

Impacto Ambiental del Sistema de Alcantarillado en la Ciudadela «3 de mayo» de la Ciudad de Jipijapa - Ecuador

Environmental impact of sewage system in the cita del «3 may»
Jipijapa City - Ecuador

Miguel Ángel Osejos Merino¹, Martín Verisimo Merino Conforme¹,
Monserate Cristina Merino Conforme¹

Recibido: Octubre 2017 - Aprobado: Junio 2018

RESUMEN

Esta investigación se realizó en la ciudadela “3 de Mayo” con una población de 7.906 habitantes, su clima es tropical seco con una temperatura de 24 °C, sus hábitos y costumbres están arraigados en aspectos culturales, históricos y folclóricos, pertenece a la parroquia urbana Dr. Miguel Moran Lucio de la ciudad de Jipijapa de la provincia de Manabí, donde se identificó el impacto ambiental que produce el sistema de alcantarillado desde una década atrás en la ciudadela “3 de Mayo”, para esto se utilizaron instrumentos de recolección de información como: fichas de aplicación ambiental, guía de observación y formulario de encuesta. Con la aplicación de estos instrumentos se obtuvieron los siguientes resultados: el sistema de alcantarillado está en la etapa final de servicio a la comunidad, está por colapsar debido al tiempo que tiene de construcción y operación. Los componentes que se ven afectados por el sistema de alcantarillado son el abiótico, biótico y socioeconómico, con sus respectivos componentes: aire, suelo, agua, flora, fauna y actividades humanas. A partir de estos componentes se determinaron los factores ambientales: como la calidad del aire, suelo y agua, cobertura vegetal y especie de fauna, calidad de vida y bienestar, salud y seguridad. La cantidad de impactos encontrados fueron 10, los cuales son temporales. La importancia a nivel de impactos mostró un resultado de 19.5, lo que es considerado como moderado, el componente ambiental más afectado y el agente o la actividad que lo causó: llegando a la conclusión que este componente es el social y se da por la convivencia diaria.

Palabras clave: Alcantarillado; impacto ambiental.

ABSTRACT

This research was carried out in the town “May 3” with a population of 7,906 inhabitants, its climate is tropical dry with a temperature of 24 ° C, its habits and customs are rooted in cultural, historical and folkloric aspects, belongs to The urban town Dr. Miguel Moran Lucio from the city of Jipijapa in the province of Manabí, where the environmental impact of the sewage system was identified from a decade ago in the citadel “May 3”, for which they were used Information collection tools such as: environmental application sheets, observation guide and survey form. With the application of these instruments the following results were obtained: the sewage system is in the final stage of service to the community, it is to collapse due to the time it has of construction and operation. The components that are affected by the sewer system are the abiotic, biotic and socioeconomic, with their respective components: air, soil, water, flora, fauna and human activities. From these components, environmental factors were determined: such as air, soil and water quality, vegetation cover and species of fauna, quality of life and well-being, health and safety. The amount of impacts found were 10, which are temporary. The significance level impacts showed a result of 19.5, which is considered moderate, the environmental component most affected and the agent or the activity that caused it: having to the conclusion that this component is the social and taken for daily living.

Key words: Sewerage; environmental impact.

1. Docentes de la Universidad Estatal del Sur de Manabí – UNESUM. Email: miguel.osejos@unesum.edu.ec

I. INTRODUCCIÓN

«La captación y drenaje de aguas pluviales datan de tiempos antiguos, las recogidas de las aguas residuales no aparecen hasta principios del siglo XIX, mientras que el tratamiento sistemático de las aguas residuales data de los finales del siglo pasado y principios del presente. El desarrollo de la teoría del germen, a cargo de Koch y Pasteur en la segunda mitad del siglo XIX, marcó el inicio de una nueva era en el campo del saneamiento. Hasta ese momento se había profundizado poco en la relación contaminación y enfermedades, y no se había aplicado al tratamiento de aguas residuales la bacteriología, disciplina que en ese entonces tuvo sus inicios» (Metcalf & Eddy, 1995).

Cabe considerar la importancia que tiene la dotación de los servicios básicos en una comunidad, entre ellos el de saneamiento, el mismo que es esencial para el bienestar físico de la población, pero al mismo tiempo puede producir un fuerte impacto sobre el medio ambiente, si no es bien ejecutado. «Los desechos líquidos de un núcleo urbano, están constituidos, fundamentalmente, por las aguas de abastecimiento después de haber pasado por las diversas actividades de una población. Estos desechos líquidos, se componen esencialmente de agua, más sólidos orgánicos e inorgánicos disueltos y en suspensión» (Metcalf & Eddy, 1995).

Los sistemas de alcantarillado en el transcurso del tiempo tienden a perder calidad, debido a que poseen una vida útil estimada que varía entre 20 y 25 años. Tomando en cuenta las consideraciones que se exponen en lo que refiere a los sistemas de alcantarillado en la ciudad de Jipijapa, este ya cumplió su vida útil debido a que este posee más de 30 años. Lo que se expresa en el párrafo anterior se considera como un problema en la ciudadela «3 de Mayo», debido a que esto afecta a los habitantes de esta zona, especialmente por los malos olores que se perciben, debido al colapso frecuente de las alcantarillas, de manera especial en las temporadas de lluvia siendo un tipo de sistema de alcantarillado sanitario, es por esto que la presente investigación pretende determinar de manera objetiva que impacto causa este sistema para que con los resultados obtenidos se plantee una propuesta de solución que beneficie a los habitantes de este conocido sector de Jipijapa.

El sistema de alcantarillado en la ciudadela «3 de Mayo», ubicada en la parroquia Miguel Morán Lucio de la ciudad de Jipijapa tiene problemas recientes. Esta ciudadela al igual que la mayoría de sectores de la mencionada ciudad se encuentra atravesando por el problema del colapso de su sistema de alcantarillado el cual ha cumplido su vida útil de funcionamiento.

Los ciudadanos que habitan en este sector comentan que perciben olores nauseabundos. Los restos de elementos que se presentan en el sistema, bloquean los desagües y causan inundaciones de agua en las calles. El agua pestilente corre por el sector en la calle principal y atrae a insectos (moscas, mosquitos, entre otros) y microorganismo (bacterias y virus) y esto a la vez acarrea enfermedades infecciosas perjudiciales para la salud de la población.

Esta problemática, se percibe con mayor énfasis con el rebosamiento de las estructuras de regulación, la red de alcantarillado en época de lluvias origina problemas de contaminación de manera específica, con la emisión de malos olores que perjudican directamente a las familias que habitan en el sector.

II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

Se han realizados investigaciones a nivel nacional sobre temas de impacto ambiental del sistema de alcantarillado, mismo que se detallan a continuación:

Moscoso Guamanquispe Washington Emanuel.

«Impacto ambiental del sistema de alcantarillado de la base naval de San Eduardo y propuesta de intervención para su reducción». Año 2014. Guayaquil – Ecuador.

