

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
FACULTAD DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA



Trabajo de Diploma

EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO HIDRÁULICO

Elementos de manejo integrado en la calidad de las aguas del Río Yarayó

AUTOR: YOAN FELIPE AVILA GUERRERO

**TUTOR(ES): DRA.C. MAYELIN GONZÁLEZ TRUJILLO
DR.C. ROGELIO GARCÍA TEJERA**

SANTIAGO DE CUBA
2019



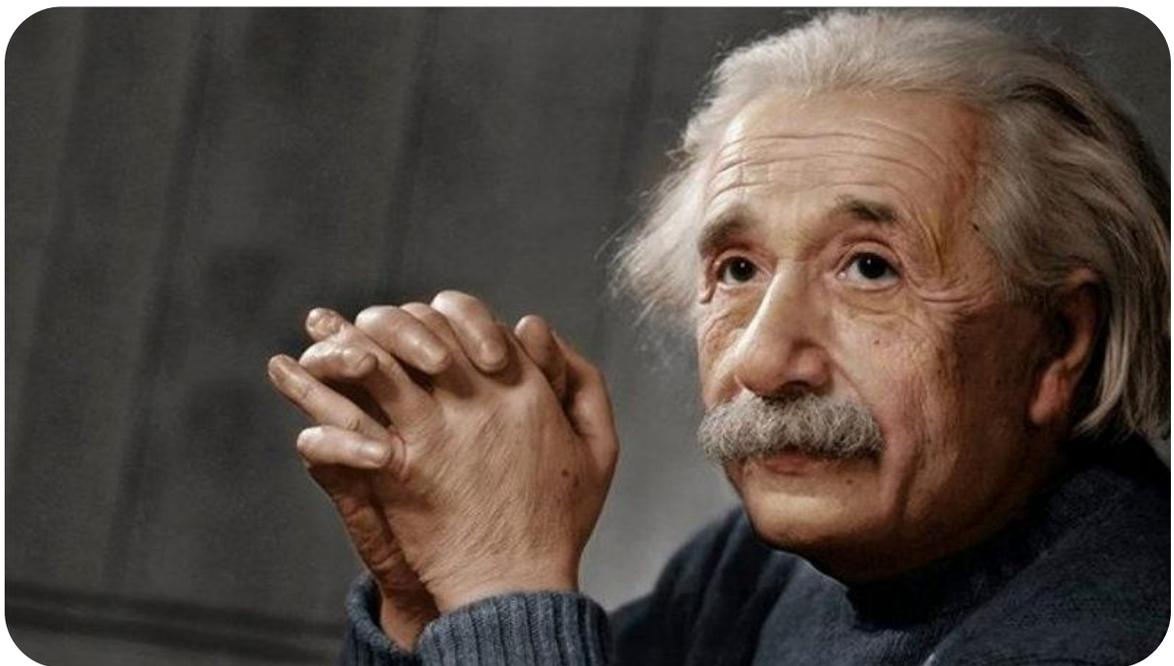
Pensamiento



Pensamiento

“ Durante centenares de miles de años, el hombre luchó para abrirse un lugar en la naturaleza. Por primera vez en la historia de nuestra especie, la situación se ha invertido y hoy es indispensable hacerle un lugar a la naturaleza en el mundo del hombre”

Albert Einstein.





Dedicatoria

Dedicatoria

A mi Madre, por darme la vida, por ser el faro que ilumina mi camino estando en cada momento de mi vida estudiantil y sintiendo en carne propia mis obstáculos y victorias.

A mi abuela Rubí y mi abuelo Nelson, por ser mis segundos padres, por todo su sacrificio desde que nací, por su educación, por siempre incitarme a ser mejor persona en la vida.

A mis hermanos Ernestico y Daikel, por enseñarme que ser el hermano mayor no era tan malo y, que aprendan a nunca rendirse.

A mi Papá, no será el mejor padre del mundo, pero es mi papá y sé que siempre estará orgulloso de mí.



Agradecimientos



Agradecimientos

En primer lugar, a Dios por darme las fuerzas necesarias para llegar hasta el final.

A mi Mamá por enseñarme que, si se puede y a darme fuerzas siempre; y a mi padrastro Coco por ser un papa conmigo; gracias a ellos hoy estoy aquí terminando mi carrera.

A mis Abuelos Rubí y Nelson por su educación, crianza, por siempre creer en mí, por enseñarme a no rendirme, por ser mi mundo.

A mi Papá por estar ahí cuando lo necesito y siempre haciendo hasta lo que no puede por complacerme; y a Magali por ser su compañera y tratarme como un hijo.

A mi tutora la profesora Mayelin, por su dedicación, entrega, por siempre atenderme con mucho cariño, comprensión y paciencia, por los momentos divertidos que pasamos juntos.

A mi Abuela Idalmis por siempre preocuparse por mí, desearme siempre lo mejor.

A mi Tío Yoelito por ser mi ejemplo de humildad, por querer lo mejor para mí, por enseñarme que ser un profesional vale mucho y que ser buen ser humano vale más.

A mi hermano de la Universidad Fermín, por ser mi confidente, mi hombro, mi cómplice en todas mis aventuras, a enseñarme que el mundo no gira a mí alrededor.

A mi hermanito Alejandro, por ser el hermano mayor que nunca tuve, porque me enseñó que la vida es un ratito para atormentarse con ella y con las personas; y a Yan por estar en los momentos precisos y enseñarme que los amigos son para toda la vida.

A mi amada Profe Kyra, por siempre llenarme con su belleza, carisma, positividad por enseñarme que nada ni nadie puede detenerme yo soy mi propio freno.

A mis profesores del Departamento de Ingeniería Hidráulica, en especial Tere, Alain, Marino, Jeimi y Pedro Cabrera y demás, por su profesionalidad, por convertirme en un buen profesional.

A mi amigo Rosell por compartir buenos y malos momentos, por siempre pensar en mí.

A mis amigos Yuri y Pedrito, por estar siempre en cada momento importante de mi vida estudiantil, por sobrellevarme y por siempre levantarme el ánimo y hacerme creer la mejor persona del mundo.

A Zoe LLilian, Zoe y Melisa por acogerme en su casa, por siempre tratarme con tanto amor y dejar que formase parte de su familia.

A Javier y Edmundo por enseñarme que la fuerza de la amistad sobrepasa el tiempo y la distancia.

A la directora de la beca Noraida, por siempre malcriarme y abrirme las puertas cuando muchos me las cerraron.

A todos los amigos que hice en los Modelos de Naciones Unidas OnuCaribe, Havmun, Ágora, Carapachibey en especial a Beatriz por reconocer las buenas acciones y criticar las malas, a Giselle por ser toda una princesa conmigo, y las chicas que nunca olvidare de Orbis.

A mis hermanas Anabel, Leyanet, Orquídea y en especial mi tata Chiki, por soportarme cada locura y malacrianza y dejar que entre en su vida.

A mis amigos y compañeros de aula y trabajadores de la Facultad, Nadieska, Roxana, Mai, Antón, Laritza, Alesyani, Yania, Raidel, Yailen, Eva, Willi, Yili, Willintong, Pedro Céspedes, Axel, Celia y Adrián, Surelis, Nena (mi Técnica favorita) y Diamela que me abrió las puertas de su casa y de su familia.

A mis amigas y amigos que ya no se encuentran cerca de mí, Lizandra, Leidy, Yailen, Yunet sé que donde estén me desean lo mejor.

Y no por ser la última persona deja de ser importante en mi vida, Gracias a Alexander por llegar en el mejor momento, por hacer cumplir uno de mis sueños.

A todos ellos y a los que pude haber olvidado.

A TODOS..... MUCHAS GRACIAS



Resumen

RESUMEN

Esta investigación se realiza en la cuenca hidrográfica Yarayó, donde existen conflictos en el uso sostenible y protección de sus recursos; la misma tiene como objetivo aplicar elementos de manejo integrado en la calidad del agua del río Yarayó, se utilizan como métodos de investigación el histórico-lógico, inducción-deducción y análisis-síntesis, con la ayuda de herramientas como matriz de Leopold y entrevistas. Dentro de los resultados fundamentales se obtuvo que en la zona existen 17 focos contaminantes siendo los más incidentes los talleres de la zona, la cervecera Hatuey, Cuba Ron y los hospitales que tributan al río. La matriz arrojó que los principales problemas ambientales son las afectaciones en la calidad de las aguas dulces y saladas, y su incidencia en los ecosistemas, así como la salud y seguridad en la calidad de vida; ocasionado por el vertimiento de líquidos industriales y comunales; por lo que se proponen elementos de manejo integrado para mitigar dicha problemática en la cuenca hidrográfica de estudio.



Summary

SUMMARY

This research is carried out in the Yarayó river basin, where there are conflicts in the sustainable use and protection of its resources, it aims to apply elements of integrated management in the water quality of the Yarayó river; the historical-logical, induction-deduction and analysis-synthesis are used as research methods, with the help of tools such as Leopold's matrix and interviews. Among the fundamental results, it was found that there are 17 polluting sources in the area, the most incidents being the workshops in the area, the Hatuey brewery, Cuba Ron and the hospitals that pay tribute to the river. The matrix showed that the main environmental problems are the affectations in the quality of the fresh and salty waters, and their incidence in the ecosystems, as well as the health and safety in the quality of life; caused by the dumping of industrial and communal liquids; Therefore, integrated management elements are proposed to mitigate this problem in the study river basin.



