

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
FACULTAD DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA



Trabajo de Diploma

Tesis en opción al título de Ingeniero Hidráulico

EVALUACIÓN DE IMPACTOS DE FUENTES CONTAMINANTES EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA GUAOS-GASCÓN

Autora: Yudiht Parada Peña

Tutora: Dra.C. Ing. Mayelin González Trujillo

Santiago de Cuba, 2021

Dedicatoria

DEDICATORIA

A mi esposo, por apoyarme en mis llantos y alegrías, por confiar en mí, por no soltarme jamás, y por ser la persona que creyó que podía llegar hasta aquí.

A mi madre, por darme la vida, por ser la persona que más amo y mi ejemplo a seguir para ser alguien en la vida.

A mi papa, la persona que adoro a la que soy idéntica.

A mi hermano, que es mi vida y quiero que algún día llegue lejos.

A mi abuela, por ayudar siempre a mi madre y apoyarme.

Agradecimientos

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a dios por llegar hasta el final y demostrarme que si se puede.

A mi esposo, por cada día hacerme fuerza en mis estudios, por su apoyo y amor incondicional; y gracias mi amor por ser lo más importante que tengo en la vida y nunca jamás dejarme sola.

A mi madre, porque le prometí a ella que le llevaría el título a la casa y siempre confió que algún día lo lograría.

A mi abuela santa, que amo y es mi segunda madre le agradezco su apoyo hasta el final.

A mi padre le agradezco su apoyo, y mi familia en general le agradezco por tanto amor.

Tengo profesores a los cuales les agradeceré eternamente como es al profesor Pedro Cabrera que siempre daba el sí en mis repitencias, pero justo porque confió que algún día llegaría hasta aquí.

A Onell, profesor al que adoro desde que nos conocimos en 3er año, y siempre será un ejemplo para mí.

A Elio mi gran profesor de topografía que adoro.

A Pavel un gran profesor al que admiro.

La profesora Elvis que la conocí en segundo año.

A mi tutora Mayelin que es mi apoyo fundamental en esta tesis.

A Edier alias el míster que me ayudó mucho en segundo y tercer año.

A Rosmery que me apoyo en 4to año y creo que le debo a ella haber culminado bien ese año.

A mis amigos de escuela Navarrete, Luis Alberto y Leidis Tahimi que por vía wasap me ayudaron en la tesis y pusieron su grano de arena.

A Dumoy, compañero que me ayudó mucho en 5to año.

Y en espacial a Andy que logro que no me volviera loca en estos últimos días.

Resumen

RESUMEN

La presente investigación se realiza en la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón, donde se están generando impactos ambientales por el efecto de los focos contaminantes que existen en la cuenca, por lo que se plantea como objetivo evaluar los impactos relativos de fuentes contaminantes en la cuenca Guaos-Gascón y proponer medidas para su reducción. Como elementos metodológicos se aplica el método cualitativo de la investigación social, se utiliza la técnica de análisis de contenido, artículos científicos, informes de proyectos, tesis de grado, maestrías y doctorados; y se emplea como herramienta la Matriz de Leopold para la identificación y jerarquización de los impactos ambientales. Como resultados fundamentales se obtuvo que los principales impactos ambientales detectados en la cuenca hidrográfica son: vertimiento de efluentes líquidos, emplazamiento de residuos y desperdicios, emisión de ruido y corrientes residuales a la atmósfera; además se determinaron los factores ambientales más afectados, los focos contaminantes que más inciden y se propone un plan de medidas para mitigar estos efectos negativos.

Abstract

ABSTRACT

This research is carried out in the Guaos-Gascón hydrographic basin, where environmental impacts are being generated by the effect of the polluting sources that exist in the basin, for which the objective is to evaluate the relative impacts of polluting sources in the Guaos-Gascón basin and propose measures for its reduction. As methodological elements, the qualitative method of social research is applied, the technique of content analysis, scientific articles, project reports, graduate theses, masters and doctorates are used. The Leopold Matrix is used as a tool for the identification and ranking of environmental impacts. As fundamental results, it was obtained that the main environmental impacts detected in the hydrographic basin are: discharge of liquid effluents, location of residues and waste, emission of noise and residual currents into the atmosphere. In addition, the most affected environmental factors, the pollutant sources that affect the most, were determined and a plan of measures is proposed to mitigate these negative effects.

Índice

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1. Los problemas ambientales en cuencas hidrográficas.....	6
1.2. Fuentes contaminantes.....	8
1.3. Principales problemas ambientales e impactos generados por fuente contaminantes en la cuenca hidrografica Guaos-Gascón.....	9
1.4. Política y marco legal.....	10
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1. Metodología de trabajo.....	14
2.2. Herramientas y técnicas utilizadas.....	15
2.3. Características de la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón.....	17
2.4. Estado de los focos contaminantes.....	21
CAPÍTULO 3. FUENTES CONTAMINANTES EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA GUAOS-GASCÓN	
3.1. Identificación de las acciones que pueden causar impacto ambiental.....	22
3.2. Determinación de los impactos ambientales según el efecto de los focos contaminantes.....	25
3.3. Propuesta de medidas para la reducción de los focos contaminantes.....	32
CONCLUSIONES	40
RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

Introducción

Introducción

Las cuencas hidrográficas son indispensables para el desarrollo de la sociedad. Se convierten en el suministro de recursos naturales para las comunidades, en especial en el suministro de agua dulce para uso doméstico, agrícola e industrial, ya que en ellas se produce el ciclo hidrológico, que garantiza la producción y regulación de caudales de agua. Son el elemento clave para la agricultura y para garantizar la seguridad alimentaria, brindando los medios de subsistencia de gran parte de la población mundial.

Estos elementos hacen de vital importancia la protección de las cuencas hidrográficas y sus recursos naturales. Por tanto, es necesario estudiar y monitorear su estado ambiental para establecer lineamientos a seguir en su protección, ya que están siendo objeto de problemas medioambientales.

Entre estos problemas medioambientales que mantienen al planeta al borde del colapso, se pueden mencionar: la contaminación de las aguas, destrucción de los bosques, desertificación, sequía, calentamiento global, entre otros, pero el principal problema se centra en el descuido y maltrato del medioambiente, que se está convirtiendo en una preocupación para políticos, ambientalistas, ecologistas, organizaciones no gubernamentales e instituciones científicas (García, 2016).

Las cuencas hidrográficas en todo el mundo son áreas muy vulnerables a estos problemas, ya que es ahí donde el hombre ha desarrollado su vida durante miles de años, sin tener en cuenta su responsabilidad sobre el cuidado y la protección de las mismas (García, 2016). Incrementando de manera incontrolada los puntos o lugares donde de modo concentrado vierten sus desechos, lugares conocidos como focos contaminantes (Del Rio, 2013).

El incremento de los focos contaminantes en el mundo durante el último siglo ha sido alarmante, causado fundamentalmente por la creación de innumerables industrias, fábricas y empresas las cuales en su mayoría contribuyen a corto o a largo plazo a la contaminación, concentrando gran parte de numerosos focos que

satisfacen las necesidades de la sociedad, pero que provocan afectaciones de gran magnitud al medio ambiente (García, 2016).

Cuba no es ajena a esta situación, los principales problemas ambientales a los que hoy se enfrenta, tienen su origen y en gran medida su dimensión, en las formas inapropiadas en que, por varios siglos, fueron explotados sus recursos naturales, las limitaciones e insuficiencias con que enfrentó el proceso de industrialización, la inadecuada producción agrícola y pecuaria y sus impactos ocasionados al medio ambiente, así como las serias dificultades enfrentadas debido al bloqueo impuesto por Estados Unidos, lo cual dificulta la construcción y mantenimiento de obras de protección del medio ambiente (Casanova, 2019).

No obstante, el gobierno cubano ha establecido un marco legislativo en función de la protección de su ambiente, desde el artículo 27 de la Constitución de la República, así como decretos y leyes importantes como la Ley del Agua, así como la creación de los organismos encargados de hacer cumplir estas legislaciones como el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), el Consejo de Cuencas Nacional (CNC), el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), entre otros.

Uno de los problemas que se destaca en Cuba por su importancia es el tema de la contaminación hídrica, causados por el incremento de los focos contaminantes. En la actualidad, según (INRH, 2018), Cuba posee un total de 14 400 focos contaminantes y de ellos 3 115 afectan la calidad de las aguas terrestres en las diferentes cuencas hidrográficas (Casanova, 2019).

Santiago de Cuba es una de las provincias del territorio nacional, que presenta contaminación ambiental, destacándose el deterioro de las aguas terrestres como uno de sus mayores problemas, ocasionado por el gran número de focos contaminantes distribuidos por sus 22 cuencas hidrográficas (INRH, 2019).

Entre estas cuencas hidrográficas se encuentra la llamada Guaos – Gascón, ubicada en el municipio Santiago de Cuba, declarada por el Consejo de Cuencas

de interés municipal, pero por su importancia ambiental dentro del territorio, ya que tributa a la bahía, la está proponiendo de interés provincial (Olivera, 2020).

La misma ha sido objeto de varias investigaciones que demuestran que sus recursos naturales presentan alto grado de deterioro, (Arias, 2008); (Valdés *et al.* 2014); (Despaigne, 2016), (Casanova, 2019) y (González *et al.*, 2020), debido a los impactos negativos generado por los 22 focos contaminantes existentes en la cuenca hidrográfica, siendo los principales la Fábrica Refinadora de Aceite Santiago, la Fábrica Procesadora de Soya, la Planta de Hormigón de Los Guaos (I y II) (La cantera), la Empresa Textil “Celia Sánchez Manduley”, la Fábrica de Asbesto Cemento “Armando Mestre Martínez”, Planta de prefabricado y los asentamientos de la zona en especial el Distrito Urbano “José Martí”, los que vierten sus residuales a los ríos, Los Guaos y Gascón, afectando la calidad de sus aguas.

También resaltan estos autores que entre los problemas ambientales se destacan el vertimiento de residuales líquidos y sólidos, extracción de áridos, deforestación, así como la siembra de cultivos en la franja hidrorreguladora, aunque plantea (Casanova, 2019) que desde el año 2016 hasta el 2019 se han mostrado mejorías en la calidad de las aguas superficiales, por lo que es necesario seguir trabajando en función de lograr la calidad, pero aun así han generado impactos ambientales.

El análisis bibliográfico ha demostrado que existen diversos métodos para la evaluación de los impactos ambientales entre los que se encuentran la matriz de Leopold, el método de Arboleda, el método o matriz de Conesa, entre otros (González, 2006; Arboleda, 2008; Conesa, 2010; Vale, 2016; Lijteroff, 2018 y González *et al.*, 2020). Entendiendo por impacto ambiental como “cambio de un parámetro ambiental, en un determinado período y en una determinada área, que resulta de una actividad dada, comparado con la situación que ocurriría si esa actividad no hubiera sido iniciada” (González *et al.*, 2020).

Por la situación que presenta el aporte de carga contaminante y los impactos que genera a la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón, se hace necesario la evaluación del impacto que provocan los focos contaminantes y establecer medidas para la

reducción de su carga contaminante; que permitan el manejo adecuado de estos desechos con el fin de minimizar sus efectos, de aquí la importancia de la realización de este trabajo.

Por lo que se plantea como **problema de investigación:** El vertimiento de las fuentes contaminantes en la cuenca hidrográficas Guaos-Gascón está degradando el ecosistema.

Objeto de investigación: las fuentes contaminantes en cuencas hidrográficas.

Campo de acción: los impactos de fuentes contaminantes en la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón.

Objetivo: Evaluar los impactos relativos de fuentes contaminantes en la cuenca Guaos-Gascón y proponer medidas para su reducción.

Objetivos específicos:

- Realizar una búsqueda bibliográfica y documental profundizando en los elementos teórico-conceptuales y tendencias que conforman el estado de los principales conceptos que soportan la investigación.
- Identificar los impactos relativos de las fuentes contaminantes en la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón.
- Valorar medidas para la reducción de fuentes contaminantes en la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón.

Hipótesis: Si se evalúan los impactos relativos de las fuentes contaminantes en la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón, se pueden proponer medidas que permitan su reducción y recuperación del ecosistema.

La estructura del documento es la siguiente: resumen, introducción, y tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografías y anexos.

En el capítulo 1 se abordarán los temas relacionados con la fundamentación teórica de la investigación, los problemas ambientales en cuencas hidrográficas, fuentes contaminantes, principales problemas e impactos generados por fuentes

contaminantes en la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón y las políticas y marco legal.

En el capítulo 2, se plantean los elementos de la metodología de trabajo, los métodos y herramientas utilizados en la investigación.

En el capítulo 3, se hace la identificación de las acciones que pueden producir impacto ambiental por focos contaminante, la determinación de los impactos y la propuesta de medidas para la reducción de los focos contaminantes.

Capítulo 1.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se hace una revisión bibliográfica referente a los aspectos teóricos conceptuales de la temática de estudio, se describen los principales problemas ambientales en cuencas hidrográficas, las fuentes contaminantes, así como los problemas e impactos generados por fuentes contaminantes en la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón y el marco legal.

1.1. Los problemas ambientales en cuencas hidrográficas

El proceso de desarrollo económico-social ha condicionado a lo largo de la historia de la evolución de la humanidad, en su interacción con los elementos y recursos naturales, los niveles de contaminación y afectación del medio ambiente, generando problemas ambientales en el orden global, nacional y regional.