Para la ejecución del presente trabajo se utilizó el sistema de alcantarillado sanitario y se tomó como línea base toda la información sanitaria de todos los sistemas de aguas servidas, existentes en la base, los mismos que serán actualizados realizando una toma de datos de campo para poder determinar las variables objetos del estudio.

«La metodología empleada para la presente evaluación de los impactos ambientales, fue una modificación de la metodología propuesta por Leopold 1971» (Moscoso, W. 2014).

De acuerdo a los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

En las matrices “A”, “B” y “C” a los diferentes riesgos sanitarios aplicando la metodología de la matriz de Leopold, han permitido establecer que la construcción del sistema sanitario, provoca riesgos moderados negativos en los sistemas de evacuación de aguas servidas, por lo que se deberá implementar una propuesta de intervención para su mitigación mediante la aplicación de diferentes prevenciones de gestión ambiental.

La implementación de un plan de manejo Ambiental para mitigar los impactos ambientales del sistema de alcantarillado de la Base Naval de San Eduardo obedece a la necesidad manifiesta de las políticas nacionales, según establece el Artículo 24 del Libro VI – De la Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Ambiental, en establecer medidas dentro de un Plan de Manejo Ambiental para garantizar el mínimo impacto y perjuicio a la comunidad y al medio ambiente.

Las áreas de influencia directa e indirecta no van a sufrir alteraciones significativas en su entorno, los impactos positivos y negativos identificados en el proyecto pueden ser mitigados a través de una adecuada aplicación del plan de manejo ambiental propuesto, por lo que se deberá socializar su ejecución.

Ortiz Gavilanes David Marcelo. «Simulación del impacto ambiental generado por la construcción y operación del proyecto. Sistema de alcantarillado mixto

y tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Villa la Unión y sectores aledaños a la Laguna de Colta». Año 2014. Chimborazo – Ecuador.

En el presente trabajo se utilizó el sistema de alcantarillado sanitario y se tomó como línea base toda la información sanitaria de todos los sistemas de aguas residuales, existentes en la base de estudio.

«La metodología se basó en el análisis de campo realizado en La ciudad de Villa La Unión, la cual es la cabecera cantonal del Cantón Colta de la provincia de Chimborazo. Se realizó un levantamiento de información en cuanto a las características del agua de descarga, la cual no ha recibido tratamiento alguno, basados en la metodología establecida por el Ministerio del Ambiente del Ecuador para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental que se encuentren dentro de la categoría IV conforme el Catálogo de Categorización Ambiental Nacional» (Ortiz, D. 2014).

En esta investigación se establecieron las siguientes conclusiones:

«El impacto ambiental causado por la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales se lo puede catalogar como positivo, ya que, mediante la depuración de aguas residuales se logra un equilibrio ambiental en la ciudad de Villa La Unión. El impacto ambiental podría ser negativo siempre y cuando no exista una correcta administración y operación de la planta de tratamiento, lo cual conlleva a que se descarguen aguas residuales en iguales o peores condiciones de las que entraron a la planta» (Ortiz, D. 2014).

Se puede concluir que a través del modelo de simulación se podrá establecer los porcentajes de rendimiento adecuado para las operaciones unitarias de la planta de tratamiento de aguas residuales, con lo que se puede establecer mantenimientos periódicos para cumplir con este propósito.

Según Proyecto de la **Dirección Provincial de Morona Santiago del Ministerio del Ambiente**. «Estudio de impacto ambiental proyecto interceptores y unidades de tratamiento del sistema de alcantarillado de la ciudad de Macas». Año 2011. Macas – Ecuador.

En la ejecución del presente trabajo se utilizó el sistema de alcantarillado combinado y se tomó como línea base toda la información sanitaria y pluvial de todos los sistemas de aguas servidas y aguas lluvias, existentes en la base de estudio.

La metodología empleada fue la identificación de los impactos ambientales que podrían ser generados por las actividades del proyecto, se empleó como material primordial una matriz de caracterización.

Se obtuvieron las siguientes conclusiones:

En el análisis de dominancia de las especies registradas refleja que la flora y fauna de la región se encuentra muy alterada y diferente a lo que se presenta normalmente en

zonas de Bosque premontano. La alta deforestación y la presencia de cultivos y pastizales han alterado el equilibrio ambiental y las poblaciones de flora y fauna han sido seriamente afectadas y han sufrido las consecuencias de un alto impacto de los cambios biofísicos.

La alta tasa de deforestación y los desechos orgánicos generados en la zona han dado por resultado la destrucción de hábitats esenciales para las especies y su diversificación.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Generalidades de la Ciudad de Jipijapa.

2.2.1.1 Situación Geográfica.

«Está ubicado en el extremo sur occidental de la Provincia de Manabí, cuenta con una extensión de 1.420 km²» (Plan estratégico del Cantón Jipijapa PEDI, 2013).

2.2.1.2 Límites.

«Al norte con los cantones Montecristi, Portoviejo y Santa Ana, al Sur por la provincia del Guayas y cantón Puerto López, al este por los cantones Paján y 24 de Mayo y al oeste por el Océano Pacífico» (Plan estratégico del Cantón Jipijapa, 2013).

2.2.1.3 División Política.

«En la actualidad el cantón Jipijapa está subdividido en tres parroquias urbanas y siete rurales, distribuidos de la siguiente manera: Las 3 urbanas son: Dr. Miguel Moran Lucio donde encontramos ubicada la **ciudadela “3 de Mayo”** con una antigüedad de 100 años, Parroquia San Lorenzo y Manuel Inocencio Parrales y Guale. Las rurales son 7: La América, El Anegado, Pedro Pablo Gómez, Julcuy, La Unión, Membrillar y Puerto Cayo. La fecha de cantonización de Jipijapa es el 25 de junio de 1824, y la de Independencia el 15 de octubre de 1820» (Plan estratégico del Cantón Jipijapa, 2013).

2.2.1.4 Clima.

«El clima de Jipijapa es tropical seco. La temperatura media es de 24 grados centígrados con un promedio de lluvia anual de 670 milímetros cúbicos» (INAMHI, 1999).

2.2.1.5 Hidrología.

«En la ensenada de Cayo desemboca el Río Seco de Jipijapa, además existen los ríos Cantagallo, Salitre, Naranjal, Salado y Piñas. Sus caudales son pequeños. También existen 22 microcuencas que alimentan las aguas el río Jipijapa» (Plan estratégico del Cantón Jipijapa, 2013).

2.2.1.6 Tipo de suelo.

«El tipo de suelo en toda su extensión en Jipijapa es arcilloso» (Plan estratégico del Cantón Jipijapa, 2013).