Índice

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. ASPECTOS CONCEPTUALES DEL MIZC EN FUNCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	7
1.1 Definición y Objetivos del Manejo Integrado de Zonas Costeras	7
1.2 El MIZC y los problemas ambientales en cuencas hidrográficas	10
1.3 La calidad de las aguas y los focos contaminantes en el MIZC	14
1.4. Marco Jurídico en el estudio de la calidad de las aguas	18
1.5 Métodos de estudios realizados	24
CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA.....	29
2.1 Metodología de Trabajo	29
2.2 Caracterización de la zona de estudio	31
2.2.1 Características del río Yarayó.....	31
2.3 Características físicas de la Cuenca Yarayó.....	32
2.3.1 Suelo.....	32
2.3.2 Clima.....	33
2.3.3 Temperatura Media.....	34
2.3.4 Humedad Relativa.....	34
2.4 Características Socioeconómicas	34
2.4.1 Poblaciones	34
2.4.2 Situación Epidemiológica	35
2.5 Fuentes de contaminación directas e indirectas al río Yarayó	36
CAPÍTULO 3. ELEMENTOS DE MANEJO INTEGRADO	38
3.1 Identificación de los problemas ambientales.....	38
3.1.1 Levantamiento de la situación ambiental en la zona. Identificación de los focos contaminantes domésticos e industriales.....	38
3.1.2 Entrevista	39
3.2 Focos contaminantes al río Yarayó.....	40
3.3 Identificación y jerarquización de los problemas ambientales mediante la Matriz de Leopold	42
3.4 Estado de la calidad del agua del río Yarayó	44
3.5 Necesidad de aplicar Elementos de Manejo Integrado en la zona.....	45
3.7 Elementos de Manejo Integrado en la calidad de las aguas del río Yarayó	46

CONCLUSIONES..... 49
RECOMENDACIONES 50
BIBLIOGRAFÍA..... 51
Anexos 54



Introducción

INTRODUCCIÓN

La Tierra desde el espacio, en cualquier imagen que se muestra de ella, se observa un Planeta azul, y es que la mayor parte de su superficie está cubierta por agua y la otra restante es tierra firme. Sin embargo, estas aguas están en los mares y océanos y es salada, lo que la convierte en un elemento inutilizable para beber, para el desarrollo de la agricultura y para la mayor parte de las actividades humanas. Solo el 1% del agua dulce en el mundo, escurre por las cuencas hidrográficas en forma de arroyos y ríos y se depositan en lagos, lagunas y en otros cuerpos superficiales de agua y en acuíferos. De acuerdo con los estudios sobre los balances hídricos del planeta solamente el 0.007% de las aguas dulces se encuentran realmente disponibles a todos los usos humanos directos (JUMAPAM, 2019).

Actualmente, la mayoría de las masas de aguas que existen en el planeta se encuentran en un proceso muy grave de contaminación y sobreexplotación marina y oceánica. Algunas de estas sustancias contaminantes perjudiciales que han sido arrojadas a las aguas por el ser humano son los plaguicidas, fertilizantes químicos, detergentes, hidrocarburos, aguas residuales, plásticos y otros sólidos (Muñoz, 2015).

Los ríos introducen contaminantes en el mar de un modo constante, produciendo importantes desequilibrios y daños en el ecosistema marino. Según proyectos realizados en los años ochenta y de los primeros monográficos que daba cuenta de esta problemática, los ríos se consideran “la principal ruta” de introducción de contaminantes producidos por la actividad humana como por causas naturales. En otras palabras, la gestión de los ecosistemas marinos no empieza ni acaba en el mar. Además de un sinnúmero de aspectos que son ajenos a los ríos, también requiere llevar a cabo una gestión integral, que incluya los recursos de agua dulce. En definitiva, se trata de gestionar de forma sostenible los ríos para que no acaben degradándose a nivel ambiental y, con ello, hagan lo propio en los mares (Escobar, 2002).

Al fin y al cabo, son ecosistemas que están en contacto. ¿Pero, de qué tipo de daños se habla? La definición adoptada por las Naciones Unidas, 1984 (Art. 1.4), plantea que la contaminación del medio marino es:

“(…) la introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o de energía en el medio marino incluidos los estuarios, que produzca o pueda producir efectos nocivos tales como daños a los recursos vivos y a la vida marina, peligros para la salud humana, obstaculización de las actividades marítimas, incluidas la pesca y otros usos legítimos del mar, deterioro de la calidad del agua del mar para su utilización y menoscabo de los lugares de esparcimiento” (Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, 1984).

La importancia de la contribución de los ríos como vía de ingreso de contaminantes al mar fue reconocida por primera vez en la Conferencia Técnica de la FAO sobre Contaminación Marina y sus Efectos en los Recursos Vivos (Roma, 8–9 de diciembre de 1970), donde se estableció que la mayor parte de la contaminación que llega al mar lo hace a través de los ríos y por la escorrentía costera produciendo importantes efectos en los estuarios y recursos vivos (Ruivo, 1971).

La educación ambiental desde la óptica en que se analice contribuye continuamente a la preparación integral de cada hombre, favoreciendo su modo de actuar y pensar ante las necesidades sociales. En realidad, la educación ambiental va más allá de la enseñanza en sí, sobre el medio ambiente, es también una necesidad interdisciplinaria en aras de favorecer la comprensión, y la profundización de conocimientos, y el desarrollo de habilidades y finalmente llegar a la acción orientada al cuidado de su entorno (Gaceta Oficial de la República de Cuba. Ley 81).

Constituye una tarea de primer orden si se pretende disminuir los ya evidentes cambios que a diario amenazan la supervivencia humana, implementar acciones para aleccionar a los seres humanos en cualquier lugar de los peligros que acechan y tomar las medidas adecuadas. En junio del 1992 en Río de Janeiro, Brasil, se dieron cita los líderes de casi todas las naciones en la Cumbre de la Tierra, donde el líder histórico de la Revolución Cubana Fidel Castro Ruz expresó: “...Una importante especie biológica está en riesgo de desaparecer por la rápida y progresiva liquidación de sus condiciones naturales de vida: el hombre...”. La cual marcó un hito histórico por transmitir a la comunidad mundial la verdadera dimensión de la crisis medioambiental.

Esto evidencia la necesidad de la comprensión de cómo y por qué el progreso económico y social futuro debe estar indisolublemente ligado a las políticas diseñadas para proteger el medio ambiente y administrar con sensatez nuestros recursos naturales de ahí que en correspondencia con las ideas de Fidel se aprueba por el Consejo de Ministros el 25 de abril de 2017 la Tarea Vida Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático. Al respecto, la Tarea Vida se sustenta sobre una base científica multidisciplinaria, que da prioridad a los municipios costeros y contempla acciones estratégicas y tareas dirigidas a contrarrestar las afectaciones en las zonas vulnerables (INFO, 2018).

En nuestro país la zona costera está formada por un conjunto de ecosistemas y recursos en los que se encuentra el hombre; en esta zona se localizan 244 asentamientos y vive una población de 1,41 millones de habitantes 4 ; sin embargo, esta zona está siendo afectada también por una serie de problemas de carácter ambiental, entre los que se pueden mencionar: el insuficiente tratamiento de residuales, la contaminación, la sobrepesca, los cambios climáticos, el uso inadecuado del espacio físico, el represamiento de ríos, el turismo no-sostenible y la deforestación (manglares). Todos estos fenómenos limitan la realización del desarrollo sostenible, por lo que merece atención prioritaria el estudio de prácticas novedosas que se acerquen a esta ambiciosa meta (Poveda, 2009).

Una de las bahías más afectadas por los distintos tipos de contaminación de origen terrestre es la de Santiago de Cuba, la segunda más contaminada del país tras la bahía de La Habana. Numerosas instalaciones de diversos usos ocupan las márgenes de la bahía, lo cual ha provocado conflictos por el uso del espacio y los recursos entre los diferentes usuarios presentes en la zona. En esta situación también influye el hecho de que la bahía santiaguera, por sus propias características geográficas, es una bahía de bolsa con una boca extremadamente estrecha, 225 m de ancho; 9 km de largo y 3 km en su parte más ancha. Su profundidad promedio es de 8m y la profundidad máxima de 21. Una zona altamente contaminada la constituye el lóbulo inferior de la bahía, en el que descargan los ríos Yarayó, Gascón, Los Guaos y el drenaje de Trocha. La renovación de las aguas en esta zona es muy pobre, lo que favorece los procesos de

contaminación. Generalmente, el proceso de renovación de las aguas de la bahía se lleva a cabo cada 18 días (Fernández, 2015).

El río Yarayó con 14 km² de cuenca, presenta una red de drenaje bien desarrollada, su nacimiento se localiza en la zona de la Villa Olímpica donde se canaliza hasta el conducto semielíptico. Esta corriente tiene su curso de Este a Oeste dividiendo a su cuenca en dos porciones, algo mayor la superior que la inferior, los arroyos que bajan de la porción superior son bien representados, de cursos largos casi de igual longitud que la del río principal.