Entre los principales problemas ambientales que predominan en el mundo, se pueden mencionar:

- Degradación de los suelos
- Deforestación
- Contaminación ambiental
- Agotamiento de la capa de ozono
- Cambio climático
- Pérdida de la diversidad biológica

En Cuba se destacan, según la Estrategia Nacional Cubana:

- Degradación de los suelos
- Afectaciones a la cubierta vegetal
- Contaminación
- Pérdida de la diversidad biológica
- Carencia y dificultades con la disponibilidad y la calidad del agua
- Impactos del cambio climático

Estos problemas ambientales se manifiestan en las cuencas hidrográficas, “área geográfica delimitada por la divisoria de las aguas que conforman un sistema hídrico constituido por aguas superficiales y subterráneas, que las conduce a un río principal, lago, zona de infiltración o costas” (García, 2016).

Según plantea Avila, (2019), los principales problemas ambientales que afectan a las cuencas hidrográficas, tienen su esencia fundamental en el daño que producen en la calidad de las aguas fundamentalmente en las zonas costeras. Por lo que se hace necesario analizar la calidad de las aguas y los focos contaminantes que vierten a esta.

A partir de la creación del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas, se considera a la cuenca hidrográfica como la unidad básica funcional y ámbito de aplicación de los programas y planes de manejo integral de los recursos naturales, en su vínculo con el desarrollo económico y social (García, 2016). Esta es una concepción amplia que posibilita el análisis y aplicación de los mecanismos de gestión y que fortalece la protección ambiental de estos ecosistemas (García, *et al.*, 2021), por lo que favorece a la gestión en la disminución de los focos contaminantes.

Debido a la naturaleza de las fuentes y las rutas de transporte, la mayoría de las fuentes contaminantes entran al medio marino a partir de fuentes terrestres. Claramente que el mayor impacto de la contaminación se produce en las aguas; estos contaminantes podemos mencionar aguas albañales, basura, metales pesados, petróleo, alteración de los flujos de sedimentos movilizados por el hombre, compuestos orgánicos sintéticos y enriquecimiento excesivo de las aguas (Fernández, 2015).

Plantean Rua, *et al.*, (2006), que no se puede hablar de los problemas ambientales sin considerar los conflictos que se dan entre los diferentes actores, dados a partir de la percepción de metas incompatibles, la necesidad de competir por un recurso limitado o a obstáculos para alcanzar las metas en su entorno. Cuba también ha dado muestra de preocupación ante la realidad y la gravedad del deterioro del ambiente, de modo tal que su política ambiental internacional se traza y desarrolla

bajo los principios aprobados en la Cumbre de Río/92. Pese a ello, Cuba no deja de ser un escenario más donde se reflejan los conflictos ambientales y por ende los impactos negativos.

1.2. Fuentes contaminantes

Los contaminantes que se presentan en el medio ambiente están asociados a una porción limitada por la capacidad de depuración que tiene un sistema o recurso, y estos se dispersan en toda el área de las cuencas hidrográficas, es decir, en cada cuenca coexisten una serie de problemas ambientales que en ocasiones cambian todo el entorno viéndose afectado desde los paisajes naturales hasta las propias infraestructuras creadas por el hombre para su vida, siendo este el agente más contaminante y responsable de muchas fuentes contaminantes o focos contaminantes.

La gestión inadecuada de los focos contaminantes produce la contaminación de los océanos, territorios, obstruyendo la capacidad de depuración del medio, transmitiendo enfermedades, aumentando las afecciones a la calidad de vida, perjudicando a los animales que consumen desperdicios, y finalmente afectando el desarrollo económico de cualquier país.

La contaminación es referirse a una anomalía que existe desde que se creó la Tierra, los residuos contaminantes se dispersan y se transportan entre los recursos naturales modificando las características originales. Significa que desde los inicios del planeta ya se originaba contaminación, causando alteraciones al medio natural (Magallanes, *et al.*, 2021)

En Cuba se encuentran un gran número de focos contaminantes principalmente ubicados en cuencas hidrográficas y zonas portuarias estrechamente vinculadas con las industrias. También es de mencionar que otros focos dañinos son el incremento de medios de transporte con motores de combustión provocando emisiones de bióxido de carbono en las grandes ciudades, la población también es causante de grandes focos contaminantes en los ríos provocando enfermedades

perjudiciales para la sociedad y dañando seriamente el ecosistema, ejemplo de esto, son los ríos Los Guaos y Gascón, localizados en la provincia de Santiago de Cuba, los cuales se ven afectados por numerosos focos contaminantes (Casanova, 2019).

1.3. Principales problemas e impactos generados por fuentes contaminantes en la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón

En una investigación realizada por García, *et al.*, (2020), demuestran que las aguas de la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón son utilizadas por las industrias y la población como zona de disposición de residuales, lo que afecta su composición natural y aumenta la carga contaminante que llega a la Bahía de Santiago de Cuba, y que las aguas de la cuenca están afectadas por el vertido de aguas residuales de origen doméstico, vertido de residuales industriales y acumulación de residuos sólidos, siendo el río Los Guaos el que mayor contaminación le aporta a la cuenca.

También plantean estos autores que se observó la ausencia de un sistema de gestión de residuales sólidos que evite a los habitantes de la zona verter sus desechos a la orilla de los ríos Gascón y Los Guaos, y que, las empresas vierten sus residuales directamente en el cauce de ambos ríos.

Del análisis de impacto obtuvieron un total de 25 impactos (11 río Los Gascón y 14 río Los Guaos) que clasifican como severos según los rangos establecidos por Conesa. En el río Gascón las aguas superficiales y la salud e higiene son mayormente afectadas por el vertido de aguas residuales de origen doméstico. A los factores suelo y vegetación la acción que más afecta es la acumulación de residuos sólidos, lo cual se evidenció durante las campañas de muestreo, ya que las orillas del río Gascón estaban cubiertas de desechos sólidos, además a lo largo de todo su cauce existen micro vertederos creados por los pobladores de la zona. En el caso de la fauna y las relaciones ecológicas se ven afectadas por igual a causa del vertido de aguas residuales y la acumulación de residuos sólidos, potenciando el aumento y proliferación de criaderos de vectores, y la aparición y transmisión de enfermedades hídricas y en menor medida por el vertido de residuales industriales.

En el río Los Guaos, se evidencia la influencia del vertimiento de aguas residuales industriales que afecta mayoritariamente sus aguas, el suelo y el paisaje, disminuyendo la calidad visual del entorno, lo cual se debe fundamentalmente al Centro Genético Porcino y la Cantera Los Guaos, que llegan al río con alto contenido de materia orgánica e inorgánica. Además, la acumulación de residuos sólidos afecta la vegetación y la fauna, afectando a las relaciones ecológicas. El vertido de aguas residuales domésticas, transportan un alto contenido de coliformes que representa un serio peligro para la salud de las personas que emplean el agua del río Los Guaos para uso doméstico.

A su vez Mustelier, (2015), declaro que los impactos negativos sobre las aguas de las corrientes hídricas y por ende sobre las aguas de las bahías como resultado de la indisciplina social y de las instituciones que carecen de sistema de tratamiento o deficiente funcionamiento de estos, alteran la cuenca hidrográfica, a lo cual se suma una deficiente aplicación de las herramientas de gestión ambiental.

De aquí, que sea necesario establecer medidas para la reducción de los focos contaminantes y aplicar las políticas y el marco legal adecuado para mitigar estos impactos.

1.4. Política y marco legal

Un papel importante en el manejo sostenible de los recursos y ecosistemas en las cuencas hidrográficas, lo juega el establecimiento de una adecuada política ambiental.

La “política ambiental” es la estrategia que se traza por una entidad científica, gubernamental o de otro tipo, para regular las intervenciones en el medio ambiente, de modo tal que se cause el menor efecto y se garantice la vida de estos ecosistemas y la del hombre. Esta política queda reflejada a través de un conjunto de leyes, normas y disposiciones jurídicas que permiten ejercer una acción legal para la protección del medio ambiente (Rua, *et al*, 2006).

En Cuba existe una política ambiental coherente y en marcha acelerada de implementación, la Estrategia Nacional Ambiental y la Ley 81 “Del Medio Ambiente” son las expresiones de esa política.

La gestión ambiental cubana se ha venido institucionalizando gradualmente a partir del triunfo revolucionario ocurrido en 1959. A inicios de la década de los años sesenta, los diferentes Organismos de la Administración Central del Estado responsables de los recursos naturales, llevaron a cabo las acciones principales, con la creación de la Comisión Nacional para la Protección del Medio Ambiente (COMARNA) en 1976, adscrita al Consejo de Ministros de la República de Cuba, comenzó un proceso más acelerado de cumplimiento de estos propósitos. Posterior a la Cumbre de Río en 1992 y la elaboración de la versión cubana de la Agenda 21, ocurrió una mayor comprensión de la necesidad de lograr una integralidad en la gestión ambiental nacional.

En el año 1994 se crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), autoridad ambiental en el país y rector del Sistema Nacional de Medio Ambiente, lo que permitió sustituir las estructuras anteriores y consolidar los esfuerzos con una mayor jerarquización y representatividad en el ámbito nacional, así como lograr una mayor coherencia del quehacer ambiental internacional.

En el año 1997 se aprueba la ley 81 “Del Medio Ambiente”, que sustituyó a la anterior Ley 33. En sus Artículos 110 y 111, esta nueva ley define los objetivos del manejo integrado en las cuencas hidrográficas, formulando la creación de un Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas (CNCH). En ellos se expresa que:
Artículo 110: La gestión ambiental en las cuencas hidrográficas se realizará de conformidad con la legislación vigente y se basará en un manejo integral que asegure que las actividades económicas y sociales se efectúen a partir de una adecuada protección y uso racional de los recursos naturales y el medio ambiente.

Artículo 111: Corresponde al Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas, en coordinación con los Organismos de la Administración Central del Estado y organismos correspondientes, realizar las acciones que permitan integrar y

armonizar con los principios y objetivos de la presente ley, la actividad de todas las personas naturales o jurídicas que intervienen en una cuenca dada.

El 18 de abril de 2011 se aprueban los lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y La Revolución en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, dentro de la cual está refrendado el Lineamiento 133 “Sostener y desarrollar investigaciones integrales para proteger, conservar y rehabilitar el medio ambiente y adecuar la política ambiental a las nuevas proyecciones del entorno económico social”.

En octubre de 2012, se aprueba la Norma Cubana de Vertimiento de las aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado, esta norma es un instrumento legal para garantizar la calidad de las aguas terrestres mediante la regulación de las descargas de residuales a éstas, ya que la misma establece las especificaciones para el vertido de las aguas residuales y se aplica a todas las aguas residuales generadas por las actividades sociales y económicas (domésticas, municipales, industriales, agropecuarias, y de cualquier otro tipo).

Lo curioso de esta Ley, es que no obliga al tratamiento de las aguas residuales, sino que establece los parámetros que deben de tener las aguas para ser vertidas a los medios receptores.

En abril del 2017, el Consejo de Ministros de la República de Cuba, aprobó el Plan del Estado para el enfrentamiento al cambio climático, también conocido como Tarea Vida. En él se realizó una propuesta integral para el enfrentamiento a los problemas ambientales que afectan las cuencas hidrográficas y especialmente a la Bahía de Santiago de Cuba, donde se presenta una primera identificación de zonas y lugares priorizados, sus afectaciones y acciones a acometer. Siendo la cuenca Guaos-Gascón una de las priorizadas por ser tributaria a la bahía.

El 2019 se aprueba una de las leyes de mayor importancia para la protección de los recursos hídricos del país, la Ley 124 de Las Aguas Terrestres y el Decreto 337. Esta ley regula la gestión integrada y sostenible del agua como un proceso de evaluación, planificación, uso y protección. En esta Ley en el Título II. De la

responsabilidad de las entidades estatales, en el Capítulo I, el artículo 4 refiere: Al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, como organismo de la Administración Central del Estado, rector de la gestión de las aguas terrestres, le corresponde: a) controlar el patrimonio hidráulico, con especial atención al control del uso eficiente del agua y su calidad.

b) planificar, diseñar, actualizar periódicamente; dirigir y controlar las redes de monitoreo de las variables del ciclo hidrológico, de la calidad de las aguas terrestres y los sistemas de alerta temprana y brinda la información que corresponda.

c) dirigir y proponer las acciones encaminadas al perfeccionamiento de los programas y estrategias para la gestión integrada y sostenible de las aguas terrestres.

La Ley en su Título III establece los principios y funciones fundamentales que rigen el trabajo del Consejo Nacional de Cuencas y las cuencas hidrográficas, siendo su encargo el de coordinar, controlar y fomentar la implementación de la gestión integrada en las cuencas hidrográficas, y luchar por la protección de las mismas.

Como se puede observar la legislación cubana, tiene un marco legal amplio para lograr la protección de los recursos naturales en las cuencas hidrográficas, su debilidad radica en hacer cumplir este marco legal y establecer las políticas adecuadas para la protección de los recursos.

Esto es lo que está sucediendo en la cuenca Guaos-Gascón, donde se han realizado estudios de sus problemas ambientales y focos contaminantes, pero todavía no se ha establecido un plan de medidas eficiente para su reducción.

Capítulo 2.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se aborda la metodología de trabajo a utilizar, se describen las herramientas y técnicas utilizadas, se ubica la cuenca y se describen aspectos importantes de la misma, que son necesarios para la realización de este trabajo, así como la valoración de los principales focos contaminantes.