2.2.1.7 Costumbres.

«Jipijapa conocida como la sultana del café, por su tradición cafetalera, mantiene arraigados los aspectos culturales, históricos y folclóricos que lo identifican a nivel nacional. El Jipijapense es hospitalario y orgulloso de su raza, reconoce con orgullo que es más indio que blanco. Se dedica a la labor agrícola (café, maíz, yuca y maní), pesca, ganadería y comercio. Esta ciudad es cuna de creencias y tradiciones, aunque muchas se han perdido, pero otras se mantienen

vivas y son practicadas por los habitantes, es valioso cuidar y mantener el patrimonio intangible del cantón, como el mejor tributo que se puede rendir a nuestros ancestros quienes fueron personas que brindaron su hospitalidad y recibieron sometimiento y un nuevo mundo de creencias. Entre estas tenemos: Las peleas de gallo, el rodeo montubio, el velorio, día de los fieles difuntos, los compadrazgos, las parteras, leyendas, creencias populares, villancicos, chigualos, amorfinos, fiestas cívicas y religiosas» (Plan estratégico del Cantón Jipijapa, 2013).

2.2.2 Impacto ambiental.

«Estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado con el procedimiento de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) tiene como objetivos predecir, identificar, calificar, valorar y corregir las consecuencias o efectos ambientales de determinadas acciones o actividades y en general de un proyecto que pueden incidir en la calidad de vida del hombre y su entorno» (Rodríguez, A. 2009: p. 156).

«Para esto se sugiere un plan de manejo ambiental, que es un documento donde se establece en detalle y en orden cronológico las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ambientales negativos, o acentuar los impactos positivos causados en el desarrollo de una acción propuesta. Por lo general, el Plan de Manejo Ambiental consiste de varios sub-planes, dependiendo de las características de la actividad o proyecto propuesto» (TULAS, 2003).

«El origen de los contaminantes es muy variado, pero se puede citar como causantes a los desechos urbanos e industriales, los drenados de la agricultura y de minas, la erosión, los derrames de sustancias tóxicas (accidentales o intencionales), los efluentes de las plantas depuradoras, los subproductos de los procesos de depuración, la ruptura de drenajes y el lavado de la atmósfera, entre otros. No hay duda que el “solvente universal” no sólo disuelve, sino además arrastra y emulsiona a gran número de compuestos con los que entran en contacto a lo largo de su ciclo y modifican su calidad» (Jiménez, B. 2005: p. 450).

2.2.3 Sistema de alcantarillado. Características.

2.2.3.1 Componentes.

«Estos sistemas de alcantarillado, tienen como función el retiro de las aguas que ya han sido utilizadas en una población y por ende contaminado, estas aguas reciben el nombre genérico de “aguas residuales”; también sirven para retirar las aguas pluviales» (Jiménez, J. 2013). El alcantarillado consiste en un sistema de conductos enterrados llamados alcantarillas, que generalmente se instalan en el centro de las calles y sus componentes son los siguientes:

Red de Atarjeas. Son los conductos de menor diámetro y reciben las aguas residuales domiciliarias por medio de tuberías que salen de la casa y cuyo nombre es el de “descarga domiciliaria” y que dentro del predio se conoce como “albañal”. El diámetro de la descarga domiciliaria y el albañal generalmente es de 15 cm. y el de la atarjea como mínimo debe ser de 20 cm.

Subcolectores. Estas tuberías son las que recolectan las aguas que llevan las atarjeas. Su diámetro debe ser igual o mayor a 20 cm. aunque al inicio puede ser de esta medida (actualmente este componente del sistema ya no se considera).

Colectores. Los colectores son las tuberías que captan el agua que traen las atarjeas y los subcolectores por lo que su diámetro debe ser generalmente mayor al de ellas.

Emisor. A este conducto, ya no se le conecta ninguna descarga de aguas residuales y su función es retirar de la localidad todo el volumen de agua captada por la red de alcantarillado y conducirla al sitio donde se tratará o verterá.

Tratamiento. Uno de los objetivos principales de los sistemas de alcantarillado, es evitar la contaminación provocada por las aguas residuales a los cuerpos de agua superficial y subterráneos, por lo que no se permiten descargas de aguas residuales a las corrientes superficiales ni a los terrenos sin tratar. Para disminuir la contaminación, el agua residual debe pasar por un proceso de tratamiento, este proceso consiste en separar de las aguas residuales los sólidos, líquidos, productos químicos, bacterias y virus para poder emplearlas, posteriormente a su tratamiento.

Sitio de Vertido. Una vez que las aguas residuales han sido tratadas, se deben desalojar o reusar, en el primer caso, es necesario localizar un lugar específico que puede ser un cuerpo de agua y a este lugar se la llama “sitio de vertido”.

Obras Conexas. Este tipo de obras son estructuras auxiliares que tendrán funciones específicas dentro del sistema de alcantarillado, éstas son, pozos de visita (alcantarillado sanitario), tragatormentas (alcantarillado pluvial) y generadas por la topografía del sitio, estaciones de bombeo de ser necesarias.

«El Sistema de alcantarillado está integrado por todos o algunos de los siguientes elementos: atarjeas, subcolectores, colectores, interceptores, emisores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, descarga final y obras accesorias. El destino final de las aguas residuales podrá ser desde un cuerpo receptor hasta el reúso dependiendo del tratamiento que se realice y de las condiciones particulares de la zona de estudio» (Comisión Nacional del Agua, 2009).

2.2.3.2 Tipos de Sistemas de alcantarillados.

Los tipos de sistemas de alcantarillados se clasifican de acuerdo al tipo de agua que conducen:

- a. *Alcantarillado Sanitario:* Es la red generalmente de tuberías, a través de la cual se deben evacuar en forma rápida y segura las aguas residuales municipales (domésticas o de establecimientos comerciales) hacia una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido donde no causen daños ni molestias.
- b. *Alcantarillado Pluvial:* Es el sistema que capta y conduce las aguas de lluvia para su disposición final, que puede ser por infiltración, almacenamiento o depósitos y cauces naturales.

c. **Alcantarillado Combinado:** Es el sistema que capta y conduce simultáneamente el 100% de las aguas de los sistemas mencionados anteriormente, pero que dada su disposición dificulta su tratamiento posterior y causa serios problemas de contaminación al verterse a cauces naturales y por las restricciones ambientales se imposibilita su infiltración. «La prioridad fundamental en cualquier desarrollo urbano es el abastecimiento de agua potable, pero una vez satisfecha esa necesidad se presenta el problema del desalojo de las aguas residuales. Por lo tanto, se requiere la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para eliminar las aguas residuales que producen los habitantes de una zona urbana incluyendo al comercio y a la industria» (SIAPA, 2014).

«Las aguas residuales municipales, también llamadas aguas negras, son una mezcla compleja que contiene agua (por lo común más de 99%) mezclada con contaminantes orgánicos e inorgánicos, tanto en suspensión como disueltos. La concentración de estos contaminantes normalmente es muy pequeña, y se expresa en ml/l, esto es, miligramos de contaminante por litro de la mezcla. Esta es una relación de peso/volumen que se emplea para indicar concentraciones de componentes en agua, aguas residuales, desperdicios industriales y otras soluciones diluidas. Puesto que la densidad relativa (DR) de estas soluciones diluidas es similar al del agua, las concentraciones también se pueden considerar relaciones de peso/peso, como mg/kg o ppm (partes por millón). Sin embargo, cuando la DR de la mezcla no es 1.0 ml/l y ppm no son términos distintos» (Heinke, Gary W. 1999: p. 778).