El arroyo que fluye desde la Risueña nace en las inmediaciones del lomerío que intercepta el camino de la Risueña con la Central. Este arroyo pasa detrás de la cartonera y se entuba en el drenaje del Consejo Popular Mariana Grajales, descargando sus aguas en el registro No 10 del semielíptico. Su tiempo de concentración y recorrido es 40 minutos mayor que en el río Yarayó hasta ese registro.

La otra corriente larga, es la paralela a la Risueña, que desemboca por conducto al canal del Distrito José Martí, más tarde al canal de Yarayó, el cual está conformado por dos conductos semielíptico que es donde desagua gran parte de la ciudad. Este canal desemboca en el mar con pendientes muy pequeñas, las salidas del semielíptico están en cotas negativas, complicando el trabajo del mismo. El agua que penetra al canal proviene de dos arroyos que vienen de la parte alta de la cuenca, desde Micro 9 a Micro 7, más el drenaje de los repartos ahí enclavados provoca en épocas de crecidas un volumen de escurrimiento de tal magnitud que puede obstaculizar la salida del semielíptico.

Es evidente que se impone la necesidad de aplicar un manejo adecuado de los usos y recursos que existen en estas zonas costeras, por esto, poner en línea la necesidad de un Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC), con el enfoque de los programas de MIZC, las prácticas de manejo de recursos hídricos aportan estrategias orientadas a reducir las inundaciones, prevenir la erosión, proteger la calidad y cantidad de agua y mitigar el impacto de la sequía, al tiempo que se protegen servicios ambientales como la filtración de nutrientes y patógenos de escorrentías superficiales que desembocarán en arroyos y lagos (González, 2003).

Los objetivos de cualquier Programa de Manejo Integrado Costero dependerán de los problemas costeros que haya que solucionar en un área definida: la zona costera. Otro de los elementos centrales del MIZC es un proceso administrativo equitativo y transparente y para lograr sus objetivos específicos se apoya en una diversidad de técnicas. Además, se ubica dentro de un espectro de integración, en el cual el Manejo Sectorial, el Manejo de la Zona Costera y el Manejo Costero Integrado representan grados superiores de integración (Lemay, 1998).

Este conflicto, en el uso del recurso agua está afectando a los ecosistemas costeros-marinos, a los sistemas económico y social y a la calidad ambiental, lo que se requiere de la aplicación de elementos de Manejo Integrado, para adoptar soluciones idóneas y mitigar dicha problemática.

Problema de Investigación

Deterioro de la calidad de las aguas del río Yarayó por el manejo inadecuado del vertimiento de residuales de los usuarios de la cuenca hidrográfica tributaria, lo que repercute en la contaminación de la bahía de Santiago de Cuba.

Objeto de Investigación

Focos contaminantes de la cuenca hidrográfica tributaria al río Yarayó.

Campo de Acción

Elementos de manejo integrado en la calidad de las aguas del río Yarayó.

Objetivo General

Aplicar elementos de manejo integrado en la calidad del agua del río Yarayó.

Objetivos Específicos

1. Revisión bibliográfica de los estudios realizados de la temática.
2. Principales características de la cuenca hidrográfica Yarayó e identificar los principales focos contaminantes de la zona.

3. Proponer acciones, sobre la base del Manejo de Cuencas Hidrográficas y de Manejo Integrado de Zonas Costeras, para atenuar los focos contaminantes y la calidad del agua de la cuenca del río Yarayó.

Hipótesis

Si se implementan acciones de Elementos de Manejo Integrado en la calidad del agua para el control del vertimiento de los focos contaminantes la Cuenca Hidrográfica del río Yarayó e ideando un plan para un mejor uso de las aguas del río propuestas en esta tesis, se minimizaría su incidencia en el deterioro de la calidad ambiental de los ecosistemas presentes.

La investigación se estructura en, Resumen, Introducción, III Capítulos, Conclusiones y Recomendaciones. En el Capítulo I, se realiza una revisión bibliográfica y se definen los principales conceptos de zonas costeras, manejo de zonas costeras, cuenca hidrográfica; además de la calidad de las aguas y los focos contaminantes que afectan las aguas. En el Capítulo II, se realiza una caracterización de la zona de estudio de la cuenca Yarayó, las características del río, la situación socioeconómica, epidemiológica así como los principales focos contaminantes descrito por varios autores. En el Capítulo III, se ejecuta un levantamiento de la zona para conocer los principales focos contaminantes actualizados que vierten residuales al río Yarayó, además de un recorrido y la matriz de Leopold para identificar los principales problemas ambientales. Se pudo concluir que existen 17 focos contaminantes que afectan la calidad de las aguas del río Yarayó.



Capítulo 1

CAPÍTULO 1. ASPECTOS CONCEPTUALES DEL MIZC EN FUNCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

En capítulo aborda la importancia del cuidado de las zonas costeras. Se plantean las definiciones y objetivo del Manejo Integrado de Zonas Costeras. Además de los problemas ambientales que afectan a las cuencas hidrográficas, así como sus definiciones por varios autores. Las características de los focos contaminantes y como afectan al medio ambiente, y la importancia de cumplir con las normas y regulaciones para la protección de estas zonas.

1.1 Definición y Objetivos del Manejo Integrado de Zonas Costeras

Al hablar del Manejo Integrado de Zonas Costeras es importante señalar que, las zonas costeras constituyen espacios de una significación social extraordinaria. Más de un tercio de la población mundial vive en las zonas costeras donde factores económicos y sociales son importantes para la garantía de vida jugando un papel fundamental. Sin embargo, estos ecosistemas extremadamente frágiles y complejos han sido expuestos al uso irracional y desmedido del hombre, lo que ha provocado el deterioro social, económico y ambiental que se ha venido experimentando en muchas zonas costeras (González, 2006).

La zona costera por su complejidad ambiental y potencial productiva es un lugar donde de manera natural se va dando esta multiplicidad de opciones por lo que una adecuada de usos concertados presenta varias oportunidades de desarrollo. Carter (1988) menciona que el hombre ha mantenido una relación muy inestable y desequilibrada con la costa. A través de la historia ha tratado de ignorarla, de ajustarla, de dominarla y controlarla, y la mayoría de las veces con poco éxito y un costo enorme, aunque al mismo tiempo le ha traído grandes beneficios económicos. Donde el hombre interactúa con la costa, el sistema natural tiende a desequilibrarse y tarde o temprano tiene repercusiones en su funcionamiento. Hoy en día se sabe mucho más de cómo funcionan las costas, y en aquellas regiones en las que no se ha modificado de manera importante el funcionamiento costero, se presentan oportunidades valiosas para un nuevo tipo de desarrollo.

Según estudios realizados por (Cicin-Sain, 1998), plantea que las zonas costeras es el área de interface entre la tierra y el mar, donde el mar ejerce influencia sobre la tierra y viceversa. Los límites de la zona costera varían dependiendo de las condiciones biogeográficas, las combinaciones de usos y problemas presentes y el sistema legal. En algunos casos la zona costera se puede extender desde la parte alta de una cuenca hasta el borde de las 200 millas. En otros casos puede ser más estrecha, conteniendo franjas más pequeñas tanto en el lado de tierra como del mar.

En vista de que no se pueden ni se deben detener las actividades humanas en las costas, es necesario controlar las actividades que se desarrollan y se manejan de modo tal que se minimicen sus efectos negativos en el ambiente y se asegure el mantenimiento de los ecosistemas costeros y sus interconexiones. En este sentido, el tiempo es muy importante, ya que conforme éste avanza, se incrementan las actividades humanas que se desarrollan en la costa y los problemas ambientales son cada vez mayores. Estos problemas se generan por la manera en que el hombre usa la costa y no a causa de la naturaleza costera y sus propios procesos naturales.

Es evidente que se impone la necesidad de aplicar un manejo adecuado de los usos y recursos que existen en estas zonas costeras, por esto, poner en línea la necesidad de un Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC), con el enfoque de los programas de MIZC y con los asuntos claves que éstos deberían manejar es algo que ha ganado mucha atención a nivel internacional.

Desde que comenzó a utilizarse, el término de MIZC, a finales del reciente pasado siglo XX, existe un consenso cada vez mayor en cuanto a las características que definen el Manejo Costero Integrado (PNUMA, 1993). En este trabajo se coincide con otros autores en definir el Manejo Integrado Costero de la siguiente manera:

“ Es un proceso continuo y dinámico que vincula al gobierno y a la comunidad, la ciencia y la administración, los intereses comunitarios y los sectoriales en la preparación y la ejecución de un plan integrado para proteger y desarrollar los ecosistemas y los recursos costeros” (GESAMP, 1996; Lemay, 1998; Nieto, 2004; Dr. Sommer, 2004)

A nivel mundial, el MIZC ha sido reconocido como una prioridad desde la Cumbre de Río de 1992 en la Agenda 21, y recientemente en la VIII Cumbre de la Asociación de Estados del Caribe celebrada en Managua en los días de marzo del presente año.

El objetivo principal del MIZC es ofrecer un marco estratégico de planificación a través del mantenimiento de los valores de la biodiversidad marina y costera al tiempo que permite el uso sostenible de los potenciales económicos de las áreas costeras y marinas. Esencialmente es una aproximación que se basa en un enfoque por ecosistemas, donde se reconoce la integración que existe entre la naturaleza y la diversidad cultural.