2.1. Metodología de trabajo

En este trabajo se hizo uso del método cualitativo de la investigación social según (Villabella, 2015). Se empleó la Geo-referenciación para confeccionar los mapas de ubicación de la cuenca hidrográfica y de los focos contaminantes. Se utilizó la técnica de análisis de contenido, artículos científicos, informes de proyectos, tesis de grado, maestrías y doctorados. Se utilizó la Matriz de Leopold, (1971), como herramienta para la identificación y jerarquización de los impactos ambientales.

Se partió de la información resultante de investigaciones anteriores realizadas en la cuenca hidrográfica tales como (Arias, 2008; Váldez *et al.*, 2014; Despaigne, 2016, Casanova, 2019 y González *et al.*, 2020).

Se siguió el siguiente esquema teórico metodológico (Figura 2.1).

La misma consta de tres etapas de trabajo:

Etapa I. Caracterización de los focos contaminantes. En esta etapa se hace la caracterización de los focos contaminantes, a través de la revisión de documentos y la identificación de los focos.

Etapa II. Evaluación de impactos relativos de los focos contaminantes. Se realiza la evaluación de impacto por foco contaminante utilizando la Matriz de Leopold (1971). Este análisis permite identificar los factores ambientales más afectados y los impactos más incidentes y los focos contaminantes generadores de mayor impacto.

Valoración de los impactos. Se realizó mediante el análisis de las interacciones entre los factores ambientales y las acciones impactantes en el medio, para obtener una valoración cualitativa de la incidencia de los impactos que pueden generar. Estos se caracterizan por cualidades cualitativa o cuantitativamente través de indicadores, con la matriz de Leopold (1971). Esta matriz es global ya que cubre las características geobiofísicas y socioeconómicas, además de que el método incluye características físicas, químicas y biológicas.

En la utilización de esta matriz el primer paso consiste en la identificación de las interacciones existentes, en la que se consideran todas las acciones impactantes que tienen lugar en la cuenca, se recomienda operar con una matriz ajustada, excluyendo las filas y las columnas que no tienen que ver con las características ambientales de la cuenca hidrográfica (ver anexo 1), para cada acción se consideran todos los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente, ponderando el grado de importancia.

La variación de estos expresará el grado de alteración que se ha producido en el medio, la que puede ser natural o antropogénica. Este grado de alteración proporciona la magnitud del impacto de esa actuación sobre la calidad del factor ambiental tratado. Se otorgan valores que describen las características que tiene cada acción sobre los factores estudiados, cualificando los impactos y clasificando la incidencia por evaluación de expertos y especialistas en: No incide (1), Incidencia Baja (2), Incidencia Media (3), Incidencia Fuerte (4) e Incidencia Extremadamente Fuerte (5).

Clasificando la incidencia del impacto en No incide (menores de 21), Incidencia Baja (entre 22 y 42), Incidencia Media (entre 43 y 63), Incidencia Fuerte (entre 64 y 85) e Incidencia Extremadamente Fuerte (mayores de 85) y la afectación del factor en No afectado (menores de 14), Afectación Baja (entre 15 y 28), Afectación Media (entre 29 y 42), Afectación Fuerte (entre 43 y 56) y Afectación Extremadamente Fuerte (mayores de 57), esto permite jerarquizar los impactos y los factores más afectados (González, 2006).

Esta matriz se monta en una hoja Excel, para computacional los cálculos de los impactos (ver anexo 2 matrices de Leopold ajustada por componente y foco contaminante).

2.3. Características de la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón

La cuenca hidrográfica Guaos - Gascón, se localiza en la zona Oeste de la ciudad de Santiago de Cuba, esta limita con las cuencas de los ríos Ollao y el Cocal, al Este por la ciudad de Santiago de Cuba y el poblado de Cuabitas, al Oeste por la cuenca del río Parada y al Sur por la bahía de Santiago de Cuba (Figura 2.2).

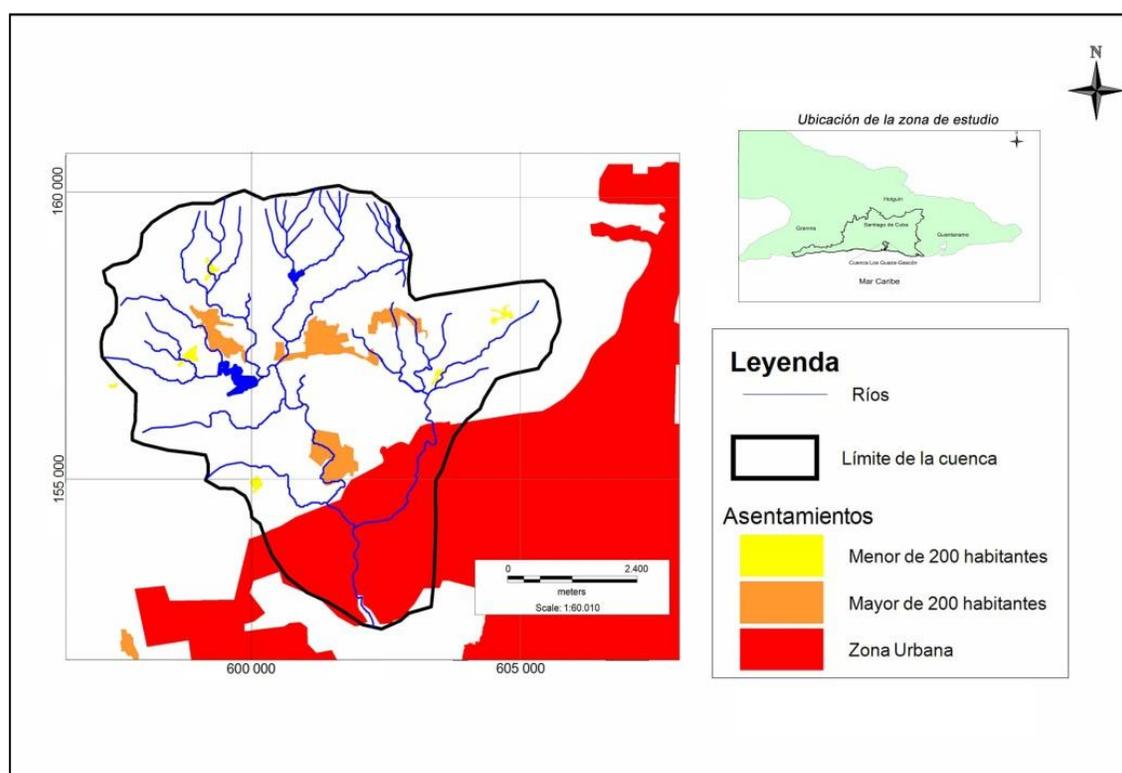


Figura 2.2. Ubicación de la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón. Fuente: González, *et al.*, (2021).

Está conformada por los ríos Los Guaos y Gascón y su área es de 34 Km². Nace en la cota 390 m y desemboca en la cota 0. El área de la cuenca es de 34 km² y su altura media es de 117 msnm; sus corrientes son permanentes porque corre agua todo el 23 año, la pendiente de la cuenca es de 207 ‰, la del río 31,9 ‰, con una alta densidad de drenaje de 2.02 km/ km² (Duran, 2017).

La red hidrográfica está compuesta por el río Gascón tiene una longitud de 6,5 Km y corre en dirección Este–Sur y el Río Los Guaos una longitud de 12,2 Km y corre en dirección Norte-Sureste (Del Río, 2013). El río Guaos ocupa un área de cuenca de 8.8 km² y Los Guaos, tiene una extensión de 34,5 km² (Despaigne, 2016).

La geología está constituida por las siguientes formaciones geológicas: formación Santiago, formación Río Macío, formación El Cobre, miembro El Caney y algunos afloramientos de rocas vulcanógenas, y los tipos de suelo son pardos con carbonatos, pardos sin carbonatos, aluviales y esqueléticos (Despaigne, 2016).

El relieve es muy variable, generalmente ondulado y alomado, muy extendido en la cuenca (Despaigne, 2016), se puede clasificar como semimontañoso, cuyo origen se relaciona con procesos tectónicos y erosivos. En la zona las cotas más altas presentan un valor de 231 m sobre el nivel del mar y las cotas mínimas son de 50 m, esto es apreciable al oeste donde el relieve es más ondulado (Casanova, 2019).

El régimen climatológico está caracterizado por un bajo nivel de lluvia (García, *et al.*, 2021). En los últimos 10 años, los años más lluviosos fueron el 2010 (140,1 mm) y el 2017 (130,8 mm), valores que están por debajo de la media hiperanual, para el río Guaos (1010 mm) y el Gascón (990 mm) (INRH, 2019); y los años menos lluviosos 2009, 2015, 2018. La línea de tendencia de las precipitaciones es a disminuir, por lo que se pronostican períodos de sequías, por efecto del cambio climático (González, *et al.*, 2021).

La flora y vegetación se encuentran restos de formaciones arbóreas que conservan la biodiversidad en la cuenca, fundamentalmente en las zonas altas, aunque en algunas áreas han sufrido los efectos de erosión del medio. Entre las especies fanerógamas y bióticas existen grandes cantidades, que están distribuidas por toda la cuenca (García, *et al.*, 2021).

La misma tiene una población aproximada de 77 739 habitantes, 3 282 viven en la zona rural, (4, 22%) y 74 457 en la zona urbana (95,77%), además su estructura político administrativa está integrada por cinco Consejos Populares: Distrito José Martí Norte, José Martí Sur, Manuel Isla, Agüero- Mar Verde y El Cobre. La cuenca

abarca toda la Zona Urbana de Marimón, el desarrollo industrial, el área correspondiente al Distrito "José Martí" Norte y Sur y toda la superficie más cercana a la cuenca, donde se incluyen escuelas, policlínicos, consultorios médicos, comercios, unidades de gastronomía, entre otras. El territorio más alejado, que contempla es La Caoba y El Castillito, las viviendas a las orillas de la Carretera Central hasta el Camino Viejo de El Cobre. En el interior de la cuenca se localizan centros educacionales, tiendas de víveres y otras estructuras; no obstante, por la cercanía a la ciudad, muchos utilizan los servicios que se brindan en estas (Despaigne, 2016).

2.4. Estado de los focos contaminantes

Los investigadores que estudiaron esta cuenca hidrográfica con anterioridad, hacen una caracterización de los focos contaminantes y de los impactos que estos generan en los recursos naturales de la misma. Casanova, (2019), plantea al respecto que, por tener un gran desarrollo industrial en la provincia, en ella se destacan fábricas, industrias y canteras, las cuales diariamente vierten grandes cantidades de desechos tóxicos a los ríos afectando significativamente al medio ambiente.

En la figura 2.3 según el levantamiento realizado por Casanova, (2019) se puede observar que se encuentra un total de 22 focos contaminantes significativos que afectan la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón, se listan a continuación:

1. Fábrica Refinadora de Aceite Santiago
2. Fábrica Procesadora de Soya
3. Planta de Hormigón de Los Guaos (I y II) (La cantera)
4. Empresa Textil "Celia Sánchez Manduley"
5. Fábrica de Asbesto Cemento "Armando Mestre Martínez"
6. Planta de prefabricado
7. Centro Genético Porcino
8. Vertedero Municipal Micro 7
9. Frigorífico de la Agricultura
10. Matadero Porcino Provincial

11. Fábrica "49 Aniversario"
12. Frigorífico de la Pesca
13. Almacenes Universales
14. Frigorífico de TRD
15. Asentamiento La Caoba
16. Asentamiento El Castillito
17. Asentamiento Los Guaos
18. Asentamiento Micro 7
19. Asentamiento Micro 8
20. Asentamiento Marimón
21. Asentamiento Nuevo Vista Alegre
22. Asentamiento Agüero

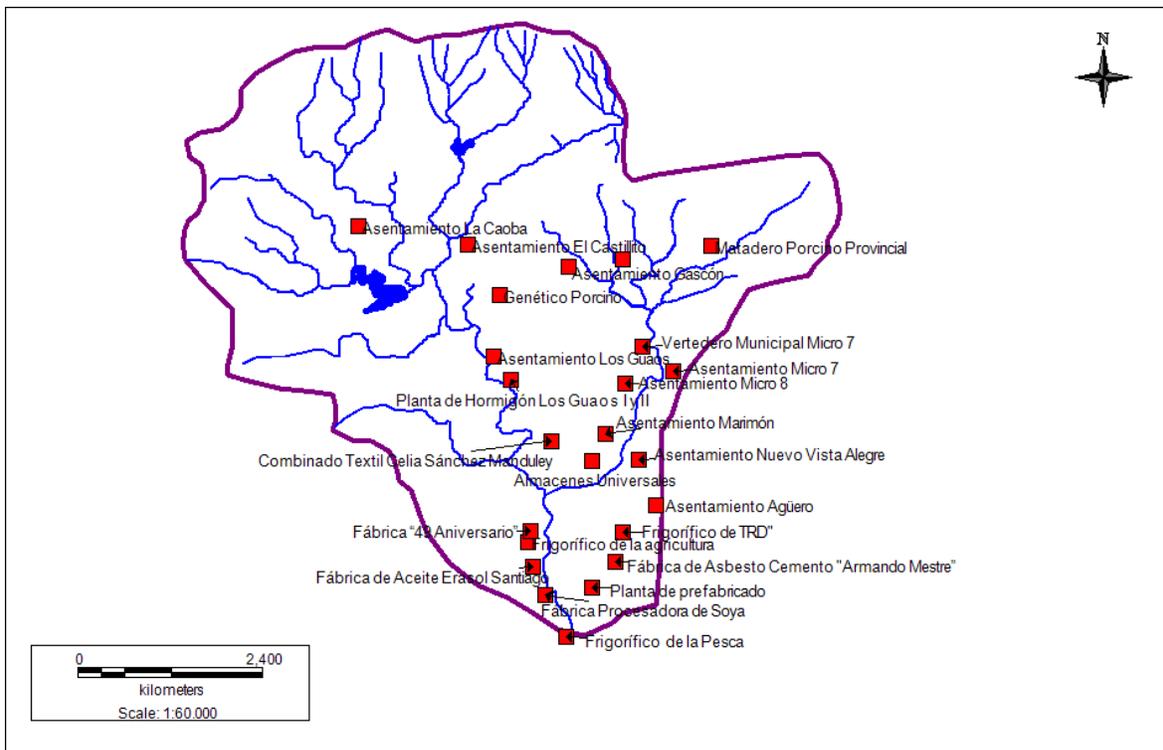


Figura 3.1. Principales focos contaminantes que afectan la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón.
Fuente: Casanova, 2019.

