emergencia implica impactos ambientales significativos, en lo que se refiere a la calidad de las aguas y a la generación de olores en la zona próxima a la descarga. Se entiende por situación de emergencia en la cual el caudal de lluvias supere la capacidad de la planta de tratamiento o en condiciones de falta de energía eléctrica. Además estará el riesgo a la salud de la población aledaña en caso de fallas en la operación y mantenimiento del sistema de tratamiento por medio de lodos activados.

- ❖ **Generación de residuos.-** El tránsito de vehículos de construcción puede crear un problema con el polvo (lo cual afectaría la salud de los trabajadores y los pobladores vecinos). Los trabajos civiles requieren una gran cantidad de excavaciones que generan problemas de polvo y desechos que deberán ser manejados adecuadamente.

- ❖ **Alteración del nivel sonoro.-** Durante el proceso de construcción la maquinaria usada creará niveles significativos de ruidos para los trabajadores, lo cual puede convertirse en un problema también para las áreas vecinas. La operación y el mantenimiento podrán afectar a la población de los alrededores, reduciendo en estos la agudeza auditiva. Provocando desplazamiento o alteración de hábitat por perturbaciones sonoras.

CONCLUSIONES

- ❖ De acuerdo al diagnóstico realizado se determinó que los habitantes del cantón Tena depositan sus aguas residuales en fosas sépticas construidas dentro de sus casas, debido a la carencia de un sistema de alcantarillado que transporte las mismas. Sin embargo, la red de alcantarillado se encuentra en la fase final de su construcción y que se espera que se pueda concluir con la planta de tratamiento para poder verter el agua debidamente tratada al río Tena.

- ❖ Mediante el estudio técnico se determinó que el mejor sitio para la ubicación de la planta procesadora de aguas residuales es en la parroquia urbana Tena, en el sector denominado las Palmas debido a su cercanía al río Tena. Así también con el estudio administrativo se estableció la planificación y organización necesaria para el buen funcionamiento de la planta.

- ❖ Con el estudio económico financiero se determina que se requiere una inversión de \$ 72.318,12 para la implementación de la planta de aguas residuales en el Cantón Tena. Y mediante la evaluación financiera se determina que el VAN del proyecto es de \$352.864,36 con una tasa de 7,6%; mientras que la Tasa Interna de Retorno (TIR) es del 106%, la misma que supera al expectativa del inversionista.

- ❖ Se determinó que los principales impactos que podría provocar la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales son los cambios paisajísticos, alteración del hábitat del área, la generación de olores y desechos sólidos. Sin embargo, existen medidas de mitigación las cuales deberán promover e implementar los pobladores de la zona para que el proyecto se mantenga ambientalmente sostenible.

RECOMENDACIONES

- ❖ Es importante informar a los habitantes de la zona y comunidades vecinas que el agua tratada en esta planta no deberá utilizarse para el riego de frutas y hortalizas; tampoco en la construcción, pues esta podría alterar las propiedades de los materiales.

- ❖ Es necesario realizar un plan de contingencia para manejar los accidentes ambientales que pudieran ocurrir. También se recomienda la creación de una brigada de vecinos capacitados en este tipo de emergencias y además puedan ayudar en las tareas de mantenimiento y limpieza de la planta de tratamiento de aguas residuales.

- ❖ Realizar alianzas estratégicas con centros educativos y organizaciones ambientales; para promover los beneficios ambientales y didácticos del programa y para incentivar la creación de proyectos similares en comunidades cercanas.

- ❖ Buscar asesoría en temas administrativos y económicos a los miembros del Departamento de manejo ambiental del GADM de Tena para garantizar un buen manejo y dirección, así como la capacitación constante de los operadores para el óptimo funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Alvarez, J., & Acosta, G. (2007). *Caraterizacion bilogica de lodo residual como posible acelerados del proceso de viorrendiacio*. Mexico: El Cid Editor.
- ❖ Apha, A. (2003). *Aguas y aguas de desecho*. Mexico: Interamericana.
- ❖ Baca, G. (2002). *Ealuacion de proyectos*. Mexico: McGraw-Hill.
- ❖ Barrera, A. (2000). *Tratamiento de aguas residuales*. Cuenca: Camaren.
- ❖ Da Ros, G. (2001). *La contaminacion de agua en Ecuador, una aproximacion economica*. Quito: Ediciones Abya Ayala.
- ❖ GADM Tena. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Canton Tena*. Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal Canton Tena. Tena: GADM.
- ❖ Inec. (2010). *Poblacion Canton Tena*. Instituto Nacional de Estadisticas y Censos, Quito.
- ❖ Kelly, A. (2002). *Tratamiento de aguas residuales en Latinoamerica*. Recuperado el 16 de Marzo de 2015, de <http://www.esd.worldbank.org>.
- ❖ Menendez, C., & Perez, C. (2008). *Procesos para el tratamiento biologico de aguas residuales industriales*. Mexico: Editorial Felix Varela.

GLOSARIO

- ❖ **Afluente:** Agua u otro líquido que ingresa a un reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento.
- ❖ **Aguas Residuales:** Es el agua resultante de cualquier uso ya sea doméstico o industrial, proceso u operaciones de tipo agropecuario, doméstico, comercial e industrial.
- ❖ **Alcantarillado Sanitario:** Conjunto o sistema de obras, instalaciones y servicios que tienen por objeto la evacuación y disposición final de las aguas residuales; tal conjunto o sistema comprende: las alcantarillas sanitarias con sus pozos de visita; los colectores primarios, cabezales de descarga y los sistemas de tratamiento.
- ❖ **Anaerobio:** Condición en la cual no hay presencia de aire u oxígeno libre.
- ❖ **Caudal de infiltración:** Parte del caudal del subsuelo que penetra en las tuberías a través de las juntas. .
- ❖ **Contaminación:** Es la alteración de la calidad física, química, biológica y radiactiva del agua.
- ❖ **Desarenadores:** Cámara diseñada para reducir la velocidad del agua residual y por la acción de la sedimentación permitir la remoción de sólidos minerales como arenas y otros.
- ❖ **Descarga:** Es todo tipo de aguas residuales que se vierten o disponen en el Sistemas de Alcantarillado Sanitario.
- ❖ **Sólidos Suspendidos o en Suspensión:** Fracción de sólidos que no sedimentan en un tiempo de dos horas en base a marcha analítica estándar como imhoff, constituidos mayormente por materia orgánica.
- ❖ **Tratamiento:** Es el proceso o serie de procesos a los que se someten las aguas residuales, con el objeto de disminuir o eliminar características perjudiciales de los contaminantes a la infraestructura de alcantarillado y a los procesos biológicos a los

que se sometán, a fin de cumplir con las normas técnicas de calidad ambiental vigentes.

- ❖ **Tratamiento primario:** comprende los procesos de sedimentación y tamizado.
- ❖ **Tratamiento secundario:** comprende los procesos biológicos aerobios y anaerobios y físico-químicos (floculación) para reducir la mayor parte de la DBO.
- ❖ **Tratamiento terciario:** también llamado avanzado, está dirigido a la reducción final de la DBO, metales pesados y contaminantes químicos específicos y eliminación de patógenos y parásitos.