A través del manejo integral de la zona costera (MIZC) se busca asegurar que las decisiones que se toman en cada uno y en todos los sectores para la zona costera (pesca, producción de energéticos, transporte, turismo, calidad de agua, conservación, etc.) al igual que en todos los niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) actúen de manera armónica entre sí y sean consistentes con las políticas costeras de la nación. En este sentido una parte fundamental del MIZC es el diseño de los procesos institucionales que se deben realizar para lograr esta armonización de una manera aceptable desde el punto de vista político.

A través de un proceso de MIZC, según González, (2003) se llevan a cabo varias actividades:

- ✓ Se analizan las implicaciones del desarrollo.
- ✓ Se analizan los conflictos surgidos por el uso de la zona costera y sus recursos.
- ✓ Se analizan las interacciones entre los procesos biofísicos y las actividades del hombre.
- ✓ Se promueven las relaciones y la armonía entre actividades costeras y oceánicas impulsadas por los distintos sectores.
- ✓ Se fomentan oportunidades para un desarrollo sustentable.

A través de este enfoque se busca manejar un área en particular con todos sus hábitats, sus recursos, sus actividades e interacciones. Todas las actividades y recursos que tienen lugar en la zona costera (pesquerías, comunicaciones, turismo, entre otras), normalmente son administradas por agencias muy especializadas. Un

enfoque de MIZC no suplanta este manejo sectorial, pero sí busca armonizar las diferentes políticas y programas, y coordinar a los diferentes actores y agencias involucradas.

1.2 El MIZC y los problemas ambientales en cuencas hidrográficas

La relación que existe entre los problemas ambientales en las cuencas hidrográficas y el MIZC se hace necesario conocer que es una cuenca hidrográfica, por lo tanto el concepto de cuenca hidrográfica plantea, según Marten *et al*, (2001), que una cuenca hidrográfica es la unidad natural para articular procesos de gestión y conservación del medio ambiente. Esta se puede definir como: "una unidad física bien drenada, donde un área de suelo es drenada por un determinado curso de agua y está limitada periféricamente por el llamado divisor de aguas" (ver Figura 1.1)

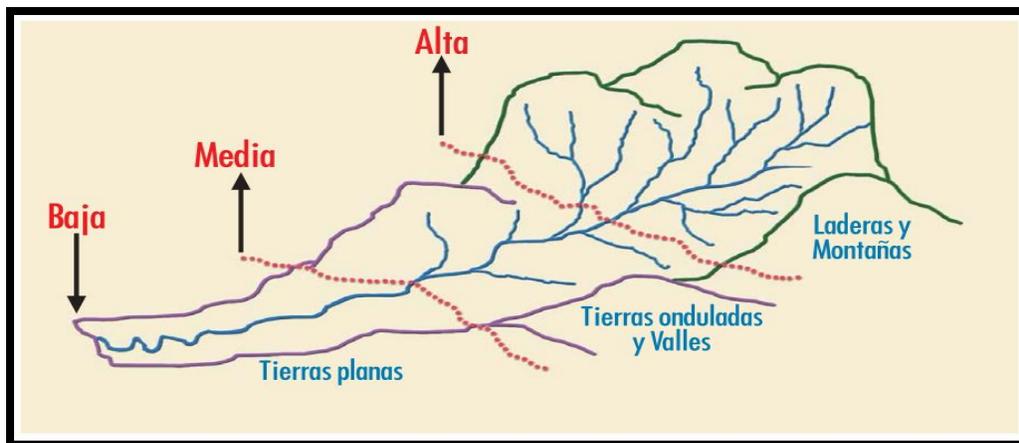


Figura 1.1. Partes de una Cuenca Hidrográfica. Fuente: Balci, (1989).

Otros autores han planteado que se entiende, a su vez, por cuenca hidrográfica a "...la región o unidad geográfica natural, drenada por uno o varios ríos y sus afluentes" (Jaquenod de Zsögön 2001:71). Odum (1999: 215) expresaba que "los ríos están entre los ecosistemas naturales más intensamente usados por el hombre...". Con esta referencia no se intenta asimilar el concepto de cuenca a un río. La cuenca hidrográfica es una unidad ambiental que contiene por supuesto al río pero es mucho más amplia, tal como se ha expresado anteriormente.

Estudios realizados plasman que una cuenca hidrográfica es la superficie terrestre drenada por un sistema fluvial continuo y bien definido, cuyas aguas vierten a otro sistema fluvial o a otros objetos de agua, con características geo sistémicas propias y con límites generalmente determinados por la divisoria principal según el relieve (González, 2007), estas ocupan el espacio del territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, que conforman los sistemas hídricos en toda la tierra emergida del planeta, teniendo un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las profundidades del suelo y el entorno de esta línea divisoria. Estos subsistemas variarán de acuerdo al medio en el que esté ubicada la cuenca y el nivel de intervención del factor humano (Umaña, 2002).

En este trabajo se resalta el concepto de cuenca de García y Gutiérrez, (2007); que dibuja en que la cuenca hidrográfica se encuentran los recursos naturales, la infraestructura que el hombre ha creado; allí el hombre desarrolla sus actividades económicas y sociales generando diferentes efectos favorables y no favorables para el bienestar humano. No existe ningún punto de la tierra que no pertenezca a una cuenca hidrográfica. En otras palabras, es un área geográfica cuyas aguas superficiales vierten a una red hidrográfica común, constituyéndose a su vez un cause mayor que puede desembocar en un río principal, lago, y/o directamente al mar.

Es importante señalar que la cuenca hidrológica en un área fundamentalmente importante de manejar, debido a que el uso del suelo, los ciclos climáticos, la cobertura vegetal, los tipos de rocas y suelos, la demanda por agua y el impacto que causa el hombre trabajan conjuntamente para modificar la calidad y la cantidad de agua que drena a través de esta. El manejo de la cuenca es el conjunto de esfuerzos tendientes a identificar y aplicar opciones técnicas, socioeconómicas y legales, que establecen una solución al problema causado por el deterioro y mal uso de los recursos naturales renovables, así como de las cuencas hidrográficas, para lograr un mejor desarrollo de la sociedad humana insertada en ellas y de la calidad de vida de la población (Musiake, 2002).

Generalmente se analiza una cuenca cuando existe una preocupación por la estabilidad ecológica de ésta. Cada cuenca es diferente, por lo tanto cada análisis de cuenca debe

ser enfocado de una manera diferente. Uno de los problemas que se presentan en la actualidad en las cuencas hidrográficas es que las comunidades que viven en ella explotan el agua sin conocer el funcionamiento de ese sistema hidrológico ni su balance hídrico, lo que muchas veces trae como consecuencia un desequilibrio hidrológico severo que pueden causar la falta de disponibilidad de este recurso.

En estas cuencas toda el agua de lluvia drena cuesta abajo hasta una sola masa de agua, por ejemplo un arroyo, un río, lago o humedal. Una cuenca saludable protege el abastecimiento de agua, alimenta los bosques, las plantas y la vida silvestre, mantiene el suelo fértil y respalda la autosuficiencia de las comunidades. Los cambios grandes y repentinos que ocurren cuando se cortan los árboles, se eliminan los matorrales, se vacían desechos y se construyen caminos, casas y represas pueden dañar las cuencas y sus recursos de agua, alterando la capacidad de los terrenos para sostener comunidades saludables, lo que puede dar lugar a problemas de salud, hambre y migración. Si se planifican debidamente para los cambios de flujos del agua a través de las cuencas y el desarrollo y utilización que se dará al agua y a los terrenos se podrán evitar problemas futuros (Figueroa, 2003).

El MIZC toma en cuenta las características físicas y biológicas de los distintos ecosistemas y los procesos que la gobiernan, así como su desarrollo socioeconómico. En términos de superficie territorial el MIZC es toda la franja que se extiende hasta el parte-agua de la cuenca hidrográfica influyente en el medio marino, y en el mar hasta el límite de la Zona Económica Exclusiva (ZEE). La ZEE está comprendida dentro del mar territorial del país, donde se desarrollan diferentes actividades económicas.

En el manejo integrado de cuencas hidrográficas y zonas costeras, en Cuba, se establecen las bases (marco institucional, legal, mecanismos y procedimientos e interrelaciones, entre otros), requeridos para lograr el uso sostenible, el planeamiento y manejo adecuado de los recursos terrestres, costeros y marinos, a través de la participación de los Gobiernos Territoriales y locales, y las comunidades, con el apoyo estatal requerido.

Este último se expresa en la práctica mediante la gestión directa de los organismos estatales involucrados en el tema, los cuales fueron oportunamente identificados en las

secciones precedentes. Entre los principales componentes del manejo integrado se encuentran: la gestión ambiental, el ordenamiento territorial, el monitoreo ambiental y la investigación científica. Hoy en día, se reconoce que no es posible llevar a cabo un correcto manejo de la zona costera sin incluir sus relaciones con la cuenca hidrográfica a que pertenece (Delgado, 2015).