Plantean García, *et al.*, 2020), que el vertido de aguas residuales de origen doméstico a lo largo del río Gascón es lo que más afecta, lo cual coincide con los valores de concentración obtenidos para el ciclo del nitrógeno, el oxígeno disuelto y la demanda química de oxígeno. Las descargas de aguas residuales domésticas que recibe el río durante su recorrido, provocan una disminución del oxígeno disuelto con el correspondiente aumento de la demanda química de oxígeno. Por otro lado, el nitrógeno presente (como nitrógeno orgánico amoniacal) se transforma por oxidación en nitritos y nitratos, lo que trae como consecuencia que las concentraciones de estos iones aumenten por encima de la máxima admisible (de 3 a 45 mgL⁻¹, respectivamente); considerándose aguas de mala calidad. La presencia tanto de nitratos como nitritos confirma la contaminación albañal (NO₃⁻) y fecal (NO₂⁻) a lo largo del río. La acción de acumulación de residuos sólidos, es la segunda más afectada debido al aumento de los asentamientos poblacionales en la zona.

Como se puede observar en la figura 2.3, esta carga orgánica de origen doméstico esta originada por el vertido de los asentamientos Gascón, Micro 7, Micro 8, Marimón, Nuevo Vista Alegre, Agüero y el Vertedero Municipal Micro 7.

Estos autores también plantean que las aguas del río Los Guaos también están contaminadas y que los principales compuestos incidentes son de origen industrial y de origen orgánico de efluentes de residuales porcinos, es necesario aclarar que en la trayectoria de este río están las comunidades del La Caoba y El Castillito, donde los habitantes se dedican a la cría de puercos.

Capítulo 3.

CAPÍTULO 3. FUENTES CONTAMINANTES EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA GUAOS-GASCÓN

En este capítulo se identifican por focos contaminantes, las acciones que pueden causar impacto, y se determinan los impactos que generan según su incidencia, utilizando la matriz de Leopold, elementos que van a permitir proponer las medidas indicadas para cada caso, en función de la reducción de la contaminación ambiental producto de los focos.

3.1. Identificación de las acciones que pueden causar impacto ambiental

Los focos contaminantes son generadores de acciones que pueden causar impacto ambiental, por lo que es necesario identificar estas acciones, para poder detectar los impactos que producen. En el desarrollo de este trabajo, aplicando los parámetros que utiliza la matriz de Leopold, para identificar estas acciones, se pudo detectar (ver tabla 3.1) que se identificaron 22 acciones, entre las más significativas se pueden mencionar: situación y tratamiento de residuos (el vertimiento de efluentes líquidos con sustancias orgánicas, sólidas, de cemento, etc.), y la extracción de recursos y los procesos (agricultura, industria textil y alimentación).

Además, se consideran como focos contaminantes con mayores acciones dañinas al medio ambiente, la Fábrica de Asbesto Cemento “Armando Mestre Martínez”, Empresa Refinadora de Aceite Santiago. ERASOL, Empresa Textil “Celia Sánchez Manduley”, Planta de Hormigón de Los Guaos (I y II) (La cantera), así como los asentamientos.

Tabla 3.1. Tipos de focos contaminantes y las acciones que pueden causar impacto ambiental.
Fuente: Autor, (2021).

Foco contaminante	Acciones que pueden causar impacto ambiental	Ministerio al que pertenece
Empresa Refinadora de Aceite Santiago. ERASOL	Vertimiento de efluentes líquidos con sustancias orgánicas. Ruido y vibraciones. Emisión de corrientes residuales	MINAL

	a la atmósfera. Emplazamiento de residuos y desperdicios. Emplazamientos industriales y edificios.	
Fábrica Procesadora de Soya	Vertimiento de efluentes líquidos con sustancias orgánicas. Ruido y vibraciones. Emplazamientos industriales y edificios.	MINAL
Fábrica de Asbesto Cemento "Armando Mestre Martínez"	Vertimiento de efluentes líquidos con sustancias químicas. Sellage del suelo. Vertido de residuos de cemento. Ruido y vibraciones. Emisión de corrientes residuales a la atmósfera (polvos de cemento y asbesto, y gases tóxicos). Emplazamientos industriales y edificios.	MINCON
Empresa Textil "Celia Sánchez Manduley"	Vertimiento de efluentes líquidos con sustancias orgánicas. Industria textil. Ruido y vibraciones. Emplazamientos industriales y edificios. Emplazamiento de residuos y desperdicios.	MINBAS
Centro Genético Porcino	Vertimiento de efluentes líquidos con sustancias orgánicas. Emisión de corrientes residuales a la atmósfera (olores). Emplazamiento de residuos y desperdicios.	MINAGRI
Planta de Hormigón de Los Guaos (I y II) (La cantera)	Voladuras y perforaciones. Excavaciones superficiales. Emplazamiento de residuos y desperdicios mineros. Vertido de efluentes líquidos. Vertido de lubricantes o aceites usados. Desmontes y desgloses del suelo. Ruido y vibraciones.	MINCON
Planta de prefabricado	Vertido de residuos líquidos (cemento). Ruido y vibraciones.	MINCON

	Emisión de corrientes residuales a la atmósfera (polvos de cemento). Emplazamientos industriales y edificios.	
Vertedero Municipal Micro 7	Vertedero Emplazamiento de residuos y desperdicios Vertido de residuos urbanos Emisión de corrientes residuales a la atmósfera (olores).	Poder Popular Comunales
Frigorífico de la Agricultura	Vertido de aguas de refrigeración	MINAGRI
Matadero Porcino Provincial	Vertido de residuos líquidos y sólidos (sangre, pelos, etc.)	MINAGRI
Fábrica "49 Aniversario"	Vertimiento de efluentes líquidos con sustancias orgánicas. Emisión de corrientes residuales a la atmósfera (olores).	Poder Popular Alimentaria
Frigorífico de la Pesca	Vertido de aguas de refrigeración	Poder Popular Alimentaria
Almacenes Universales	Alimentación	MINTUR
Frigorífico de TRD	Vertido de aguas de refrigeración	MINTUR
Asentamiento La Caoba	Vertido de residuos líquidos domésticos. Vertido de residuos sólidos. Vertido de residuos porcinos. Tanque y fosas sépticas	Poder Popular
Asentamiento El Castillito	Vertido de residuos líquidos domésticos. Vertido de residuos sólidos. Vertido de residuos porcinos. Tanque y fosas sépticas	Poder Popular
Asentamiento Los Guaos	Vertido de residuos líquidos domésticos. Vertido de residuos sólidos. Tanque y fosas sépticas	Poder Popular
Asentamiento Micro 7	Vertido de residuos urbanos Vertido de residuos sólidos.	Poder Popular

Asentamiento Micro 8	Vertido de residuos urbanos. Vertido de residuos sólidos.	Poder Popular
Asentamiento Marimón	Vertido de residuos urbanos. Vertido de residuos sólidos. Vertido de residuales líquidos. Vertido de residuos porcinos. Tanque y fosas sépticas	Poder Popular
Asentamiento Agüero	Vertido de residuos urbanos. Vertido de residuos sólidos.	Poder Popular
Asentamiento Nuevo Vista Alegre	Vertido de residuos urbanos. Vertido de residuos sólidos.	Poder Popular

3.2. Determinación de los impactos ambientales según el efecto de los focos contaminantes

En la determinación de los impactos al aplicar los factores que plantea Leopold en su matriz adaptado a las características de la zona de estudio, quedo conformada la matriz de por los siguientes factores:

Factores ambientales (ubicación dentro de la matriz columna)

A Características físicas químicas

A1c Suelos

A2a Aguas Superficiales

A2c Aguas Subterráneas

A2d Calidad

A3a Calidad de aire

B Condiciones biológicas

B1a Árboles

B1b Arbustos

B1c Hierba

B1f Plantas acuáticas

B2b Animales terrestres

B2c Peces y mariscos

B2d Organismos bentónicos

C Factores culturales

C1a Espacios abiertos y salvajes

C1d Pastos

C1f Zona residencial

C3a Vistas panorámicas y paisajes

C3d Paisajes

C4d Salud y seguridad

C5d Disposición de residuos

D Relaciones ecológicas

Db Eutrofización

Dc Vectores, insectos y enfermedades

- Acciones que pueden causar impactos (ubicación dentro de la matriz fila)

Bb Emplazamientos industriales y edificio

Ca Voladura y perforaciones

Cb Excavaciones superficiales

Da Agricultura

Di Industria Textil

DI Alimentación

Hb Vertedero

Hc Emplazamiento de residuos y desperdicios

Hh Vertido de aguas de refrigeración

Hi Vertido de residuos urbanos

Hj Vertido de efluentes líquidos

HI Tanques y fosas sépticas

Hm Emisión de ruido y corrientes residuales a la atmósfera

Hn Lubricantes o aceites usados

Al aplicar la Matriz de Leopold ajustada a las características de la zona (ver anexo 1), para determinar los impactos ambientales generados por cada uno de los

principales focos contaminantes, se pudieron identificar los factores ambientales más afectados, con una incidencia media, y la evaluación de las acciones que causan impactos, con la tabla 3.2 se pueden observar.

Tabla 3.2. Evaluación de los factores del medio ambiente afectados y del impacto ambiental, por foco de contaminación. Fuente: Autor, (2021).

Foco contaminante	Factores ambientales afectados		Evaluación del impacto	
	Factor ambiental	Tipo y valor de incidencia	Impacto	Incidencia
Empresa Refinadora de Aceite Santiago. ERASOL	Calidad del agua (31). Calidad de vida (29).	NI (1) IB (18) IM (2)	Vertimiento de efluentes líquidos con sustancias orgánicas (78). Emplazamiento de residuos y desperdicios (69)	NA (8) AB (4) AF (2)
Fábrica Procesadora de Soya	Calidad del agua (29). Calidad del aire (29). Salud y seguridad (29)	IB (18) IM (3)	Vertimiento de efluentes líquidos con sustancias orgánicas (79). Emplazamiento de residuos y desperdicios (74)	NA (9) AB (2) AM (1) AF (2)
Fábrica de Asbesto Cemento "Armando Mestre Martínez"	Salud y seguridad (32). Calidad del agua (31). Suelos (31)	IB (18) IM (3)	Vertimiento de efluentes líquidos con sustancias químicas (94). Emplazamiento de residuos y desperdicios (65) Emisión de ruido y corrientes residuales a la atmosfera (64)	NA (8) AB (1) AM (3) AF (1) AEF (1)
Empresa Textil "Celia Sánchez Manduley"	Salud y seguridad (35). Suelos (33) Calidad del agua (31). Zona residencial (31).	IB (17) IM (4)	Vertimiento de efluentes líquidos con sustancias orgánicas (70). Emplazamiento de residuos y desperdicios (69). Industria textil (67).	NA (7) AB (2) AM (2) AF (3)
Centro Genético Porcino	No afectan elementos.	IB (21)	Vertimiento de efluentes líquidos con sustancias orgánicas (56). Emplazamiento de residuos y desperdicios (51).	NA (7) AB (2) AM (5)
Planta de Hormigón de	Salud y seguridad (43).	IB (7) IM (14)	Voladuras y perforaciones (73).	NA (6) AM (4)

Los Guaos (I y II) (La cantera)	Calidad del agua (38). Aguas superficiales (38). Suelos (37). Animales terrestres (34). Vista panorámica y paisaje (33). Árboles, arbustos y hierbas (32). Calidad del aire (30).		Excavaciones superficiales (68). Emplazamiento de residuos y desperdicios mineros (67). Vertido de efluentes líquidos (66).	AF (4)
Planta de prefabricado	Calidad del agua (29). Aguas superficiales (28) Calidad del aire (28).	NI (18) IB (2) IM (1)	Vertido de efluentes líquidos (80) Emplazamiento de residuos y desperdicios mineros (80).	NA (9) AB (2) AM (1) AF (2)
Vertedero Municipal Micro 7	Suelos (35). Calidad del agua (31). Aguas superficiales (30). Salud y seguridad (30). Calidad del aire (30). Hierbas (29).	NI (2) IB (13) IM (6)	Emplazamiento de residuos y desperdicios (69). Vertedero (65). Vertido de residuos urbanos (64).	NA (6) AB (3) AM (2) AF (3)
Frigorífico de la Agricultura	No afectan elementos.	IB (21)	Vertido de aguas de refrigeración (40)	NA (13) AB (1)
Matadero Porcino Provincial	No afectan elementos.	IB (21)	Vertido de residuos líquidos y sólidos (39)	NA (13) AB (1)
Fábrica "49 Aniversario"	No afectan elementos.	IB (21)	Vertimiento de efluentes líquidos con sustancias orgánicas (35). Emisión de corrientes residuales a la atmosfera (28).	NA (14) AB (2)
Frigorífico de la Pesca	No afectan elementos.	IB (21)	Vertido de aguas de refrigeración (38).	NA (13) AB (1)
Almacenes Universales	No afectan elementos.	IB (21)	Alimentación (29).	NA (13) AB (1)