«Los residuos que excretan los humanos se conoce como aguas negras sanitarias. Las aguas residuales de áreas residenciales, que se describen aguas negras domésticas, incluyen residuos provenientes de cocinas, baños, lavado de ropa y drenaje de pisos. Estos juntos con los residuos líquidos de los establecimientos comerciales e industriales, se designan como aguas residuales municipales. Estas, normalmente se recogen en un sistema de alcantarillado público (alcantarillas, estaciones de bombeo) y se envían al centro de tratamiento para su eliminación sin peligro» (Ramalho, R. 2003: p. 697).

«El agua pluvial es el desagüe de la precipitación pluvial, de la fusión de la nieve y del lavado de las calles está menos contaminado que las aguas residuales municipales, razón por la cual recibe poco o ningún tratamiento antes de las descargas a los colectores de agua lluvia (para su liberación directa en aguas receptoras), o antes de combinarlo con las aguas residuales municipales para entregarlos a la planta de tratamiento de aguas residuales» (Corbitt, R. 2003).

«Las materias orgánicas son sólidos que provienen del reino animal y vegetal, así como las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos» (Seoáñez, M. 1997).

III. METODOLOGÍA

3.1 Población

«El universo que se tomó en este trabajo de investigación es de 7.906 habitantes de la Ciudadela “3 de Mayo” de la Ciudad de Jipijapa, según censo del 2010» (PEDI, 2013).

3.1.1 Muestra

«De la población total se calculó con un grado de error permisible del 5% mediante la aplicación de fórmula» (Pacheco, O. 2000), dando como resultado a 380 habitantes. Esta se valida a través de la siguiente fórmula:

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

En donde:

n = tamaño de la muestra.

N = población o universo.

E = error admisible.

3.2 Métodos y técnicas

«La metodología que se empleó para esta investigación fue de campo, utilizando la matriz de Leopold, donde se identificaron los impactos y los factores del medio que, presumiblemente serán afectados, esta matriz nos permitió obtener una valoración cuantitativa con un buen nivel de profundidad de cada impacto. La matriz básicamente relaciona cada componente o factor ambiental con cada actividad propia del proyecto, identificando posibles interacciones (impactos ambientales) positivas o negativas y valorándolas; todo lo cual permite evaluar los impactos ambientales que generaría el proyecto, e identificar los componentes potencialmente más afectados y las actividades del proyecto que ocasionarían mayor impacto. Además, se utilizaron criterios de caracterización y valoración en lugar de emplear únicamente magnitud e importancia» (Moscoso, W. 2014). Ver cuadro N° 2.

Los métodos de investigación se lo realizaron mediante técnicas cuantitativas y cualitativas. En cuanto a los métodos teóricos empleados, destacan el análisis y la síntesis, los cuáles posibilitaron detectar los elementos que condicionan la situación problemática y establecer una relación entre ellos; la inducción y deducción a los fines de profundizar en el conocimiento sobre el tema del sistema de alcantarillado.

Se aplicaron las siguientes técnicas con sus respectivos instrumentos:

La técnica de la observación directa con su instrumento de recolección de datos como es el formato de observación para determinar la importancia y la magnitud del impacto ambiental que provoca el sistema de alcantarillado en la ciudadela “3 de mayo”.

El formulario de encuesta que se aplicó para conocer la percepción de los habitantes sobre el problema ambiental, que ocasiona el sistema de alcantarillado de la ciudadela “3 de Mayo”.

A partir de estos componentes se determinaron los factores ambientales: calidad del aire, calidad del suelo, calidad del agua, paisaje, cobertura vegetal, especies de fauna, calidad de vida y bienestar y salud y seguridad.

Estos elementos que fueron enunciados anteriormente afectan a diferentes actividades que se realizan en la ciudadela, entre las que se escogieron: filtración, actividades

deportivas, convivencia diaria, venta de alimentos. En esta etapa se procedió a identificar que actividades son afectadas por cada factor ambiental, obteniendo como resultados que todas las interacciones son de naturaleza negativa, encontrando la cantidad de 10.

En una segunda etapa del trabajo, una vez identificada las interacciones se procedieron a realizar la matriz de posibles efectos y se llegó al resultado de que todos los impactos (anteriormente interacciones son de carácter temporal) debido a que si se reemplaza el sistema los impactos desaparecerán a corto plazo.

Cuadro N° 1. «Identificación de los impactos ambientales» (Moscoso, W. 2014).

Componente Ambiental	Subcomponente Ambiental	Factor Ambiental		Definición
ABIÓTICO	Aire	1	Calidad del aire	Presencia de malos olores y material por las aguas residuales
		2	Ruido	Incremento de los niveles de presión sonora durante las actividades operarias de la maquinaria.
	Suelo	3	Calidad del suelo	Deterioro de las redes de conducción
		4	Erosión	Erosión laminar en sitios donde se retirará el material de cobertura. Para el mantenimiento
	Agua	5	Conducción de aguas residuales	Alteración del ambiente en la en la conducción de las aguas residuales
		6	Recepción de aguas residuales	Contaminación en contactos los derrames lixivados.
	Paisaje	7	Paisaje	Alteración del paisaje natural.
BIÓTICO	Flora	8	Cobertura vegetal	Alteración de la cobertura vegetal existente, la cual será retirada para construcción de redes nuevas.
	Fauna	9	Especies de la fauna	Alteración de las especies existentes en el lugar.
SOCIO-ECONÓMICO	Social	10	Calidad de vida y bienestar	Afectación a la calidad de vida y el bienestar de quienes laboran la empresa
		11	Salud y seguridad	Alteración de los niveles de salud y seguridad de quienes viven en la ciudadela.
		12	Empleo	Contratación de servicios mano de obra temporal o permanente

Cuadro N° 2. Matriz causa – efecto – matriz de Leopold.