Los sectores socioeconómicos que interactúan en la “cuenca” y la “zona costera” son variados, donde no siempre repercuten, favorablemente o desfavorablemente con la misma intensidad, lo que depende de las características de ambos elementos y de las actividades que se desarrollan en esos territorios. Los sectores de más estrecha relación, en el caso de Cuba, son los siguientes: (Del Rio, 2013)

- Recursos Hidráulicos
- Recursos Forestales
- Agricultura
- Grado de Urbanización y las Actividades Sociales y Productivas de la Comunidad
- Desarrollo Industrial
- Turismo
- Pesca
- Actividades Marítimas y Portuarias

Cuba, ha logrado avances en el manejo de las cuencas hidrográficas y la zona costera en los últimos años, a partir de la creación del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas (CNCH), pero aún quedan aspectos a considerar para lograr una mayor integralidad entre ambos elementos.

En este acápite se abordó sobre los principales problemas ambientales que afectan a las cuencas hidrográficas donde su esencia fundamental radica en el daño que se produce en la calidad de las aguas en las zonas costeras. Por lo que se hace necesario analizar la calidad de las aguas y los focos contaminantes que vierten a esta.

1.3 La calidad de las aguas y los focos contaminantes en el MIZC

La calidad del agua se relaciona con la naturaleza de ésta y con la concentración de impurezas que contenga. Las impurezas presentes en el agua son las que le proporcionan sus características.

Por lo tanto, la calidad del agua según Del Río (2013) se define según sus características, que son físicas, químicas y biológicas.

Tales características se determinan mediante los siguientes procedimientos:

- a) examen físico;
- b) análisis químico;
- c) examen bacteriológico, y
- d) examen microscópico.

El agua pura, en sentido estricto, no existe en la naturaleza debido a que es un excelente solvente.

Cuando el agua cae en forma de lluvia, las gotas disuelven los gases de la atmósfera (gas carbónico, oxígeno, etcétera) y transportan el polvo de la tierra.

Cuando el agua arrastra el gas carbónico que existe en la atmósfera, se acidifica y se incrementan aún más sus propiedades solventes. Al llegar a la Tierra, una parte de dicha agua corre sobre la superficie, otra se infiltra en el terreno y otra se evapora. El agua que corre sobre la superficie disuelve, en mayor o menor medida —según el tiempo de contacto y el grado de solubilidad—, las sales presentes en los minerales que encuentra a su paso.

Es importante puntar que estas calidades de agua; además de referirse a sus características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua, es una medida a la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito. El concepto en calidad general se refiere a la suma de la aptitud para los distintos usos, de manera que una determinada cantidad de agua, tiene más o mejor calidad cuantos más usos permite.

Las poblaciones cercanas a ríos, quebradas, esteros y canales de riego descargan directamente en ellos, lo cual genera focos de contaminación generalizada limitando su propio uso para riego, consumo doméstico y bañismo de la población. La contaminación se puede definir como una adición, por parte del hombre, de materiales o energía calorífica en cantidades que causan alteraciones indeseables del agua, aire o suelo. Estos materiales son llamado contaminante (Macías – Díaz, 2010).

Se entiende por foco contaminante al lugar en el cual se encuentra concentrado objetos o productos de desechos, la cual propagara o en su defecto ejercerá una notable influencia en todos los seres o agentes que lo rodean (Del Rio, 2013).

Se puede apreciar que globalmente, el océano es tan grande que es improbable que la introducción de contaminantes generados por las actividades humanas puedan resultar demasiado perjudiciales para su funcionamiento. Esta ha sido la causa desde tiempos remotos, el hombre deposito todos sus desechos en las corrientes fluviales para que luego fueran trasladados hacia el mar. Pero si bien el océano es muy grande y tiene un enorme poder de dilución y mezcla, la zona costera, próxima a las fuentes donde se origina la contaminación, y con mucha menor superficie y volumen que el océano, puede verse seriamente afectada por la creciente actividad humana.

Debido a la naturaleza de las fuentes y las rutas de transporte, la mayoría de estas fuentes contaminantes entran al medio marino a partir de fuentes terrestres, los cuales son liberados cerca de la costa donde son reciclados y atrapados. Algunos de estos contaminantes son transportados por la atmósfera o aquellos que se producen por diferentes actividades marítimas como el transporte y la pesca, liberados directamente o a través de accidentes. Claramente que el mayor impacto de la contaminación se produce en zonas próximas a las costas; 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).

El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) ha actualizado su lista de Focos Contaminantes e identificó un total de 14 mil 426 fuentes contaminantes de diferentes

orígenes en el país para septiembre del 2018, de acuerdo con declaraciones del ingeniero Emilio Cosme Suarez (2018).

En su intervención, el especialista cubano ha reconocido además que a nivel nacional 3 mil 115 focos afectan directamente la calidad de las aguas terrestres en las diferentes cuencas hidrográficas (**ver Figura 1.2**)



Figura 1.2. Distribución de los focos contaminantes. Fuente: INRH, (2018).

Las comunidades del planeta cada día se preocupan más por su ambiente, la contaminación del mar plantea un reto científico, mientras que para los tomadores de decisiones constituye un compromiso para realizar acciones de solución o mitigación.

El funcionario advirtió que hay provincias cubanas cuyas redes de acueducto y alcantarillado son de más de 100 años, lo cual complejiza el trabajo. Además, señaló como principales razones de la contaminación de los ríos las indisciplinas sociales y la carencia de recursos por problemas de financiamiento, lo cual “provoca una situación complicada”.

La provincia Granma, donde se encuentra la muy afectada cuenca del río Cauto, y Santiago de Cuba con su importantísima bahía, son las dos provincias que mayor cantidad de focos contaminantes presentan, los que pueden llegar a la cifra de 616 por provincia.

“La prioridad es atender aquellos focos contaminantes que están directamente vinculados a fuentes de abasto de agua a la población”, informó Cosme.

En ese sentido, el INRH ha decidido trabajar en apenas unos 340 focos que están en la zona de protección sanitaria N°1 (a unos 50 metros de las fuentes de abasto para humanos). Es ahí donde han decidido colocar sus recursos, cubriendo apenas el 2,3% de los casos contaminantes identificado (**ver Figura 1.3**)



Figura 1.3 Provincias con inversiones para solucionar los focos contaminantes identificados. Fuente: INRH, (2018).

En entrevistas realizadas a los principales dirigentes del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, plantean que durante los últimos años el INRH trabaja con más de 400 millones de pesos para los Programas de Reducción de Pérdida de Agua, Rehabilitación de Redes Hidráulicas y la Reducción de Focos Contaminantes. Planteaban sobre la importancia de abogar por la necesidad de promover una mayor cultura relacionada con la conciencia ambiental y la percepción de riesgos de los problemas asociados a los efectos de la contaminación de las aguas. Es importante incentivar alternativas dirigidas a la reutilización de las aguas en el fin de aprovecharlas en actividades no vinculadas a la producción de alimentos o al consumo de la población. Además de accionar sobre las fuentes contaminantes atañe a todos los organismos e instituciones estatales y no es un asunto que solamente compete a Recursos Hidráulicos y al Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).

Personas dedicadas al estudio del tema de contaminación marina del Grupo de Expertos para los Aspectos Científicos de la Contaminación Marina, los contaminantes de origen terrestre que plantean mayores amenazas al ambiente marino son las aguas albañales, los compuestos orgánicos sintéticos y el exceso de nutrientes. En cualquier caso, somos los seres humanos con nuestro creciente nivel de actividades y de consumo y no pocas veces con un proceder negligente quienes descuidamos o menospreciamos la atención y la protección de la naturaleza que nos rodea. Pocos refugios quedan hoy en el planeta que no hayan sido modificados y de manera definitiva marcados por la huella ecológica del hombre. En una isla como Cuba rodeada por un mar poco profundo en la mayor parte de su territorio; cuidar este mar no solo representa cuidar el futuro sino también, por qué no, cuidar a Cuba (Baisre, 2017).

1.4. Marco Jurídico en el estudio de la calidad de las aguas

Las leyes y las instituciones proporcionan el marco de trabajo por el cual las sociedades organizan las interacciones entre su gente y sus instituciones gubernamentales y no gubernamentales. Es esencial analizar este sistema de relaciones de manera completa. Las leyes ambientales evolucionan y no siempre guardan consistencia entre ellas. Cada cierto tiempo las cortes y los legisladores se toman el trabajo de rectificar las inconsistencias a través de estatutos y enmiendas.

En la 1ª Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, en Río de Janeiro en 1992, los mandatarios reunidos allí plantearon los graves problemas ambientales en que se enfrentaba el Planeta y el compromiso de los Estados para la protección del medio ambiente, donde la comunidad internacional adoptó un enfoque de manejo integrado y se comprometió tanto a una ordenación integral y sostenible de las zonas costeras como a promover prácticas para controlar y reducir las aguas terrestres.

Años más tardes, en la Conferencia Global de Océanos y Costas para Rio+10 (París, Diciembre 2001), reconoció la dependencia de la salud de los océanos y sus costas al manejo apropiado de las cuencas hidrográficas (IOC, 2001). Adicionalmente, el Consejo Económico y Social de Naciones Unidas, en su examen del programa 21, recomendó “adoptar el concepto de cuenca hidrográfica, incorporando la conservación de la

biodiversidad y el uso sostenible de otros recursos como: suelos, bosques, humedales, montañas, y aplicar principios de Manejo integrado del agua a través de todo el sistema de recursos acuáticos para proporcionar una eficiente y equitativa asignación del agua una armonización con los sistemas de administración del agua” (Naciones Unidas–CDS, 2001).