Frigorífico de TRD	No afectan elementos.	IB (21)	Vertido de aguas de refrigeración (39).	NA (13) AB (1)
Asentamiento La Caoba	Calidad del agua (33). Aguas superficiales (31). Salud y seguridad (30). Espacios abiertos y salvajes (30) Suelos (29). Vista panorámica y paisaje (29)	NI (1) IB (13) IM (7)	Vertimiento de efluente líquidos domésticos y porcinos (68).	NA (5) AB (5) AM (2) AF (1)
Asentamiento El Castillito	Calidad del agua (31). Aguas superficiales (30). Salud y seguridad (29). Suelos (29).	NI (3) IB (14) IM (4)	Vertimiento de efluente líquidos domésticos (66). Vertido de residuos sólidos (64).	NA (5) AB (6) AM (1) AF (2)
Asentamiento Los Guaos	Calidad del agua (36). Salud y seguridad (33). Aguas superficiales (29). Suelos (29).	NI (2) IB (15) IM (4)	Vertimiento de efluente líquidos domésticos (68). Vertido de residuos sólidos (66).	NA (6) AB (4) AM (2) AF (2)
Asentamiento Micro 7	Salud y seguridad (38). Zona residencial (35). Calidad del agua (33). Aguas superficiales (30). Suelos (30). Vistas panorámicas y paisajes (29). Vectores, insectos y enfermedades	IB (13) IM (8)	Vertido de residuos urbanos (69). Vertido de residuos sólidos (69).	NA (6) AB (2) AM (4) AF (2)

	(29).			
Asentamiento Micro 8	Salud y seguridad (36). Zona residencial (34). Aguas superficiales (32). Calidad del agua (31). Vistas panorámicas y paisajes (30). Vectores, insectos y enfermedades (29).	NI (2) IB (12) IM (7)	Vertido de residuos urbanos (65). Vertido de residuos sólidos (63).	NA (6) AB (3) AM (1) AF (2)
Asentamiento Marimón	Calidad del agua (36). Zona residencial (33). Salud y seguridad (31). Vistas panorámicas y paisajes (20). Vectores, insectos y enfermedades (29).	NI (3) IB (13) IM (5)	Vertimiento de efluente líquidos (66). Vertido de residuos urbanos (64). Vertido de residuos sólidos (63).	NA (6) AB (3) AM (2) AF (3)
Asentamiento Agüero	Salud y seguridad (33). Calidad del agua (32). Vistas panorámicas y paisajes (31).	NI (1) IB (16) IM (4)	Vertido de efluentes líquidos (68). Vertido de residuos urbanos (65). Emplazamiento de residuos y desperdicios (59)	NA (6) AB (2) AM (3) AF (3)
Asentamiento Nuevo Vista Alegre	Calidad del agua (30). Salud y seguridad (30). Vistas panorámicas y paisajes (29).	NI (2) IB (17) IM (3)	Vertido de residuos urbanos (63). Vertido de residuos sólidos (63).	NA (6) AB (3) AM (3) AF (2)

Leyenda:

NI- No incidencia, IB-incidencia baja, IM-Incidencia media, IF-Incidencia fuerte, IEF- Incidencia extremadamente fuerte.

NA-No afectación, AB- Afectación baja, AM-Afectación media, AF-Afectación fuerte, AEF- Afectación extremadamente fuerte.

Como se puede observar se identifican como principales impactos ambientales:

- Vertimiento de efluentes líquidos.
- Emplazamiento de residuos y desperdicios.
- Emisión de ruido y corrientes residuales a la atmósfera.

Y los factores ambientales más afectados:

- Calidad del agua.
- Calidad del aire.
- Salud y seguridad.
- Agua, suelo y aire.
- Vistas panorámicas y paisajes

Los focos contaminantes más incidentes por la evaluación de su impacto son:

- Planta de Hormigón de Los Guaos (I y II) (La cantera).
- Vertedero Municipal Micro 7.
- Fábrica de Asbesto Cemento “Armando Mestre Martínez”
- Empresa Textil “Celia Sánchez Manduley”.
- Asentamiento Marimón.
- Asentamiento Agüero y Nuevo Vista Alegre.
- Empresa Refinadora de Aceite Santiago. ERASOL.
- Fábrica procesadora de soya.
- Planta de prefabricado
- Asentamiento Micro 7 y Micro 8.
- Asentamiento Los Guaos

- Asentamiento La Caoba.
- Asentamiento El Castillito.

Es necesario comentar que el Centro Genético Porcino, como se puede observar a disminuido su incidencia como foco contaminante en la cuenca, debido a las medidas ambientales que está tomando, como es el mantenimiento del funcionamiento adecuado de su sistema de tratamiento, y vertimiento de residuales. Esto indica que con un trabajo adecuado los demás focos deben mitigar su efecto negativo sobre el medio ambiente.

3.3. Propuesta de medidas para la reducción de los focos contaminantes

Una vez evaluados los impactos ambientales, y los focos contaminantes de mayor incidencia es necesario establecer un plan de medidas para mitigar los efectos negativos que producen estos contaminantes en los factores ambientales de la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón.

Por lo que, a continuación, se hace una propuesta de un plan de medidas con manejo integrado de estos focos contaminantes (ver tabla 3.3).

Tabla 3.3. Plan de medidas para mitigar los efectos de los focos de contaminantes. Fuente: Autor, (2021).

Foco contaminante	Plan de medidas		Evaluación del impacto	
	Objetivo	Acción específica	Impacto	Responsable
Planta de Hormigón de Los Guaos (I y II) (La cantera)	Disminuir la contaminación ambiental por el proceso de explotación de yacimiento y el proceso de hormigonado.	-Aplicar las medidas para el control y manejo de las voladuras y perforaciones. -Establecer un programa de recuperación de las áreas excavadas. -Establecer el control y recogida de los escombros y desperdicios. -Diseñar un sistema	Voladuras y perforaciones. Excavaciones superficiales. Emplazamiento de residuos y desperdicios mineros. Vertido de efluentes líquidos.	Directivos de la Planta Gobierno Provincial Inspectores del INRH Inspectores del CITMA

		<p>de tratamiento y recuperación del agua utilizada en el proceso.</p> <p>-Realizar el control sistemático del cumplimiento de las Normas de vertimientos de aguas residuales mediante inspecciones técnicas.</p>		
Vertedero Municipal Micro 7	Controlar el funcionamiento correcto del proceso de tratamiento de residuos sólidos.	<p>-Controlar la descarga correcta de los camiones de basura.</p> <p>-Planificar el área donde se va a realizar el proceso de enterramiento.</p> <p>-Impermeabilizar el área donde se están depositando desechos peligrosos y velar porque se cumpla con lo establecido por norma.</p> <p>-Establecer un programa de educación ambiental dirigido al reciclaje.</p>	Emplazamiento de residuos y desperdicios. Vertido de residuos urbanos.	<p>Gobierno Provincial</p> <p>Dirección Provincial de Comunales</p> <p>Personal del vertedero</p> <p>UO-CEMZOC</p>
Fábrica de Asbesto Cemento "Armando Mestre Martínez"	Disminuir el vertimiento de efluentes líquidos, sólidos y gaseosos producto del propio proceso	<p>-Diseñar un sistema de reúso y tratamiento del agua para el proceso de la producción de asbesto.</p> <p>-Establecer una brigada de recogida de los residuos y desechos sólidos derivados del proceso.</p> <p>-Control del</p>	Vertimiento de efluentes líquidos con sustancias químicas. Emplazamiento de residuos y desperdicios. Emisión de ruido y corrientes residuales a la atmosfera.	<p>Directivos de la fábrica y del MINCON</p> <p>Inspectores del INRH y del CITMA provincial</p>

		vertimiento de los residuales líquidos a las aguas del río.		
Empresa Textil "Celia Sánchez Manduley"	Controlar el vertimiento de los efluentes líquidos y residuos sólidos producto de la industria textil	-Controlar que el vertido de los residuales cumpla con lo establecido en la norma. -Crear una brigada que se encargue de la recogida de los desechos sólidos y del cuidado y embellecimiento del área.	Vertimiento de efluentes líquidos con sustancias orgánicas. Emplazamiento de residuos y desperdicios. Industria textil.	Directivos de la empresa Inspectores del INRH y del CITMA provincial
Asentamiento Marimón	Disminuir la carga contaminante vertida por el asentamiento.	-Diseñar un sistema de tratamiento de los residuales líquidos domésticos. -Realizar saneamiento ambiental, para lograr la eliminación de todos los desechos sólidos, previa coordinación con servicios comunales. -Impartir conferencias, seminarios, propiciar debates, charla y otras acciones afines de brindar educación ambiental a los usuarios del asentamiento y a los tomadores de decisiones. -Limpieza y mantenimiento de las alcantarillas que están vertiendo.	Vertimiento de efluentes líquidos (66). Vertido de residuos urbanos (64). Emplazamiento de residuos y desperdicios (63).	Presidente del Poder Popular Delegados de la zona INRH Comunales CITMA provincial UO-CEMZOC Habitantes del asentamiento Empresa de Acueducto y Alcantarillado

<p>Asentamiento Agüero</p>	<p>Disminuir la carga contaminante vertida por el asentamiento.</p>	<p>-Diseñar un sistema de tratamiento de los residuales líquidos domésticos. -Realizar saneamiento ambiental, para lograr la eliminación de todos los desechos sólidos, previa coordinación con servicios comunales. -Impartir conferencias, seminarios, propiciar debates, charla y otras acciones afines de brindar educación ambiental a los usuarios del asentamiento y a los tomadores de decisiones. -Limpieza y mantenimiento de las alcantarillas que están vertiendo.</p>	<p>Vertido de efluentes líquidos. Vertido de residuos urbanos. Emplazamiento de residuos y desperdicios.</p>	<p>Presidente del Poder Popular Delegados de la zona INRH Comunales CITMA provincial UO-CEMZOC Habitantes del asentamiento Empresa de Acueducto y Alcantarillado</p>
<p>Asentamiento Nuevo Vista Alegre</p>	<p>Disminuir la carga contaminante vertida por el asentamiento.</p>	<p>-Diseñar un sistema de tratamiento de los residuales líquidos domésticos. -Realizar saneamiento ambiental, para lograr la eliminación de todos los desechos sólidos, previa coordinación con servicios comunales. -Impartir conferencias,</p>	<p>Vertido de efluentes líquidos. Vertido de residuos urbanos. Emplazamiento de residuos y desperdicios.</p>	<p>Presidente del Poder Popular Delegados de la zona INRH Comunales CITMA provincial UO-CEMZOC</p>

		seminarios, propiciar debates, charla y otras acciones afines de brindar educación ambiental a los usuarios del asentamiento y a los tomadores de decisiones. -Limpieza y mantenimiento de las alcantarillas que están vertiendo		Habitantes del asentamiento Empresa de Acueducto y Alcantarillado
Empresa Refinadora de Aceite Santiago. ERASOL	Disminuir la carga contaminante que vierte al medio ambiente.	-Realizar estudios de factibilidad económica y ambiental para la construcción de sistema de tratamiento de aguas residuales. - Realizar el control sistemático del cumplimiento de las Normas de vertimientos de aguas residuales mediante inspecciones técnicas.	Vertimiento de efluentes líquidos con sustancias orgánicas. Emplazamiento de residuos y desperdicios	Directivos de la empresa Planificación física, INRH y CITMA provincial. Inspectores del INRH y del CITMA provincial
Fábrica Procesadora de Soya	Disminuir la carga contaminante que vierte al medio ambiente.	-Crear un sistema de tratamiento de aguas residuales. -Crear una brigada encargada de la recogida de los desechos sólidos.	Vertimiento de efluentes líquidos con sustancias orgánicas. Emplazamiento de residuos y desperdicios.	Directivos de la empresa Planificación física, INRH y CITMA provincial
Planta de prefabricado	Disminuir la carga contaminante que vierte al medio	-Crear un sistema de tratamiento de aguas residuales. -Crear una brigada	Vertido de efluentes líquidos. Emplazamiento de residuos y	Directivos de la empresa Planificación física, INRH y

	ambiente.	encargada de la recogida de los desechos sólidos.	desperdicios mineros.	CITMA provincial
Asentamiento Micro 7	Disminuir la carga contaminante vertida por el asentamiento.	-Diseñar un sistema de tratamiento de los residuales líquidos domésticos. -Realizar saneamiento ambiental, para lograr la eliminación de todos los desechos sólidos, previa coordinación con servicios comunales. -Impartir conferencias, seminarios, propiciar debates, charla y otras acciones afines de brindar educación ambiental a los usuarios del asentamiento y a los tomadores de decisiones. -Limpieza y mantenimiento de las alcantarillas que están vertiendo.	Vertido de efluentes líquidos. Vertido de residuos urbanos. Emplazamiento de residuos y desperdicios.	Presidente del Poder Popular Delegados de la zona INRH Comunales CITMA provincial UO-CEMZOC Habitantes del asentamiento Empresa de Acueducto y Alcantarillado
Asentamiento Micro 8	Disminuir la carga contaminante vertida por el asentamiento.	-Diseñar un sistema de tratamiento de los residuales líquidos domésticos. -Realizar saneamiento ambiental, para lograr la eliminación de todos los desechos sólidos, previa coordinación con servicios comunales.	Vertido de efluentes líquidos. Vertido de residuos urbanos. Emplazamiento de residuos y desperdicios.	Presidente del Poder Popular Delegados de la zona INRH Comunales CITMA provincial