COMPONENT	ITEM	SUBCOMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	ACCIÓN				Numero de Impactos Negativos
				FASE DE OPERACIÓN				
				A	B	C	D	
ABIÓTICO	1	AIRE	Calidad del Aire					1
	2	SUELO	Calidad del Suelo					1
	3	PAISAJE	Paisaje					2
BIÓTICO	4	FLORA	Cobertura vegetal					1
	5	FAUNA	Especies de fauna					1
SOCIO E.	6	SOCIAL	Calidad de Vida y Bienestar					2
			Salud y Seguridad					2
Numero de Impactos Negativos				3	2	3	2	10

Cuadro N° 3. Relación de actividades con factores ambientales y posibles efectos

COMPONENTE	ITEM	SUBCOMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	ACCIÓN			
				FASE DE OPERACIÓN			
				A	B	C	D
				Filtración	Actividades deportivas	Convivencia diaria	Venta de alimentos
ABIÓTICO	1	AIRE	Calidad del Aire	-	T	-	-
	2	SUELO	Calidad del Suelo	T	-	-	-
	3	PAISAJE	Paisaje	-	T	T	-
BIÓTICO	4	FLORA	Cobertura vegetal	T	-	-	-
	5	FAUNA	Especies de fauna	T	-	-	-
SOCIO E. BIÓTICO	6	SOCIAL	Calidad de Vida y Bienestar	-	-	T	T
			Salud y Seguridad	-	-	T	T

T: Temporal y P: Permanente

No sucede en esta etapa

IV. RESULTADOS

Los resultados que se hallaron en esta investigación explican que el sistema de alcantarillado está en etapa de fin, está por colapsar debido al tiempo que tiene de construcción y operación. Por esta razón en la etapa de llenado de fichas

se identifica como fase de operación. Después de realizar el respectivo análisis se pudo determinar que los componentes que se ven afectados por el sistema de alcantarillado son el abiótico, biótico, y socio económico, con sus respectivos componentes abiótico: aire, suelo, agua y paisaje, biótico: flora y fauna, y socio económico: actividades humanas.

Cuadro N° 4. «Calificación de importancia y magnitud de los potenciales impactos generados» (Moscoso, W. 2014)

Actividades			Filtración								Actividades deportivas					Convivencia diaria					Venta de alimentos															
			Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Efecto	Acumulación	Periodicidad	Riesgo	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Efecto	Acumulación	Periodicidad	Riesgo	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Efecto	Acumulación	Periodicidad	Riesgo							
			ABIÓTICO	AIRE	Calidad de aire.								1	1	2	2	2	1	1	1	1															
SUELO	Calidad del suelo	2		1	2	2	1	1	2	2																										
PAISAJE	Calidad:									1	1	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
BIÓTICO	FLORA	Cobertura vegetal	1	2	3	1	2	2	1	1	1																									
	FAUNA	Especies de fauna	1	1	1	1	2	1	2	2	1																									
FACTORES SOCIO ECONÓMICOS Y ETNOCULTURALES	SOCIO ECONOMICA	Calidad de Vida y Bienestar																	1	2	4	2	2	4	1	1	1	2	1	2	2	2	4	1	2	2
		Salud y Seguridad																		2	1	2	2	1	4	1	4	1	4	1	4	1	1	4	1	4

En la etapa de calificación la valoración de los impactos generados se la realizo con una media de 1.444.

La jerarquización de posibles impactos generados dio como resultados en la importancia lo siguiente:

Calidad del aire	I -15	M 1.3
Calidad del suelo	I -19	M 1.6
Paisaje	I -17	M 1.3
	I -16	M 1.3
Cobertura vegetal	I -18	M 1.4
Calidad del aire	I -15	M 1
Calidad de vida y bienestar	I -23	M 1.7
	I -20	M 1.6
Salud y seguridad	I -29	M 1.6
	I -23	M 1.4

La importancia a nivel de impactos arrojo un resultado de 19.5 lo que es considerado como moderado según la tabla comparativa de jerarquización de importancia.

	Bajo < 16.
	Moderado entre 17 – 33.
	Alto entre 34 – 50
	Muy alto entre 51 – 67.
	Crítico entre 68 – 84.
	Positivo.

Cuadro N° 5. Jerarquización de los potenciales impactos generados (A).

Componentes Ambientales		Actividades	Filtración		Actividades deportivas		Convivencia diaria		Venta de alimentos	
			I	M	I	M	I	M	I	M
		Importancia y Magnitud								
ABIÓTICO	AIRE	Calidad del Aire			-15	1.3				
	SUELO	Calidad del Suelo	-19	1.6						
	PAISAJE	Paisaje			-17	1.3	-16	1.3		
BIÓTICO	FLORA	Cobertura vegetal	-18	1.4						
	FAUNA	Especies de fauna	-15	1						
SOCIO E.	SOCIAL	Calidad de Vida y Bienestar					-23	1.7	-20	1.6
		Salud y Seguridad					-29	1.6	-23	1.4

La magnitud a nivel de impactos arrojo un resultado de 1.42 lo que considerado como moderado según la tabla comparativa de jerarquización de importancia.

	Baja <1,35.
	Moderada entre 1,36 – 2,72.
	Alta entre 2,73 – 4,1.
	Muy alta entre 4.1 – 5,46.
	Máxima 5,47 – 6,8.

Cuadro N° 6. Jerarquización de los potenciales impactos generados (B)

Componentes Ambientales			Actividades	Filtración	Actividades deportivas	Convivencia diaria	Venta de alimentos
				M*I	M*I	M*I	M*I
			Importancia y Magnitud	M*I	M*I	M*I	M*I
ABIÓTICO	AIRE	Calidad del Aire		-19.5			
	SUELO	Calidad del Suelo	-30.4				
	PAISAJE	Paisaje		-22.1	-20.8		
BIÓTICO	FLORA	Cobertura vegetal	-25.2				
	FAUNA	Especies de fauna	-15				
SOCIO E.	SOCIAL	Calidad de Vida y Bienestar			-46	-40	
		Salud y Seguridad			-58	-50	

Una vez definida la magnitud e importancia, se procedió a determinar la jerarquía de los posibles impactos. Lo que permitió definir el componente ambiental más afectado y el agente o la actividad que lo causó, llegando a la conclusión que este componente es el social y se da por la convivencia diaria.

4.1 Encuestas realizadas a los habitantes de la ciudadela “3 de Mayo”

1. ¿Su vivienda se encuentra conectada al sistema de alcantarillado?

Tabla N° 1

Alternativa	f	%
Si	380	100
No	0	0
Total	380	0

Fuente: Habitantes de la ciudadela <<3 de Mayo>>
Elaboración Propia

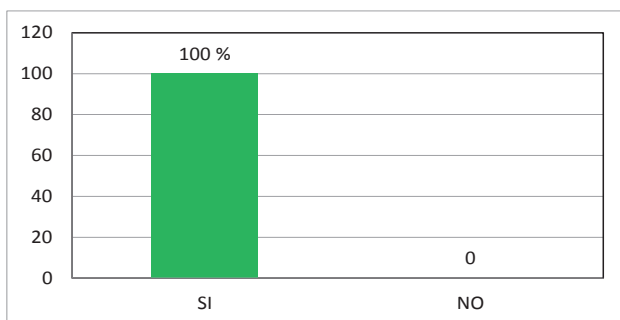


Figura N° 1

Análisis e interpretación

Los encuestados respondieron a esta pregunta el 100 % que sus viviendas se encuentran conectados al sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Jipijapa. Por lo tanto, no existen viviendas que tengan otras conexiones de red para el desagüe de aguas servidas, que puedan ser perjudicial para la salud de los habitantes de la ciudadela “3 de Mayo” (Tabla N° 1 y Figura N° 1).