En sentido similar, dentro de su formulación de acciones, la Plataforma de Acción de Rio de Janeiro hacia Johannesburgo 2002 (Rio de Janeiro, Brasil 23–24 octubre 2001), manifestó la necesidad de “promover una gestión integral de cuencas con una visión ecosistemita...” (PNUMA/ORPALC/CEPAL, 2001), además el manejo del agua fue identificado como un punto clave en la Conferencia Internacional sobre el Agua: Bonn, 2001 (Bonn 3–7 diciembre 2001). Esta conferencia resaltó, en sus recomendaciones para la acción que, en la asignación del recurso agua, se debe reflejar las relaciones entre el agua superficial y subterránea y entre las aguas interiores y las aguas costeras, incluyendo el crecimiento del suelo urbano, del manejo de los suelos, la necesidad de mantener la integridad de los ecosistemas y la degradación medioambiental (Gobierno Federal de Alemania, 2001).

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada en septiembre de 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, establece una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de los 193 Estados Miembros que la suscribieron y será la guía de referencia para el trabajo de la institución en pos de esta visión durante los próximos 15 años.

En su punto número 6 dicha Agenda proclama la importancia de un agua libre de impurezas y accesible para todos en el mundo en el que queremos vivir. Hay suficiente agua dulce en el Planeta para lograr este sueño. Los escasos recursos hídricos, la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado influyen negativamente en la seguridad alimentaria, las opciones de medios de subsistencia y las oportunidades de educación para las familias pobres en todo el mundo. La sequía afecta a algunos países más pobres del mundo, recrudece el hambre y la desnutrición.

En marzo de este año, se celebró en Managua, Nicaragua la VII Cumbre de la Asociación de Estados del Caribe (AEC) bajo el lema “Uniendo esfuerzos en el Caribe para enfrentar las consecuencias del cambio Climático”. Donde se discutieron varios temas preocupantes ya que nuestra región figura entre las más vulnerables, por estar localizada dentro de la franja de huracanes y tener numerosos Estados insulares y zonas costeras bajas. Y, lugar donde nuestro Presidente de los consejos de Estados y de Ministros Miguel M. Díaz-Canel Bermúdez, abogó por la solidaridad, unidad y cooperación entre los miembros de la AEC. Donde reiteró la importancia del trabajo en la concentración y cooperación en cuanto al cambio climático y la reducción del riesgo de desastres.

En Cuba existen políticas ambientales coherentes, y en marcha acelerada de implementación, como la Estrategia Nacional Ambiental y la Ley 81 “Del Medio Ambiente”. La Estrategia Ambiental Nacional tiene como objetivos indicar las vías idóneas para preservar y desarrollar los logros ambientales alcanzados por la Revolución, superar los errores e insuficiencias detectadas e identificar los principales problemas del medio ambiente en el país, que requieren de una mayor atención en las condiciones actuales, sentando las bases para un trabajo más efectivo, en aras de alcanzar las metas de un desarrollo económico y social sostenible.

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. (CITMA, 2004)

En la Figura 1.4 se pueden observar un resumen de los momentos relevantes en la expresión y voluntad del Estado cubano en pos de la protección de medio ambiente.

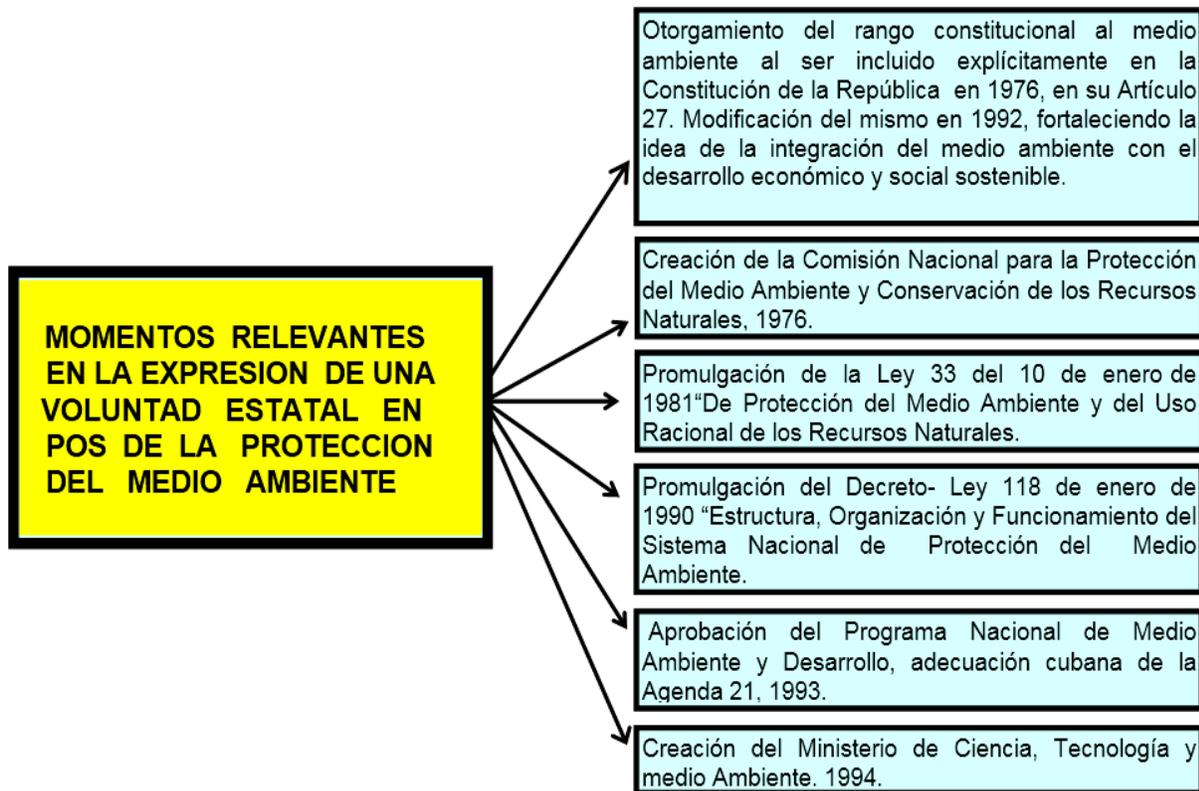


Figura 1.4. Momentos relevantes del Estado en pos del Medio Ambiente. Fuente: CITMA, (2014).

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente junto al Ministerio de la Industria Pesquera (MIP), son los Ministerios encargados de la ordenación integrada y desarrollo sostenible de las zonas costeras, incluida la evaluación del impacto ambiental de las actividades que afectan las zonas costeras y las zonas marinas. Además estos Ministerios y el Ministerio de Transporte (MITRANS) son los encargados de la protección del medio marino de los efectos de actividades terrestres y actividades marítimas (por ejemplo, eliminación de aguas residuales, desechos agrícolas y efluentes industriales, derrames de petróleo, etc.) (González, 2006).

El Decreto Ley 212/2000 denominado "Gestión de la Zona Costera", establece las disposiciones para la delimitación, la protección y el uso sostenible de la zona costera y su zona de protección. En el capítulo II, artículo 8, inciso e), se detalla la autoridad y responsabilidad en la aprobación, dirección y control de los planes de manejo integrado de la zona costera así como de su implementación. Es importante destacar que dicho decreto no establece relación con el manejo integrado de las cuencas hidrográficas,

siendo hasta la fecha una limitante para desarrollar acciones a favor del fortalecimiento en la integración entre el manejo de zonas costeras y cuencas hidrográficas, con particular atención dirigida a consolidar los diagnósticos integrales ambientales y sus planes de acción.

La legislación ambiental cubana en relación con el tema que se aborda contempla otro conjunto de leyes y decretos del sistema jurídico nacional, donde se destacan:

- ✓ La Ley 85/98 o “Ley Forestal.”
- ✓ Decreto-Ley 138/93 “De las Aguas Terrestres.”
- ✓ Decreto-Ley 201/99 “Del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.”
- ✓ Decreto-Ley 164 “Reglamento de Pesca”.
- ✓ Decreto-Ley 200 “De las Contravenciones en materia de Medio Ambiente.”
- ✓ Decreto 179 Protección, Uso y Conservación de los Suelos y sus Contravenciones.
- ✓ Decreto 268. Contravenciones de las Regulaciones Forestales.
- ✓ Resolución 34/96 del CITMA. Normas para la Evaluación y Aprobación de Propuestas de Ejecución de Expediciones, Investigaciones y Visitas de Carácter Científico-Técnico e Interés Ambiental.
- ✓ Resolución 87/96 del CITMA. Reglamento para el Cumplimiento de los Compromisos Contraídos por la República de Cuba en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre.
- ✓ Resolución 111/96 del CITMA. Regulaciones sobre la Diversidad Biológica.
- ✓ NC 521. Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y marina.
- ✓ Resolución Conjunta 1/99 CITMA-MINTUR-MIP. Sobre turismo de naturaleza.
- ✓ Resolución 77/99. Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.