		<p>-Impartir conferencias, seminarios, propiciar debates, charla y otras acciones afines de brindar educación ambiental a los usuarios del asentamiento y a los tomadores de decisiones.</p> <p>-Limpieza y mantenimiento de las alcantarillas que están vertiendo.</p>		<p>UO-CEMZOC</p> <p>Habitantes del asentamiento</p> <p>Empresa de Acueducto y Alcantarillado</p>
Asentamiento Los Guaos	Mejorar la calidad de las aguas y la salud de los habitantes.	<p>-Velar por el control y confección de la aplicación de tanque séptico o fosas para el tratamiento de los residuales líquidos domésticos.</p> <p>-Realizar saneamiento ambiental, para lograr la eliminación de todos los desechos sólidos.</p>	<p>Vertimiento de efluente líquidos domésticos.</p> <p>Emplazamiento de residuos y desperdicios sólidos.</p>	<p>Inspectores de INRH, CITMA Provincial.</p> <p>Inspectores de Higiene y Epidemiología de la zona.</p> <p>Habitantes del asentamiento.</p> <p>Delegados de circunscripción.</p>
Asentamiento La Caoba	Mejorar la calidad de las aguas, los suelos y la salud de los habitantes.	<p>-Crear un grupo de inspectores que velen por el cumplimiento de la licencia ambiental de los productores de puerco particular.</p> <p>- Velar por el control y confección de la aplicación de tanque séptico o fosas para el tratamiento de los residuales líquidos domésticos.</p>	<p>Vertimiento de efluente líquidos domésticos y porcinos.</p>	<p>Inspectores de INRH, CITMA Provincial.</p> <p>Inspectores de Higiene y Epidemiología de la zona.</p> <p>Habitantes del asentamiento</p> <p>Delegados de circunscripción.</p>

<p>Asentamiento El Castillito</p>	<p>Mejorar la calidad de las aguas y la salud de los habitantes.</p>	<p>-Velar por el control y confección de la aplicación de tanque séptico o fosas para el tratamiento de los residuales líquidos domésticos. -Realizar saneamiento ambiental, para lograr la eliminación de todos los desechos sólidos.</p>	<p>Vertimiento de efluente líquidos domésticos. Emplazamiento de residuos y desperdicios sólidos.</p>	<p>Inspectores de INRH, CITMA Provincial. Inspectores de Higiene y Epidemiología de la zona. Habitantes del asentamiento. Delegados de circunscripción.</p>
---------------------------------------	--	---	--	--

Conclusiones

CONCLUSIONES

La búsqueda bibliográfica y de información, permitió establecer la metodología de trabajo, caracterizar la cuenca hidrográfica, identificar los focos contaminantes y el estado ambiental de la misma.

Los principales impactos ambientales detectados en la cuenca hidrográfica son: vertimiento de efluentes líquidos, emplazamiento de residuos y desperdicios y emisión de ruido y corrientes residuales a la atmósfera.

Los factores ambientales más afectados son: calidad del agua y del aire, salud y seguridad, agua, suelo y aire y las vistas panorámicas y paisajes.

Los focos contaminantes más incidentes por la evaluación de su impacto son: Planta de Hormigón de Los Guaos (I y II) (La cantera), Vertedero Municipal Micro 7, Fábrica de Asbesto Cemento “Armando Mestre Martínez”, Empresa Textil “Celia Sánchez Manduley”, Asentamiento Marimón, Asentamiento Agüero y Nuevo Vista Alegre, Empresa Refinadora de Aceite Santiago. ERASOL, Fábrica procesadora de soya, Planta de prefabricado, y los asentamientos de Micro 7, Micro 8, Los Guaos, La Caoba, El Castillito.

Se confeccionó el plan de medidas para mitigar los efectos de los focos de contaminantes, considerando objetivo, acciones específicas, impactos de foco y responsable.

Recomendaciones

RECOMENDACIONES

Establecer el control del vertimiento de residuales líquidos y sólidos de los focos contaminantes por el grupo de inspectores correspondiente.

Implementar el plan de medidas que se proponen en este trabajo, para la reducción de los focos contaminantes en la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón.

Utilizar la experiencia del estudio y aplicarlo al resto de las cuencas hidrográficas del municipio y de la provincia de Santiago de Cuba.

Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

Arboleda, J. (2008). Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín, Colombia, Disponible en: https://www.academia.edu/34461272/Manual_EIA_Jorge_Arboleda_1. Consultada en septiembre de 2021.

Arias Lafargue, T. (2008) Caracterización de algunas de las principales fuentes contaminantes de la bahía de Santiago de Cuba y sus consecuencias en el Medio Ambiente. *Revista Tecnología Química*, 27, 79-89.

Ávila Guerrero, Y. F. (2019). Elementos de manejo integrado en la calidad de las aguas del Río Yarayó. Tesis de grado. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

Casanova Matamoros, A. (2019). Estudio de los focos contaminantes en la calidad de las aguas de los ríos Los Guaos- Gascón. Tesis de grado. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

Conesa, V. (2010). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid: Mundi-Prensa. ISBN 9788484763840.

Del Río Monier, M. (2013). Acciones para el manejo integrado de aguas residuales oleosas y aceites usados dirigidas a atenuar su incidencia negativa en la cuenca hidrográfica de la Bahía de Santiago de Cuba. Tesis de Maestría. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

Despaigne, M. (2016). Propuesta de un plan de acción para la reducción del riesgo de desastres en la UCAPMI cuenca de los ríos Los Guaos – Gascón, con un enfoque de manejo integrado de zonas costeras. Tesis de Maestría. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

Durán Silveira, M. T. (2017): “Actualización del potencial hídrico de la provincia de Santiago de Cuba”. *Revista Voluntad Hidráulica*, (121), 4-12.

García Tejera, R., Pérez Montero, O., González Trujillo, M., Alarcón Borges, R., & Mesa Vázquez, J. (2021). Sistematización de información científica sobre cuencas

hidrográficas tributarias a la bahía de Santiago de Cuba. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(3), 211-221. <https://rus.cuf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2086/2070>

García, J. M. (2016). *La Gestión de Cuencas Hidrográficas en Cuba*. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. La Habana, Cuba.

González Marañón, A.; Palacios Mulgado, I.; Ábalos Rodríguez, A. (2020). Impacto ambiental del vertido de residuales en la cuenca hidrográfica Guaos-Gascón de Santiago de Cuba. *Revista Cubana de Química*, 32(1), 154-171. <http://ojs.uo.edu.cu/index.php/cq>

González Trujillo, M.; García Tejera, R.; Durand Silveira M. T. (2021). Modelación espacial del comportamiento de las precipitaciones en la cuenca hidrográfica Los Guaos-Gascón. VII Congreso Cambio Climático. <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1bqucOmBWP3NiVyDp0bbRIP7sF93VfpR6>

Lijteroff, R., Giorda, E. C. y Dávila, S. A. (2018) Identificación y valoración de aspectos e impactos ambientales en la Dirección Nacional de Vialidad, Distrito San Luis, Argentina. Un caso de estudio. *Gestión y Ambiente*, 21(1), 22-30.

Magallanes Mayorga, D. I.; Filian Córdova, H. D.; De La Cruz García, S. T.; Santana Villegas, J. B. (2021). Efectos de la contaminación ambiental producidos por los desechos sólidos. *Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación*, 5(38), 149-155. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol5iss38.2021pp149-155>

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (2017). *Ministerio de Ciencia, Enfrentamiento al Cambio Climático en la República de Cuba. Tarea Vida*. La Habana: Folleto. Diseño y realización CITMATEL.

NC 1021:2014. Fuentes de abastecimiento de agua. Oficina Nacional de Normalización. Comité Técnico de Normalización. NC/CTN 3 de Gestión Ambiental. La Habana, Cuba, 2014.

NC 22:1999. Lugares de baño encostas y en masas de aguas interiores. Requisitos higiénicos sanitarios. Oficina Nacional de Normalización. Comité Técnico de Normalización. NC/CTN 3 de Gestión Ambiental. La Habana, Cuba, 1999.

NC 27: 2012. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado — especificaciones. Oficina Nacional de Normalización. Comité Técnico de Normalización. NC/CTN 3 de Gestión Ambiental. La Habana, Cuba, 2012.

NC 827:2012. Agua potable. Requisitos sanitarios. Oficina Nacional de Normalización. Comité Técnico de Normalización. NC/CTN 3 de Gestión Ambiental. 2da Edición. La Habana, Cuba.

Olivera Guevara, W. (2020). Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas de interés provincial en Santiago de Cuba Cuenca Guaos- Gascón. Tesis de grado. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

Rua de Cabo, A.; Valdivia Fernández, I. M.; Vicente da Silva, E. (2006). Conflictos ambientales en la cuenca hidrográfica del río Quibú. *Revista de Geografía da UFC*, No. 10, 55-64.

Valdés Martínez, M. et al (2014). "Monitoreo de la calidad ambiental del ecosistema de la bahía de Santiago de Cuba". Facultad de Química, Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

Vale Capdevila R. M, Pérez- Silva R. M, Ramírez- Gotario M. (2016) Valoración del impacto ambiental en una productora de aceites y grasas lubricantes. *Revista Cubana de Química*, 28 (2), 736-750.

Villabella, C. (2015). Los métodos en la investigación jurídica. Algunas precisiones. Universidad Nacional Autónoma de México.

Anexos

Anexo 1. Lista de parámetros de la Matriz de Leopold.

Tabla 1. Factores ambientales. Matriz de Leopold.

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	
A.1 TIERRA	
a. Recursos minerales	d. Geomorfología
b. Material de construcción	e. Campos magnéticos y radiactividad de fondo
c. Suelos	f. Factores físicos singulares
A.2 AGUA	
a. Superficiales	e. Temperatura
b. Marinas	f. Recarga
c. Subterráneas	g. Nieve, hielos y heladas
d. Calidad	
A.3 ATMÓSFERA	
a. Calidad (gases, partículas)	c. Temperatura
b. Clima (micro, macro)	
A.4 PROCESOS	
a. Inundaciones	e. Sorción (intercambio de iones, complejos)
b. Erosión	f. Compactación y asentamientos
c. Deposición (sedimentación y precipitación)	g. Estabilidad
d. Solución	h. Sismología (terremotos)
	i. Movimientos de aire
B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	
B.1 FLORA	
a. Árboles	f. Plantas acuáticas
b. Arbustos	g. Especies en peligro
c. Hierbas	h. Barreras, obstáculos
d. Cosechas	i. Corredores
e. Microflora	
B.2 FAUNA	
a. Aves	f. Microfauna
b. Animales terrestres, incluso reptiles	g. Especies en peligro
c. Peces y mariscos	h. Barreras
d. Organismos bentónicos	i. Corredores
e. Insectos	
C. FACTORES CULTURALES	
C.1 USOS DEL TERRITORIO	
a. Espacios abiertos y salvajes	f. Zona residencial
b. Zonas húmedas	g. Zona comercial
c. Selvicultura	h. Zona industrial
d. Pastos	i. Minas y canteras
e. Agricultura	
C.2 RECREATIVOS	
a. Caza	e. Camping
b. Pesca	f. Excursión
c. Navegación	g. Zonas de recreo
d. Zona de baño	
C.3 ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	
a. Vistas panorámicas y paisajes	f. Parques y reservas
b. Naturaleza	g. Monumentos
c. Espacios abiertos	h. Especies o ecosistemas especiales
d. Paisajes	i. Lugares u objetos históricos o arqueológicos
e. Agentes físicos singulares	j. Desarmonías
C.4 NIVEL CULTURAL	
a. Modelos culturales (estilos de vida)	c. Empleo
b. Salud y seguridad	d. Densidad de población
C.5 SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	
a. Estructuras	d. Disposición de residuos
b. Red de transportes (movimiento, accesos)	e. Barreras
c. Red de servicios	f. Corredores
D. RELACIONES ECOLÓGICAS	
a. Salinización de recursos hidráulicos	e. Salinización de suelos
b. Eutrofización	f. Invasión de maleza
c. Vectores, insectos y enfermedades	g. Otros
d. Cadenas alimentarias	
E. OTROS	

Tabla 2. Acciones propuestas que pueden causar impacto ambiente. Matriz de Leopold.