2. ¿Quién realizó la conexión en su vivienda a la red?

Tabla N° 2

Alternativa	f	%
Municipio	42	11
Persona particular	107	28
Otra institución	231	61
Total	380	100

Fuente: Habitantes de la ciudadela <<3 de Mayo>>
Elaboración Propia

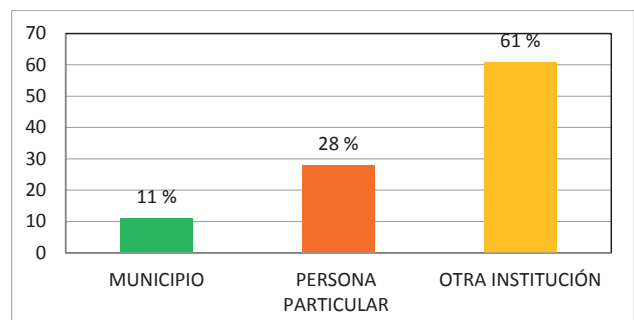


Figura N° 2

Análisis e interpretación

En esta pregunta que dice ¿Quién realizó la conexión en su vivienda a la red? los moradores contestaron en un 61 % otra institución, seguido de un 28 % que respondieron personas particulares y un 11 % respondieron el Municipio de la ciudad de Jipijapa, lo que quiere decir que la mayoría de los habitantes de la ciudadela “3 de Mayo” no han buscado a la institución que tenga las competencias para estas conexiones de alcantarillado sanitario, como lo es el Municipio de Jipijapa (Tabla N° 2 y Figura N° 2).

3. ¿Qué problemas ha tenido con el funcionamiento del alcantarillado sanitario?

Tabla N° 3

Alternativa	f	%
Rebose	23	6
Obstrucción	31	8
Malos olores	326	86
Total	380	100

Fuente: Habitantes de la ciudadela <<3 de Mayo>>

Elaboración Propia

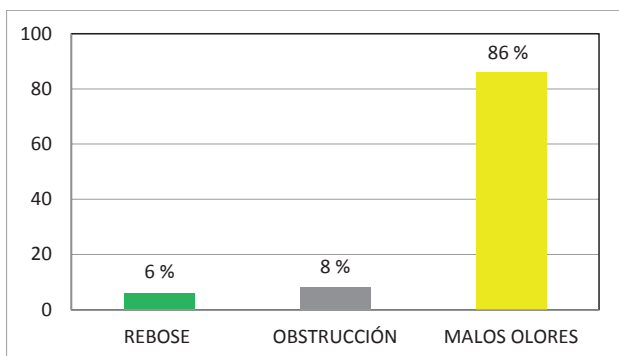


Figura N° 3

Análisis e interpretación

Al preguntarles que problemas han tenido con el funcionamiento del alcantarillado sanitario, respondieron en un 86 % que, si lo tienen, ya que estas emanan malos olores de las alcantarillas, siendo esto a veces insoportables, un 8 % respondieron obstrucción y el 6 % contestaron rebose. Estos resultados nos permiten conocer el mal estado que tienen las alcantarillas sanitarias en la ciudadela “3 de Mayo” (Tabla N° 3 y Figura N° 3).

4. ¿En qué tiempo solucionaron el problema suscitado?

Tabla N° 4

Alternativa	f	%
En dos días	4	1
En una semana	38	10
En dos semanas	42	11
En un mes	53	14
El problema es recurrente	243	64
Total	380	100

Fuente: Habitantes de la ciudadela <<3 de Mayo>>

Elaboración Propia

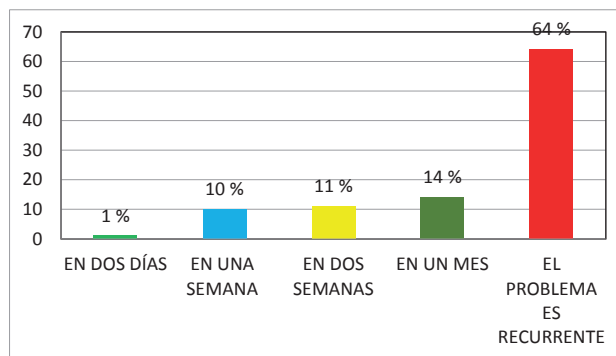


Figura N° 4

Análisis e interpretación

Al preguntarles en qué tiempo solucionaron el problema suscitado por el mal funcionamiento de las alcantarillas, los habitantes de la ciudadela “3 de Mayo” respondieron en un 64 % que el problema es recurrente, seguido de un 14 % que manifestaron en un mes, un 11% contestaron en dos semanas y un 10 % respondieron en una semana. Es decir que, si llegan a arreglar, pero el problema persiste constantemente, con estos resultados podemos decir que este sistema de alcantarillado ya cumplió su vida útil al servicio de la comunidad (Tabla N° 4 y Figura N° 4).

5. ¿Cómo califica Ud. el funcionamiento del alcantarillado sanitario?

Tabla N° 5

Alternativa	f	%
Muy satisfactorio	0	0
Satisfactorio	125	33
Poco satisfactorio	255	67
Total	380	100

Fuente: Habitantes de la ciudadela <<3 de Mayo>>

Elaboración Propia

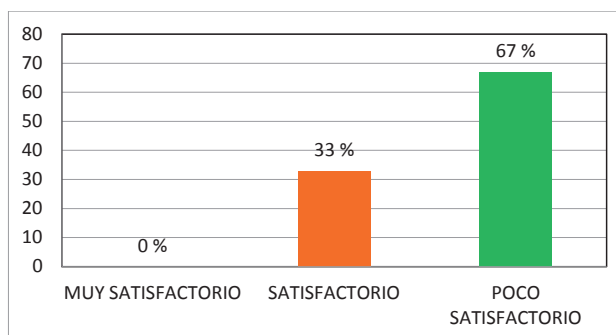


Figura N° 5

Análisis e interpretación

Al responder la pregunta que dice ¿cómo califica Ud. el funcionamiento del alcantarillado sanitario? El 67 % manifestaron poco satisfactorio y un 33 % contestaron satisfactorios. Analizando estos resultados nos damos cuenta que el sistema de alcantarillado no está brindando un buen servicio a la comunidad (Tabla N° 5 y Figura N° 5).