En la actual Constitución de la República de Cuba, también se habla acerca de los Capítulos II y Capítulo IV, en los Derechos y Deberes de los ciudadanos a disfrutar de un medio ambiente sano, y de un agua no contaminada; y los deberes como ciudadanos de proteger, cuidar y educar sobre la importancia del medio que nos rodea. Es importante destacar la creación de la Tarea Vida, Plan de Estado para el cambio climático sustentado sobre una base científica multidisciplinaria, que da prioridad a 73 de los 168 municipios cubanos, 63 de ellos en zonas costeras y otros 10 en el interior

del territorio. Aprobada por en abril de 2017 por el Consejo de Ministros y constituye una prioridad para la política ambientalista del país.

Una de las principales acciones estratégicas de este proyecto es el de:

1. No permitir la construcción de nuevas viviendas en los asentamientos costeros amenazados que se pronostica su desaparición por inundación permanente y los más vulnerables. Reducir la densidad demográfica en las zonas costeras.
2. Desarrollar concepciones constructivas en la infraestructura, adaptadas a las inundaciones costeras para las zonas bajas.

Y, entre las tareas más importantes:

1. Identificar y acometer acciones y proyectos (a) de adaptación al cambio climático, de carácter integral y progresivos, necesarios para reducir la vulnerabilidad existente en las 15 zonas identificadas como priorizadas; considerando en el orden de actuación a la población amenazada, su seguridad física y alimentaria y el desarrollo del turismo.
 - (a). Protección costera de las ciudades, relocalización de asentamientos humanos, recuperación integral de playas, manglares y otros ecosistemas naturales protectores, obras hidráulicas y de ingeniería costera, entre otras.
2. Asegurar la disponibilidad y uso eficiente del agua como parte del enfrentamiento a la sequía, a partir de la aplicación de tecnologías para el ahorro y la satisfacción de las demandas locales. Elevar la infraestructura hidráulica y su mantenimiento, así como la introducción de acciones para la medición de la eficiencia y productividad del agua.
3. Mantener e introducir en los planes de ordenamiento territorial y urbano los resultados científicos del Macro proyecto sobre peligros y vulnerabilidad de la zona costera (2050-2100); así como los Estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo en el ciclo de reducción de desastres. Emplear esta información como alerta temprana para la toma de decisiones.

4. Fortalecer los sistemas de monitoreo, vigilancia y alerta temprana para evaluar sistemáticamente el estado y calidad de la zona costera, el agua, la sequía, el bosque y la salud humana, animal y vegetal.

Aun cuando se ha avanzado en la nación, se continua implementando la aplicación del marco legal en materia ambiental vigente en el país, a favor de una mejor gestión e integración en el manejo de las cuencas hidrográficas y las áreas costeras, donde es necesario fortalecer el Sistema de Inspección Ambiental Estatal y garantizar la participación ciudadana.

1.5 Métodos de estudios realizados

Entre los estudios aplicados en función del manejo integrado a la calidad de las aguas esta la matriz de Leopold, un método cualitativo de evaluación de impacto ambiental creado en 1971. Se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en entorno natural. El sistema consiste en una matriz de información donde las columnas representan varias actividades que se hacen durante el proyecto y en las filas se representan varios factores ambientales que son considerados.

Además de ser una metodología de bajo costo de aplicación, que incluye comparaciones entre distintas matrices elaboradas para diferentes alternativas en proyectos que impliquen afectación ambiental. Pero, como toda metodología tiene sus desventajas en las que se pueden señalar, la imparcialidad en la definición de los impactos, así como en la asignación de magnitud e importancia, ya que el investigador hace las asignaciones según su criterio. En nuestra investigación aplicaremos esta matriz para llegar a resultados satisfactorios ya que es aplicable para todo tipo de proyecto.

Se puede decir que desde su creación en 1971, ha sido usada en evaluaciones de impacto ambiental, la cual ha sufrido algunas modificaciones, entre las que se destaca el incremento de números de factores a considerar. Un ejemplo de la aplicación de la matriz de Leopold fue la realizada en las marismas de Serbia en 2015. Las marismas son ecosistemas muy frágiles y altamente amenazados por actividades humanas. En

este estudio se evaluaron impactos relacionados con la construcción urbana y la agricultura (Kicošev V, y B Panjković, 2015).

Otro caso es en México, donde no hay métodos de evaluación oficiales, pero se sugiere aplicar la matriz de Leopold. Por ejemplo, en este país ha sido aplicada para evaluar impactos en proyectos de acuicultura.

En Cuba, se puede citar la investigación de González, (2006) en la zona norte de la Bahía de Guantánamo, existen conflictos en el uso sostenible y protección de los recursos (agua costera), y mediante la matriz antes descrita se pueden identificar los problemas ambientales en el deterioro de las aguas dulces, aguas costeras, del ecosistema manglar por deforestación, además del deterioro por modificaciones del uso de suelo, lo que trae consigo afectaciones a la salud y seguridad social y afectan los ecosistemas costeros-marinos, el sistema económico y la calidad ambiental.

Asimismo se realizan Entrevistas con el objetivo de conocer la opinión sobre los problemas ambientales que existen en la zona y el grado de afectación, que estos están proporcionando.

La utilización de laboratorios para el control de la calidad es de suma importancia, ya que sus tareas fundamentales son las de normar, regular, supervisar y fiscalizar la prestación de los servicios del agua. Mediante sus equipos poder llegar a un resultado con una base de datos.

La provincia de Santiago de Cuba cuenta con un Laboratorio dirigido directamente desde la capital cubana, donde le prestan servicios a unidades como el CITMA, Salud Pública y principalmente a Recursos Hidráulicos. Donde se hacen análisis y ensayos para luego saber el tipo de tratamiento que hay que darle a las aguas además de su comportamiento, todos estos análisis se rigen por la NC: 812 donde expresa los valores de los resultados, y las normas de las fuentes que debe dar las aguas sin tratamiento.

En un laboratorio se requieren de equipos, materiales e instrumental para llevar a cabo labores de investigación, pruebas y resultados de análisis. El muestreo de agua es de vital importancia e imprescindible para obtener datos concernientes a sus

características físicas, químicas y biológicas. Por lo que el muestreo, no es más que la actividad de recolección de una pequeña porción del total de agua que representa el carácter y calidad de la masa volumétrica de la cual se toma.

A continuación, vamos a demostrar algunos los equipos utilizados en el laboratorio para los ensayos y análisis a la calidad de las aguas (ver Figura 1.5).

- A) El Autoclave para la demanda química de oxígeno, va a aumentar la temperatura a una presión específica. Por ejemplo, aumenta la temperatura a compresión, en estos casos se aprovecha para hacer una oxidación a flujo cerrado porque lo hace cerradamente, y esa oxidación se hace para obtener dicha demanda (ver Figura 1.5 A).
- B) El Oxímetro es un electro que mide la concentración de oxígeno disuelto en el agua. No usa reactivos. Es simplemente, calibrar el equipo con una solución estándar o certificada y luego se mide luego en el agua (ver Figura 1.5 B).
- C) Incubadora Refrigerada es un equipo para mantener una temperatura estable. En todos los casos se realiza para la demanda bioquímica de oxígeno porque es un análisis que debe hacerse a 20 grados. Incubarse la muestra por 5 días a esa temperatura (ver Figura 1.5 C).
- D) La Balanza Analítica como su nombre lo dice es una balanza para medir peso; analítica porque da cuatro lugares después de la coma (0.0001g) (ver Figura 1.5 D).
- E) Conductímetro Metro un equipo que se utiliza para la conductividad eléctrica, el cual para su determinación no va a utilizar ningún reactivo; los reactivos son soluciones certificadas por laboratorios del extranjero que están certificados con valores específicos de conductividad eléctrica (se calibra el equipo con esa solución, por ejemplo, conductividad 14.13microcinc/cm, compruebas que el equipo te esté dando el valor que debe ser y entonces procedes a medir la muestra). Para este caso utiliza dos electrodos los cuales están unidos uno de referencia y otro medir, aparte tiene uno para medir la temperatura. El reactivo es cloruro de potasio que viene con un valor exacto de conductividad eléctrica (ver Figura 1.5 E).

- F) Conductividad E.PH Metro al igual que la Figura 9, tiene un electrodo de referencia que están incluido los dos en uno y la temperatura. Tiene soluciones en PH4 y PH7 que están certificados y luego calibras el equipo y se procede a medir el PH. Son soluciones bufas que son las soluciones que tienen un PH exacto en el momento determinado. Agitador magnético, porque para determinar el PH debe de estar en agitación la muestra (ver Figura 1.5 F).
- G) Espectrofotómetro Shimadzu UV1800 es un equipo que mide el por ciento de tramitancia a través de una solución coloreada, se calibra en la Oficina Territorial de Normalización (OTN) los que tienen reactivos especiales para calibrarlo, luego que este calibrado se mide el por ciento de tramitancia ante una reacción química que produce un color en dependencia de la concentración del elemento que se esté determinando(son de diferentes colores dependiendo de los iones como nitrato, nitrito, fosfato, hierro, manganeso y otras), luego por un análisis de regresión lineal, por ciento de longitud de onda/ concentración de unos patrones obtienes la concentración del elemento que quieras determinar (ver Figura 1.5 G).



A) Autoclave



B). Oxímetro.