A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN:	
a) Introducción de flora y fauna exótica b) Controles biológicos c) Modificación del hábitat d) Alteración de la cubierta terrestre e) Alteración de la hidrología f) Alteración del drenaje	g) Control del río y modificación del flujo h) Canalización i) Riego j) Modificación del clima k) Incendios l) Superficie o pavimento Ruido y vibraciones
B. TRANSFORMACIÓN DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCIÓN:	
a) Urbanización b) Emplazamientos industriales y edificio c) Aeropuertos d) Autopistas y puentes e) Carreteras y caminos f) Vías férreas g) Cables y elevadores h) Líneas de transmisión, oleoductos y corredores i) Barreras incluyendo vallados j) Dragados y alineado de canales	k) Revestimiento de canales l) Canales m) Presas y embalses n) Escolleras, diques, puertos deportivos y terminales marítimas o) Estructuras en alta mar p) Estructuras recreacionales q) Voladuras y perforaciones r) Desmontes y rellenos s) Túneles y estructuras subterráneas
C. EXTRACCIÓN DE RECURSOS:	
a) Voladuras y perforaciones b) Excavaciones superficiales c) Excavaciones subterráneas d) Perforación de pozos y transporte de fluidos	e) Dragados f) Explotación forestal g) Pesca comercial y caza
D. PROCESOS:	
a) Agricultura b) Ganaderías y pastoreo c) Piensos d) Industrias lácteas e) Generación energía eléctrica f) Minería g) Metalurgia	h) Industria química i) Industria textil j) Automóviles y aeroplanos k) Refinerías de petróleo l) Alimentación m) Herrerías (explotación de maderas) n) Celulosa y papel o) Almacenamiento de productos
E. ALTERACIONES DEL TERRENO:	
a) Control de la erosión, cultivo en terrazas o bancales b) Sellado de minas y control de residuos c) Rehabilitación de minas a cielo abierto	d) Paisaje e) Dragado de puertos f) Aterramientos y drenajes
F. RECURSOS RENOVABLES:	
a) Repoblación forestal b) Gestión y control vida natural	c) Recarga aguas subterráneas d) Fertilización e) Reciclado de residuos
G. CAMBIOS EN TRÁFICO:	
a) Ferrocarril b) Automóvil c) Camiones d) Barcos e) Aviones f) Tráfico fluvial	g) Deportes náuticos h) Caminos i) Telecillas, telecabinas, etc. j) Comunicaciones k) Oleoductos
H. SITUACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS	
a) Vertidos en mar abierto b) Vertedero c) Emplazamiento de residuos y desperdicios mineros d) Almacenamiento subterráneo e) Disposición de chatarra f) Derrames en pozos de petróleo g) Disposición en pozos profundos	h) Vertido de aguas de refrigeración i) Vertido de residuos urbanos j) Vertido de efluentes líquidos k) Balsas de estabilización y oxidación l) Tanques y fosas sépticas, comerciales y domésticas m) Emisión de corrientes residuales a la atmósfera n) Lubricantes o aceites usados
I. TRATAMIENTO QUÍMICO:	
a) Fertilización b) Descongelación química de autopistas, etc.	c) Estabilización química del suelo d) Control de maleza y vegetación terrestre e) Pesticidas
J. ACCIDENTES:	
a) Explosiones b) Escapes y fugas	c) Fallos de funcionamiento
K. OTROS:	
a)...	..b).

Anexo 2. Resultados de la aplicación de la Matriz de Leopold, por foco contaminante.

Foco contaminante: Empresa Refinadora de Aceite Santiago. ERASOL

Factores ambientales	Acciones que pueden causar impactos														Estado del elemento
	Bb	Ca	Cb	Da	Di	DI	Hb	Hc	Hh	Hi	Hj	HI	Hm	Hn	
A Características físicas químicas															
A1c Suelos	3	1	1	1	1	1	4	4	1	1	5	1	1	3	28
A2a Aguas Superficiales	2	1	1	1	1	1	3	5	1	1	5	1	1	2	26
A2c Aguas Subterráneas	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	4	1	1	2	21
A2d Calidad	2	1	1	1	1	1	3	5	1	1	5	1	5	3	31
A3a Calidad de aire	2	1	1	1	1	1	3	5	1	1	1	1	5	1	25
B Condiciones biológicas															0
B1a Árboles	3	1	1	1	1	1	2	3	1	1	3	1	1	1	21
B1b Arbustos	2	1	1	1	1	1	2	3	1	1	3	1	1	1	20
B1c Hierba	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	1	1	19
B1f Plantas acuáticas	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	5	1	1	1	19
B2b Animales terrestres	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	5	1	5	1	23
B2c Peses y mariscos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	18
B2d Organismos bentónicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
C Factores culturales															0
C1a Espacios abiertos y salvajes	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2	19
C1d Pastos	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
C1f Zona residencial	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	4	1	4	2	22
C3a Vistas panorámicas y paisajes	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	4	1	1	2	22
C3d Paisajes	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	4	1	1	2	22
C4d Salud y seguridad	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	5	1	5	2	27
C5d Calidad de vida	2	1	1	1	1	1	1	5	1	1	5	1	5	3	29
D Relaciones ecológicas															0
Db Eutrofización	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	5	1	1	2	23
Dc Vectores, insectos y enfermedades	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	3	1	1	1	20
Evaluación del estado del impacto	37	21	21	21	21	21	32	69	21	21	78	21	45	35	

Foco contaminante: Fábrica Procesadora de Soya

Factores ambientales	Acciones que pueden causar impactos														Estado del elemento
	Bb	Ca	Cb	Da	Di	DI	Hb	Hc	Hh	Hi	Hj	HI	Hm	Hn	
A Características físicas químicas															
A1c Suelos	3	1	1	1	1	1	1	5	1	1	5	1	1	4	27
A2a Aguas Superficiales	2	1	1	1	1	1	1	5	1	1	5	1	1	2	24
A2c Aguas Subterráneas	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	4	1	1	2	21
A2d Calidad	2	1	1	1	1	1	1	5	1	1	5	1	4	4	29
A3a Calidad de aire	2	1	1	1	1	1	1	5	1	1	4	1	5	4	29
B Condiciones biológicas															0
B1a Árboles	3	1	1	1	1	1	1	4	1	1	4	1	1	3	24
B1b Arbustos	2	1	1	1	1	1	1	4	1	1	4	1	1	3	23
B1c Hierba	2	1	1	1	1	1	1	5	1	1	4	1	1	5	26
B1f Plantas acuáticas	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	17
B2b Animales terrestres	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	4	1	1	3	20
B2c Peses y mariscos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	18
B2d Organismos bentónicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	15
C Factores culturales															0
C1a Espacios abiertos y salvajes	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	2	2	20
C1d Pastos	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	16
C1f Zona residencial	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	4	1	4	3	23
C3a Vistas panorámicas y paisajes	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	4	1	1	3	23
C3d Paisajes	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	4	1	1	3	23
C4d Salud y seguridad	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	5	1	5	4	29
C5d Disposición de residuos	4	1	1	1	1	1	1	5	1	1	2	1	5	1	26
D Relaciones ecológicas															0
Db Eutrofización	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	5	1	1	4	25
Dc Vectores, insectos y enfermedades	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	3	1	1	1	20
Evaluación del estado del impacto	39	21	21	21	21	21	21	74	21	21	79	21	40	57	

Foco contaminante: Fábrica de Asbesto Cemento

Factores ambientales	Acciones que pueden causar impactos															Estado del elemento
	Bb	Ca	Cb	Da	Di	DI	Hb	Hc	Hh	Hi	Hj	HI	Hm	Hn		
A Características físicas químicas																
A1c Suelos	5	1	1	1	1	1	4	4	1	1	5	1	2	3	31	
A2a Aguas Superficiales	2	1	1	1	1	1	3	5	1	1	5	1	3	2	28	
A2c Aguas Subterráneas	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	5	1	3	2	25	
A2d Calidad	4	1	1	1	1	1	3	5	1	1	5	1	4	2	31	
A3a Calidad de aire	2	1	1	1	1	1	3	5	1	1	2	1	5	2	27	
B Condiciones biológicas																0
B1a Árboles	4	1	1	1	1	1	3	3	1	1	4	1	4	2	28	
B1b Arbustos	4	1	1	1	1	1	3	3	1	1	4	1	4	2	28	
B1c Hierba	4	1	1	1	1	1	3	3	1	1	4	1	4	2	28	
B1f Plantas acuáticas	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	5	1	1	2	20	
B2b Animales terrestres	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1	5	1	3	2	24	
B2c Peses y mariscos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	2	19	
B2d Organismos bentónicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	2	19	
C Factores culturales																0
C1a Espacios abiertos y salvajes	4	1	1	1	1	1	3	2	1	1	4	1	3	2	26	
C1d Pastos	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	18	
C1f Zona residencial	4	1	1	1	1	1	3	2	1	1	5	1	5	1	28	
C3a Vistas panorámicas y paisajes	4	1	1	1	1	1	3	3	1	1	5	1	4	2	29	
C3d Paisajes	4	1	1	1	1	1	3	3	1	1	5	1	4	2	29	
C4d Salud y seguridad	3	1	1	1	1	1	4	5	1	1	5	1	5	2	32	
C5d Disposición de residuos	3	1	1	1	1	1	2	2	1	1	3	1	3	2	23	
D Relaciones ecológicas																0
Db Eutrofización	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	5	1	1	1	21	
Dc Vectores, insectos y enfermedades	4	1	1	1	1	1	3	5	1	1	4	1	1	1	26	
Evaluación del estado del impacto	59	21	21	21	21	21	53	65	21	21	92	21	64	39		

Foco contaminante: Empresa Textil "Celia Sánchez"

Factores ambientales	Acciones que pueden causar impactos														Estado del elemento
	Bb	Ca	Cb	Da	Di	DI	Hb	Hc	Hh	Hi	Hj	HI	Hm	Hn	
A Características físicas químicas															0
A1c Suelos	5	1	1	1	5	1	3	4	1	1	4	1	1	4	33
A2a Aguas Superficiales	2	1	1	1	4	1	3	5	1	1	4	1	1	4	30
A2c Aguas Subterráneas	1	1	1	1	3	1	2	4	1	1	3	1	1	2	23
A2d Calidad	2	1	1	1	5	1	3	5	1	1	4	1	2	3	31
A3a Calidad de aire	3	1	1	1	3	1	3	5	1	1	3	1	3	1	28
B Condiciones biológicas															0
B1a Árboles	3	1	1	1	3	1	2	3	1	1	3	1	1	3	25
B1b Arbustos	3	1	1	1	3	1	2	3	1	1	3	1	1	3	25
B1c Hierba	3	1	1	1	3	1	2	3	1	1	4	1	1	3	26
B1f Plantas acuáticas	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	17
B2b Animales terrestres	4	1	1	1	3	1	3	2	1	1	3	1	4	3	29
B2c Peses y mariscos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	15
B2d Organismos bentónicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	15
C Factores culturales															0
C1a Espacios abiertos y salvajes	3	1	1	1	3	1	3	2	1	1	3	1	2	2	25
C1d Pastos	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	16
C1f Zona residencial	4	1	1	1	4	1	3	2	1	1	4	1	4	3	31
C3a Vistas panorámicas y paisajes	4	1	1	1	4	1	3	3	1	1	3	1	1	2	27
C3d Paisajes	4	1	1	1	4	1	3	3	1	1	3	1	1	2	27
C4d Salud y seguridad	3	1	1	1	4	1	3	5	1	1	5	1	4	4	35
C5d Disposición de residuos	4	1	1	1	3	1	1	5	1	1	3	1	1	3	27
D Relaciones ecológicas															0
Db Eutrofización	1	1	1	1	5	1	1	5	1	1	5	1	1	3	28
Dc Vectores, insectos y enfermedades	4	1	1	1	4	1	3	5	1	1	4	1	1	1	29
Evaluación del estado del impacto	58	21	21	21	67	21	47	69	21	21	70	21	34	50	

Foco contaminante: Centro Genético Porcino

Factores ambientales	Acciones que pueden causar impactos														Estado del elemento
	Bb	Ca	Cb	Da	Di	DI	Hb	Hc	Hh	Hi	Hj	HI	Hm	Hn	
A Características físicas químicas															
A1c Suelos	3	1	1	2	1	1	1	3	1	1	3	3	1	3	25
A2a Aguas Superficiales	2	1	1	2	1	1	1	3	1	1	3	3	1	2	23
A2c Aguas Subterráneas	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1	3	3	1	2	22
A2d Calidad	2	1	1	3	1	1	1	3	1	1	3	3	1	3	25
A3a Calidad de aire	2	1	1	3	1	1	1	3	1	1	4	3	3	1	26
B Condiciones biológicas															0
B1a Árboles	3	1	1	2	1	1	1	3	1	1	3	2	1	1	22
B1b Arbustos	3	1	1	2	1	1	1	3	1	1	3	2	1	1	22
B1c Hierba	3	1	1	2	1	1	1	3	1	1	3	2	1	1	22
B1f Plantas acuáticas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	16
B2b Animales terrestres	4	1	1	2	1	1	1	2	1	1	3	2	1	1	22
B2c Peses y mariscos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	16
B2d Organismos bentónicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
C Factores culturales															0
C1a Espacios abiertos y salvajes	4	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	3	1	2	23
C1d Pastos	4	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	20
C1f Zona residencial	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	15
C3a Vistas panorámicas y paisajes	3	1	1	3	1	1	1	3	1	1	3	1	1	2	23
C3d Paisajes	3	1	1	3	1	1	1	3	1	1	3	3	1	2	25
C4d Salud y seguridad	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	3	3	3	2	25
C5d Disposición de residuos	2	1	1	3	1	1	1	3	1	1	2	3	1	1	22
D Relaciones ecológicas															0
Db Eutrofización	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	3	3	1	2	23
Dc Vectores, insectos y enfermedades	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	3	3	1	1	22
Evaluación del estado del impacto	46	21	21	46	21	21	21	51	21	21	56	49	25	33	