6. *¿Recibe algún tipo de capacitación por parte del Municipio o alguna empresa que administra el servicio acerca del mantenimiento y funcionamiento del sistema de alcantarillado?*

Tabla N° 6

Alternativa	F	%
Si	0	0
No	380	100
Total	380	0

Fuente: Habitantes de la ciudadela <<3 de Mayo>>
Elaboración Propia

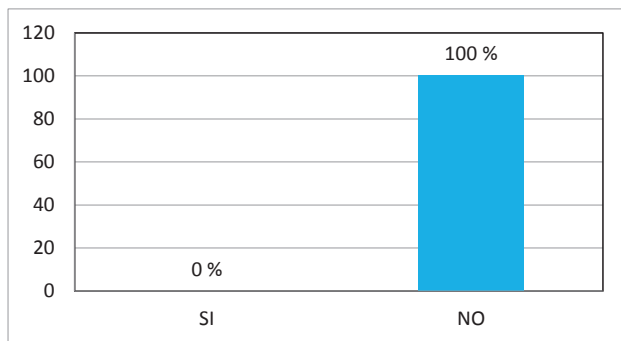


Figura N° 6

Análisis e interpretación

Los habitantes de la ciudadela “3 de Mayo” al contestar esta pregunta, manifestaron en un 100% que no reciben capacitación por parte del Municipio o alguna empresa que administra el servicio del sistema de alcantarillado sanitario sobre su mantenimiento y funcionamiento (Tabla N° 6 y Figura N° 6).

7. *¿Existe presencia de enfermedades infecciosas generadas por las aguas residuales?*

Tabla N° 7

Alternativa	F	%
Si	266	70
No	114	30
Total	380	100

Fuente: Habitantes de la ciudadela <<3 de Mayo>>
Elaboración Propia

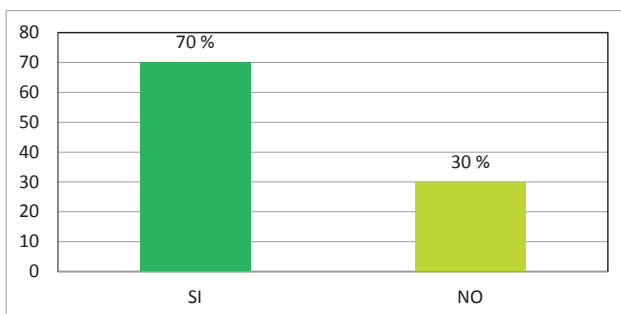


Figura N° 7

Análisis e interpretación

Al preguntarle a los habitantes de la ciudadela “3 de Mayo” si existe presencia de enfermedades infecciosas generadas por las aguas residuales, un 70 % contestaron que sí, y un 30 % respondieron que no. Al analizar estos resultados nos damos cuenta que las aguas residuales es un foco de contaminación y que si existe presencia de enfermedades infecciosas que afecta la salud de los seres humanos (Tabla N° 7 y Figura N° 7).

8. *¿A qué factores afecta la presencia de aguas residuales?*

Tabla N° 8

Alternativa	F	%
A la salud	32	9
Al aire	324	85
Al agua	8	2
Al suelo	16	4
TOTAL	380	100

Fuente: Habitantes de la ciudadela <<3 de Mayo>>
Elaboración Propia

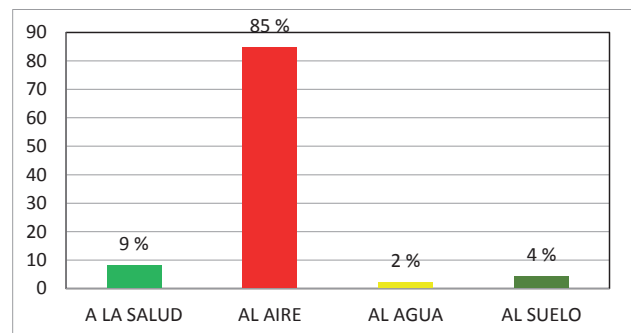


Figura N° 8

Análisis e interpretación

Al responder los encuestados esta pregunta que dice ¿A qué factores afecta la presencia de aguas residuales? un 85 % manifestó que, al aire, seguido de un 9 % que contestaron a la salud, un 4 % respondieron al suelo y por ultimo un 2 % dijeron al agua. Como se observa los resultados de la Tabla y Figura N° 8 que todos los factores citados son afectados por las aguas residuales. Por lo tanto se tiene que tomar medidas de solución al grave problema de contaminación que está afectando al ambiente y por ende al hombre.

4.2 Encuestas validadas con expertos (por juicio de expertos).

1. Considero que con las preguntas formuladas en el instrumento se logra medir efectivamente las variables de investigación. El cuestionario es sencillo y está redactado con claridad y sin ambigüedades, por lo que sus resultados pueden tenerse como válidos.

Dr. Rubén Emiro Cadenas Martínez, Doctor en Física, Magister en Ciencias Aplicadas, Doctor en Química Aplicada. Docente Investigador, Titular Principal, UNESUM. Profesor Emérito de La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

Email: ruben.cadenas@unesum.edu.ec ; cadenas39@yahoo.com

Móvil: 09 84918379

2. Considero que las interrogantes que aparecen en la encuesta dirigida a los habitantes de la ciudadela “3 de Mayo” de la ciudad de Jipijapa responden al objeto y campo de acción de la investigación, son pertinentes y contribuyen a evidenciar el problema de la investigación. Los resultados obtenidos a través de ella se pueden validar sin lugar a dudas por la consulta a expertos.

Ing. Arturo Andrés Hernández Escobar, PhD. Ingeniero Geólogo y Geofísico con maestrías en Ciencias Geológicas y Geofísica de la Universidad de Bucarest, Rumanía; Maestría en Educación Superior y Doctorado en Ciencias Pedagógicas. Más de 30 años de experiencia en la formación de profesionales de pregrado y postgrado. Ha trabajado en universidades latinoamericanas y africanas. Profesor titular en Cuba y Profesor titular en el Ecuador.

Email: arturo.hernandez@unesum.edu.ec; aharturohdez10@gmail.com

Móvil: 09 9676 9472

V. DISCUSIÓN

En tesis efectuada en la provincia del Guayas – Ecuador sobre «Impacto ambiental del sistema de alcantarillado de la base naval de San Eduardo y propuesta de intervención para su reducción» (Moscoso Guamanquispe Washington Emanuel, 2014), los resultados fueron que al aplicar la metodología de la matriz de Leopold, permitió establecer que la construcción del sistema sanitario, provoca riesgos moderados negativos en los sistemas de evacuación de aguas servidas. Mientras que en la investigación que se efectuó en la ciudadela “3 de Mayo”, se obtuvo que todas las interacciones son de naturaleza negativa en un número de impactos de 10, mismos que son de carácter temporal, debido a que la importancia y magnitud de los impactos son moderados y el componente más afectado fue el social y la actividad que lo causa es la convivencia diaria. Coincidiendo en ambas investigaciones estos resultados de los impactos moderados negativos siendo el componente más afectado el social.

En investigación ejecutada por el Municipio del cantón Colta en la Provincia de Chimborazo – Ecuador, sobre la «Simulación del impacto ambiental generado por la construcción y operación del proyecto. Sistema de alcantarillado mixto y tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Villa la Unión y sectores aledaños a la Laguna

de Colta, dio como resultado que el impacto ambiental es negativo siempre y cuando no exista una correcta administración y operación de la planta de tratamiento, lo cual conlleva a que se descarguen aguas residuales en iguales o peores condiciones de las que entran a la planta» (Ortiz Gavilanes David Marcelo, 2014). Mientras que la investigación realizada en la ciudadela “3 de Mayo”, se obtuvo que todas las interacciones son de naturaleza negativa en un número de impactos de 10, mismos que son de carácter temporal, debido a que la importancia y magnitud de los impactos son moderados y el componente más afectado fue el social y la actividad que lo causa es la convivencia diaria. Coincidiendo estas investigaciones en sus resultados de los impactos negativos en el componente social.

De acuerdo a Proyecto realizado en la Provincia de Morona Santiago – Ecuador, sobre «Estudio de impacto ambiental proyecto interceptores y unidades de tratamiento del sistema de alcantarillado de la ciudad de Macas» (Dirección Provincial de Morona Santiago del Ministerio del Ambiente, 2011) dio como resultado que la alta tasa de deforestación y los desechos orgánicos generados en la zona han dado por resultado la destrucción de hábitats esenciales para las especies. En cambio, que la investigación elaborada en la ciudadela “3 de Mayo”, se obtuvieron que todas las interacciones son de naturaleza negativa en un número de impactos de 10, mismos que son de carácter temporal, debido a que la importancia y magnitud de los impactos son moderados y el componente más afectado es el social y la actividad que lo causa es la convivencia diaria. Coincidiendo en estas investigaciones sus resultados de los impactos negativos en el componente social, pero difieren en el componente biótico: vegetales y animales.

Los resultados de la investigación sobre el Impacto ambiental del sistema de alcantarillado en la ciudadela “3 de Mayo” de la ciudad de Jipijapa, en lo referente a las preguntas N° 3, 7 y 8 si existe contaminación ambiental, una por los malos olores que emanan las alcantarillas con un 86 % de los resultados que se obtuvieron en la pregunta N° 3, las enfermedades infecciosas con 70 % según la pregunta N° 7, esta se debe por el rebozo de las aguas residuales a la ciudadela “3 de Mayo”, incidiendo en la salud de los habitantes de esta comunidad y a la vez contamina al medio ambiente, en particular al aire en un 85 % según la pregunta N° 8. Además estas encuestas se validaron por juicio de expertos, misma que le da más veracidad a la investigación.

Así mismo se evidencia que el sistema de alcantarillado sanitario ha cumplido con su vida útil, por los constates daños que estas soportan, a pesar que existen mantenimiento de vez en cuando por la institución competente, pero el problema del sistema de red de funcionamiento del alcantarillado es recurrente con un 64 % según los resultados de la pregunta N° 4.

El servicio que está brindando el sistema de alcantarillado en cuanto a su funcionamiento es poco satisfactorio con un 67 % según la pregunta N° 5.

VI. CONCLUSIONES

1. Aplicando la metodología de la matriz de Leopold, se obtuvieron como resultados que los componentes que se ven afectados por el sistema de alcantarillado en la ciudadela “3 de Mayo” son el factor abiótico, biótico y socioeconómico, con sus respectivos componentes: aire, suelo, agua, flora, fauna y actividades humanas; mismas que al interactuar con actividades como: filtración, actividades deportivas, convivencias diarias y ventas de alimentos, se obtuvo que todas las interacciones son de naturaleza negativa en un número de impactos de 10, los mismos que son de carácter temporal, debido a que si se reemplaza el sistema de alcantarillado, los impactos desaparecerán a corto plazo.
2. La importancia a nivel de impacto, arrojó un resultado de 19.5 lo que es considerado como moderado; mientras que la magnitud a nivel de impacto dio como resultado de 1.42 considerándolo como moderado, según tabla comparativa de jerarquización de importancia. Una vez definida la importancia y magnitud se determinó la jerarquía de los impactos, llegando a la conclusión que el componente más afectado fue el social y la actividad que lo causa es la convivencia diaria.
3. El sistema de alcantarillado en la ciudadela “3 de Mayo” ha cumplido su tiempo de vida útil y está a punto de colapsar, debido al poco mantenimiento que ha tenido por parte de las instituciones competentes como el Municipio de la ciudad de Jipijapa y Ministerio del Ambiente.

VII. AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a las autoridades de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM) y a la Revista del Instituto de Investigación IIGEO, FIGMMG – UNMSM, por la divulgación de esta investigación.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Comisión Nacional del Agua. (2009). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Alcantarillado Sanitario: Ed. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2009).
- Corbitt, R. (2003). Manual de Referencia de la Ingeniería Medio Ambiental. España Capítulo 10.
- Dirección Provincial de Morona Santiago del Ministerio del Ambiente. (2011). «Estudio de impacto ambiental proyecto interceptores y unidades de tratamiento del sistema de alcantarillado de la ciudad de Macas». Macas – Ecuador.
- Heinke, Gary W. (1999). Ingeniería Ambiental. E ed. México 778p.
- Jiménez, B. (2005). Contaminación Ambiental en México. Ed. Limusa. México 450p.

- Jiménez, J. (2013). Manual para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. Facultad de Ingeniería Civil Campus Xalapa, Universidad Veracruzana, México.
- Metcalf & Eddy (1995). Ingeniería de Aguas Residuales Redes de Alcantarillado y Bombeo. Segunda Edición España 4612p
- Moscoso Guamanquispe Washington Emanuel, (2014). «Impacto ambiental del sistema de alcantarillado de la base naval de San Eduardo y propuesta de intervención para su reducción». Universidad de Guayaquil. Guayaquil – Ecuador.
- Ortiz Gavilanes David Marcelo, (2014). «Simulación del impacto ambiental generado por la construcción y operación del proyecto. Sistema de alcantarillado mixto y tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Villa la Unión y sectores aledaños a la Laguna de Colta». Municipio del cantón Colta. Chimborazo – Ecuador.
- Pacheco Gil Oswaldo, (2000). «Diseño de Tesis para Doctorados y Maestrías». Editorial Nueva Luz. Guayaquil – Ecuador.
- Plan estratégico del Cantón Jipijapa, PEDI, 3 de agosto 2013, pág. 19, 20 y 21. (<http://unesum.edu.ec/PDF/PEDI.pdf>)
- Ramallo, R. (2003). Tratamiento de Aguas Residuales. Ed. Revert. S.A. España 697p
- Rodríguez, A. (2009). Estudios de Impacto Ambiental Guía Metodológica. Segunda Edición. Colombia 156p.
- Seoánez, M. (1997). Ingeniería Medio Ambiental Aplicada. Barcelona España. Ediciones Mundi- Prensa. 528p
- Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado-SIAPA (2014). Lineamientos Técnicos para Factibilidades. Alcantarillado Sanitario cap. 3. 38 pp.
- Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria-TULAS 31 De Marzo del 2003. Registro Oficial N° 725.