Foco contaminante: Planta de Hormigón de Los Guaos

Factores ambientales	Acciones que pueden causar impactos														Estado del elemento
	Bb	Ca	Cb	Da	Di	DI	Hb	Hc	Hh	Hi	Hj	HI	Hm	Hn	
A Características físicas químicas															0
A1c Suelos	4	5	5	1	1	1	3	4	1	1	5	1	1	4	37
A2a Aguas Superficiales	5	5	5	1	1	1	3	4	1	1	5	1	1	4	38
A2c Aguas Subterráneas	3	3	3	1	1	1	3	4	1	1	4	1	1	3	30
A2d Calidad	3	4	4	1	1	1	3	5	1	1	5	1	4	4	38
A3a Calidad de aire	3	5	4	1	1	1	2	4	1	1	1	1	5	1	31
B Condiciones biológicas															0
B1a Árboles	3	4	4	1	1	1	2	4	1	1	3	1	3	3	32
B1b Arbustos	3	4	4	1	1	1	2	4	1	1	3	1	3	3	32
B1c Hierba	3	4	4	1	1	1	2	4	1	1	3	1	3	3	32
B1f Plantas acuáticas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	16
B2b Animales terrestres	3	5	4	1	1	1	2	4	1	1	3	1	4	3	34
B2c Peses y mariscos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	17
B2d Organismos bentónicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
C Factores culturales															0
C1a Espacios abiertos y salvajes	4	5	4	1	1	1	2	4	1	1	2	1	2	3	32
C1d Pastos	4	5	4	1	1	1	1	4	1	1	2	1	1	2	29
C1f Zona residencial	1	5	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	5	3	26
C3a Vistas panorámicas y paisajes	5	5	4	1	1	1	3	3	1	1	3	1	1	3	33
C3d Paisajes	5	5	4	1	1	1	3	3	1	1	3	1	1	3	33
C4d Salud y seguridad	5	5	5	1	1	1	3	5	1	1	5	1	5	4	43
C5d Disposición de residuos	4	1	4	1	1	1	1	2	1	1	5	1	1	3	27
D Relaciones ecológicas															0
Db Eutrofización	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	2	18
Dc Vectores, insectos y enfermedades	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	17
Evaluación del estado del impacto	63	75	68	21	21	21	43	67	21	21	66	21	46	55	

Foco contaminante: Planta prefabricado

Factores ambientales	Acciones que pueden causar impactos														Estado del elemento
	Bb	Ca	Cb	Da	Di	DI	Hb	Hc	Hh	Hi	Hj	HI	Hm	Hn	
A Características físicas químicas															
A1c Suelos	3	1	1	1	1	1	1	4	1	1	5	1	1	3	25
A2a Aguas Superficiales	2	1	1	1	1	1	5	5	1	1	5	1	1	2	28
A2c Aguas Subterráneas	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	4	1	1	2	21
A2d Calidad	3	1	1	1	1	1	1	5	1	1	5	1	4	3	29
A3a Calidad de aire	4	1	1	1	1	1	4	5	1	1	1	1	5	1	28
B Condiciones biológicas															0
B1a Árboles	3	1	1	1	1	1	1	4	1	1	4	1	1	1	22
B1b Arbustos	2	1	1	1	1	1	1	4	1	1	4	1	1	1	21
B1c Hierba	2	1	1	1	1	1	1	4	1	1	4	1	1	1	21
B1f Plantas acuáticas	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	18
B2b Animales terrestres	4	1	1	1	1	1	1	4	1	1	4	1	3	1	25
B2c Peses y mariscos	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	4	1	1	1	19
B2d Organismos bentónicos	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	4	1	1	1	19
C Factores culturales															0
C1a Espacios abiertos y salvajes	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	3	2	23
C1d Pastos	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	1	1	20
C1f Zona residencial	3	1	1	1	1	1	1	4	1	1	4	1	4	2	26
C3a Vistas panorámicas y paisajes	4	1	1	1	1	1	1	4	1	1	3	1	3	2	25
C3d Paisajes	4	1	1	1	1	1	1	4	1	1	3	1	2	2	24
C4d Salud y seguridad	2	1	1	1	1	1	1	5	1	1	5	1	4	2	27
C5d Disposición de residuos	4	1	1	1	1	1	1	4	1	1	3	1	2	1	23
D Relaciones ecológicas															0
Db Eutrofización	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	5	1	1	2	21
Dc Vectores, insectos y enfermedades	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	1	1	18
Evaluación del estado del impacto	52	21	21	21	21	21	28	80	21	21	80	21	42	33	

Foco contaminante: Vertedero Municipal Micro 7

Factores ambientales	Acciones que pueden causar impactos														Estado del elemento
	Bb	Ca	Cb	Da	Di	DI	Hb	Hc	Hh	Hi	Hj	HI	Hm	Hn	
A Características físicas químicas															
A1c Suelos	2	1	5	1	1	1	5	4	1	5	4	1	1	3	35
A2a Aguas Superficiales	2	1	2	1	1	1	4	5	1	4	4	1	1	2	30
A2c Aguas Subterráneas	1	1	2	1	1	1	4	4	1	4	4	1	1	2	28
A2d Calidad	2	1	1	1	1	1	4	5	1	4	4	1	2	3	31
A3a Calidad de aire	2	1	4	1	1	1	4	5	1	4	1	1	3	1	30
B Condiciones biológicas															0
B1a Árboles	2	1	4	1	1	1	4	3	1	4	3	1	1	1	28
B1b Arbustos	2	1	4	1	1	1	4	3	1	4	3	1	1	1	28
B1c Hierba	3	1	4	1	1	1	4	3	1	4	3	1	1	1	29
B1f Plantas acuáticas	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	15
B2b Animales terrestres	1	1	4	1	1	1	4	2	1	4	3	1	1	1	26
B2c Peses y mariscos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
B2d Organismos bentónicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
C Factores culturales															0
C1a Espacios abiertos y salvajes	2	1	4	1	1	1	4	2	1	4	2	1	2	2	28
C1d Pastos	2	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	19
C1f Zona residencial	1	1	2	1	1	1	2	2	1	3	3	1	3	2	24
C3a Vistas panorámicas y paisajes	3	1	3	1	1	1	3	3	1	3	1	1	1	2	25
C3d Paisajes	3	1	3	1	1	1	3	3	1	3	1	1	1	2	25
C4d Salud y seguridad	1	1	4	1	1	1	3	5	1	3	3	1	3	2	30
C5d Disposición de residuos	2	1	3	1	1	1	2	5	1	3	2	1	1	1	25
D Relaciones ecológicas															0
Db Eutrofización	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	2	1	1	2	20
Dc Vectores, insectos y enfermedades	1	1	1	1	1	1	4	5	1	3	2	1	1	1	24
Evaluación del estado del impacto	36	21	57	21	21	21	65	69	21	64	49	21	29	33	

Foco contaminante: Asentamiento La Caoba

Factores ambientales	Acciones que pueden causar impactos														Estado del elemento
	Bb	Ca	Cb	Da	Di	DI	Hb	Hc	Hh	Hi	Hj	HI	Hm	Hn	
A Características físicas químicas															
A1c Suelos	2	1	1	2	1	1	3	3	1	4	5	3	1	1	29
A2a Aguas Superficiales	2	1	1	3	1	1	3	3	1	4	5	3	1	2	31
A2c Aguas Subterráneas	2	1	1	2	1	1	3	3	1	3	4	3	1	2	28
A2d Calidad	2	1	1	2	1	1	3	3	1	4	5	3	4	2	33
A3a Calidad de aire	2	1	1	1	1	1	3	3	1	3	1	1	5	1	25
B Condiciones biológicas															0
B1a Árboles	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	19
B1b Arbustos	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	19
B1c Hierba	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	19
B1f Plantas acuáticas	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	17
B2b Animales terrestres	4	1	1	2	1	1	1	2	1	2	3	2	1	1	23
B2c Peses y mariscos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	17
B2d Organismos bentónicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
C Factores culturales															0
C1a Espacios abiertos y salvajes	4	1	1	4	1	1	3	3	1	3	2	2	2	2	30
C1d Pastos	4	1	1	4	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	21
C1f Zona residencial	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	4	1	4	2	22
C3a Vistas panorámicas y paisajes	4	1	1	3	1	1	3	3	1	3	3	2	1	2	29
C3d Paisajes	4	1	1	3	1	1	3	3	1	3	3	2	1	2	29
C4d Salud y seguridad	1	1	1	1	1	1	3	3	1	3	5	3	4	2	30
C5d Disposición de residuos	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	19
D Relaciones ecológicas															0
Db Eutrofización	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	1	1	2	21
Dc Vectores, insectos y enfermedades	3	1	1	1	1	1	3	3	1	3	3	1	1	1	24
Evaluación del estado del impacto	50	21	21	37	21	21	41	44	21	51	68	38	35	30	

Foco contaminante: Asentamiento Micro 7

Factores ambientales	Acciones que pueden causar impactos														Estado del elemento
	Bb	Ca	Cb	Da	Di	DI	Hb	Hc	Hh	Hi	Hj	HI	Hm	Hn	
A Características físicas químicas															
A1c Suelos	4	1	1	1	1	1	3	4	1	4	3	2	1	3	30
A2a Aguas Superficiales	3	1	1	1	1	1	3	5	1	5	3	2	1	2	30
A2c Aguas Subterráneas	1	1	1	1	1	1	3	4	1	5	3	2	1	2	27
A2d Calidad	2	1	1	1	1	1	3	5	1	5	4	1	4	3	33
A3a Calidad de aire	2	1	1	1	1	1	3	5	1	4	1	1	5	1	28
B Condiciones biológicas															0
B1a Árboles	3	1	1	1	1	1	2	3	1	3	3	1	1	1	23
B1b Arbustos	3	1	1	1	1	1	2	3	1	3	3	1	1	1	23
B1c Hierba	2	1	1	1	1	1	1	3	1	3	3	1	1	1	21
B1f Plantas acuáticas	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	4	20
B2b Animales terrestres	2	1	1	1	1	1	2	2	1	3	3	1	1	1	21
B2c Peses y mariscos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	4	18
B2d Organismos bentónicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	16
C Factores culturales															0
C1a Espacios abiertos y salvajes	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2	19
C1d Pastos	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
C1f Zona residencial	4	1	1	1	1	1	4	2	1	5	5	1	4	4	35
C3a Vistas panorámicas y paisajes	4	1	1	1	1	1	4	3	1	4	4	1	1	2	29
C3d Paisajes	4	1	1	1	1	1	4	3	1	4	4	1	1	2	29
C4d Salud y seguridad	4	1	1	1	1	1	4	5	1	5	5	3	4	2	38
C5d Disposición de residuos	3	1	1	1	1	1	3	3	1	3	3	1	1	1	24
D Relaciones ecológicas															0
Db Eutrofización	1	1	1	1	1	1	1	5	1	4	3	1	1	2	24
Dc Vectores, insectos y enfermedades	4	1	1	1	1	1	4	5	1	3	3	2	1	1	29
Evaluación del estado del impacto	53	21	21	21	21	21	51	67	21	68	62	27	35	43	

Foco contaminante: Asentamiento Agüero

Factores ambientales	Acciones que pueden causar impactos														Estado del elemento
	Bb	Ca	Cb	Da	Di	DI	Hb	Hc	Hh	Hi	Hj	HI	Hm	Hn	
A Características físicas químicas															
A1c Suelos	2	1	1	1	1	1	2	4	1	4	5	2	1	3	29
A2a Aguas Superficiales	2	1	1	1	1	1	2	4	1	4	5	2	1	2	28
A2c Aguas Subterráneas	1	1	1	1	1	1	2	2	1	4	4	2	1	2	24
A2d Calidad	2	1	1	1	1	1	2	4	1	4	5	2	4	3	32
A3a Calidad de aire	2	1	1	1	1	1	2	4	1	4	1	1	5	1	26
B Condiciones biológicas															0
B1a Árboles	3	1	1	1	1	1	1	3	1	2	3	1	1	1	21
B1b Arbustos	2	1	1	1	1	1	1	3	1	2	3	1	1	1	20
B1c Hierba	2	1	1	1	1	1	1	3	1	3	3	1	1	1	21
B1f Plantas acuáticas	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	17
B2b Animales terrestres	1	1	1	1	1	1	2	3	1	4	3	1	3	1	24
B2c Peses y mariscos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	17
B2d Organismos bentónicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
C Factores culturales															0
C1a Espacios abiertos y salvajes	2	1	1	1	1	1	1	2	1	3	2	1	2	2	21
C1d Pastos	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
C1f Zona residencial	1	1	1	1	1	1	3	2	1	4	4	1	5	2	28
C3a Vistas panorámicas y paisajes	4	1	1	1	1	1	4	4	1	4	3	1	3	2	31
C3d Paisajes	4	1	1	1	1	1	4	4	1	4	3	1	3	2	31
C4d Salud y seguridad	2	1	1	1	1	1	4	5	1	4	5	1	4	2	33
C5d Disposición de residuos	4	1	1	1	1	1	3	4	1	3	2	1	3	1	27
D Relaciones ecológicas															0
Db Eutrofización	1	1	1	1	1	1	1	4	1	4	5	1	1	2	25
Dc Vectores, insectos y enfermedades	1	1	1	1	1	1	4	4	1	4	3	2	1	3	28
Evaluación del estado del impacto	41	21	21	21	21	21	43	64	21	65	68	26	44	35	