C) Incubadora Refrigerada



D) Balanza Analítica



E) Conductímetro



F) Conductividad E: PH



G) Espectrofotómetro Shimadzu

Figura 1.5. Equipos de Laboratorio para el análisis de la calidad de las aguas. Fuente: Tomadas por el autor.

Estos equipos en el trabajo de laboratorio son importantes, ya que la labor que se hace en estos lugares es sumamente importante, y por lo tanto se deben de tener resultados fiables.

CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA

Este Capítulo aborda la metodología de trabajo a utilizar, mediante la caracterización de la zona de estudio de la cuenca Yarayó y las características del río de igual nombre, las socioeconómicas de la zona, la situación epidemiológica presente en la zona y los principales focos contaminantes de la cuenca para el análisis de las principales contaminaciones de Yarayó.

2.1 Metodología de Trabajo

En la bibliografía consultada se han encontrado varias metodologías para la confección de un programa de Manejo Integrado de Zonas Costeras, de estas se pueden mencionar las más abarcadoras en cuanto a la temática y que han servido de bases para el desarrollo de este trabajo estas metodologías son las realizadas por: PNUMA, 1996 y GESAMP, 1996.

En este trabajo se toman las base de las metodologías de Manejo Integrado y se adaptan teniendo en cuenta la problemática existente, los objetivos planteados en la investigación, tanto general como específica, y se confecciona una metodología de trabajo (ver **Figura 2.1**).

En esta metodología elaborada por el autor, se basa en los asientos de la investigación, y la secuencia de trabajo realizada para llegar a resultados satisfactorios. La base de datos de la zona así como su caracterización y los estudios de procesos y fenómenos para igualmente delimitar la zona de manejo y solucionar la problemática y los objetivos de la investigación. Herramientas a utilizar como las entrevistas y la matriz de Leopold son pilares fundamentales para la identificación de los principales problemas ambientales. Y, así culminar con una propuesta de elementos de manejo integrado para mitigar el objetivo planteado en la investigación.

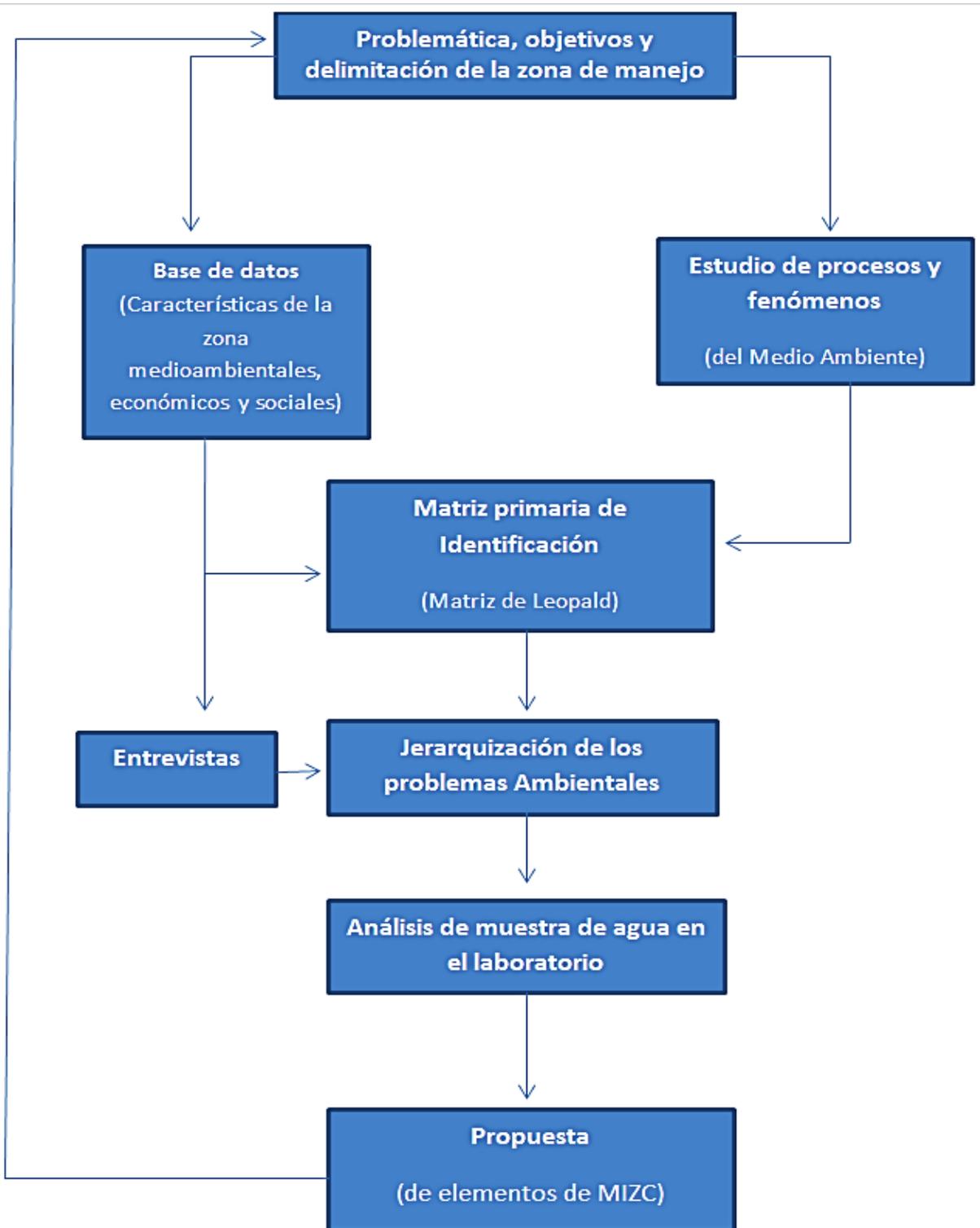


Figura 2.1. Esquema de la metodología de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

2.2 Caracterización de la zona de estudio

Se realiza la caracterización de la cuenca Yarayó quedando el área de manejo según sus límites por el parte aguas de la cuenca, donde se siguió el itinerario tomando como referencia los puntos ubicados en la misma.

2.2.1 Características del río Yarayó

El río Yarayó nace en las inmediaciones de la ciudad en las cercanías de la Villa Olímpica en los 20°02'18" latitud Norte y los 75°48'28" longitud Oeste, a 15,0 m de altitud (ver Tabla 2.1). Es de poco caudal y corta longitud, constituía los límites Norte y Sur de la ciudad a finales del siglo XIX. En la actualidad se encuentra canalizado desde la Avenida Las Américas hasta la calzada de Antúnez y la avenida Patria al lado de donde estuvo situado el Matadero "Cuqui Boch".

Tabla 2.1 Datos de la cuenca hidrográfica Yarayó y del río. Fuente: Durand, (2019).

Coordenadas de cierre	Área de la cuenca (Km ²)	Área que ocupa en la ciudad	% del área total	Hm	Longitud del río (Km)	W (Hm ³)	Tc (min)
N: 153.100 E: 603.600	14	13,5	96	28	6,4	4,14	143

Hm – Altura Media de la Cuenca

W – Volumen de Escurrimiento

Tc – Tiempo de Concentración

Desemboca en la bahía en los 20°51'36" latitud Norte y los 75°50'35" longitud Oeste, al Noroeste de la ciudad en la zona 1 del puerto Guillermon Moncada. Tiene una longitud de 7,0 Km. y corre en dirección Este-Suroeste. Su corriente es permanente.

Atraviesa una parte importante de la ciudad. Por su posición físico geográfica dentro de la ciudad es utilizado como un drenaje natural su canal principal funciona en la práctica como un alcantarillado combinado (es decir que evacua escurrimiento superficial y albañales). Descarga los muy agresivos residuales de las industrias de bebidas y licores, cercanas, así como, de otras industrias de la Zona Industrial Oeste compacta e industrias a lo largo de la Avenida Patria (ver Figura 2.3), aporta el 56% del agua dulce,

con el 90 % de la materia orgánica y una buena proporción de hidrocarburos, metales pesados y nutrientes y que constituyen la principal fuente contaminante (Del Rio, 2015).

En su curso medio bajo se conectan los drenajes pluviales de San Pedrito, La Risueña, José Martí Norte y Sur y Santa Elena, además recibe las descargas de colectores de los repartos Los Olmos, Sueño, Plaza de la Revolución y Quintero, el río desemboca en el extremo noreste de la bahía de Santiago de Cuba (Del Rio, 2015)



Figura 2.2 Consejos Populares que conectan los drenajes pluviales al río Yarayó. Fuente: Foto Satelital.

2.3 Características físicas de la Cuenca Yarayó

Los ecosistemas terrestres presentes en la Cuenca Hidrográfica Yarayó (ver figura 2.3) se encuentran conformados por características físico-geográficas típicas, combinándose elementos, atributos y relaciones pertenecientes a fenómenos naturales, que ejercen gran influencia en la zona entiéndase geológico, climáticos, hidrológicos.

2.3.1 Suelo

Los suelos de acuerdo a su localización en las diferentes zonas geográficas de la cuenca Yarayó se encuentran sometidos a limitaciones tales como hidrometría, acumulación de sales, rocosidad, pendientes y erosión. Teniendo en cuenta que estas influyen negativamente en los suelos; los mismos se categorizan como medianamente productivos (BIOECO, 2003).

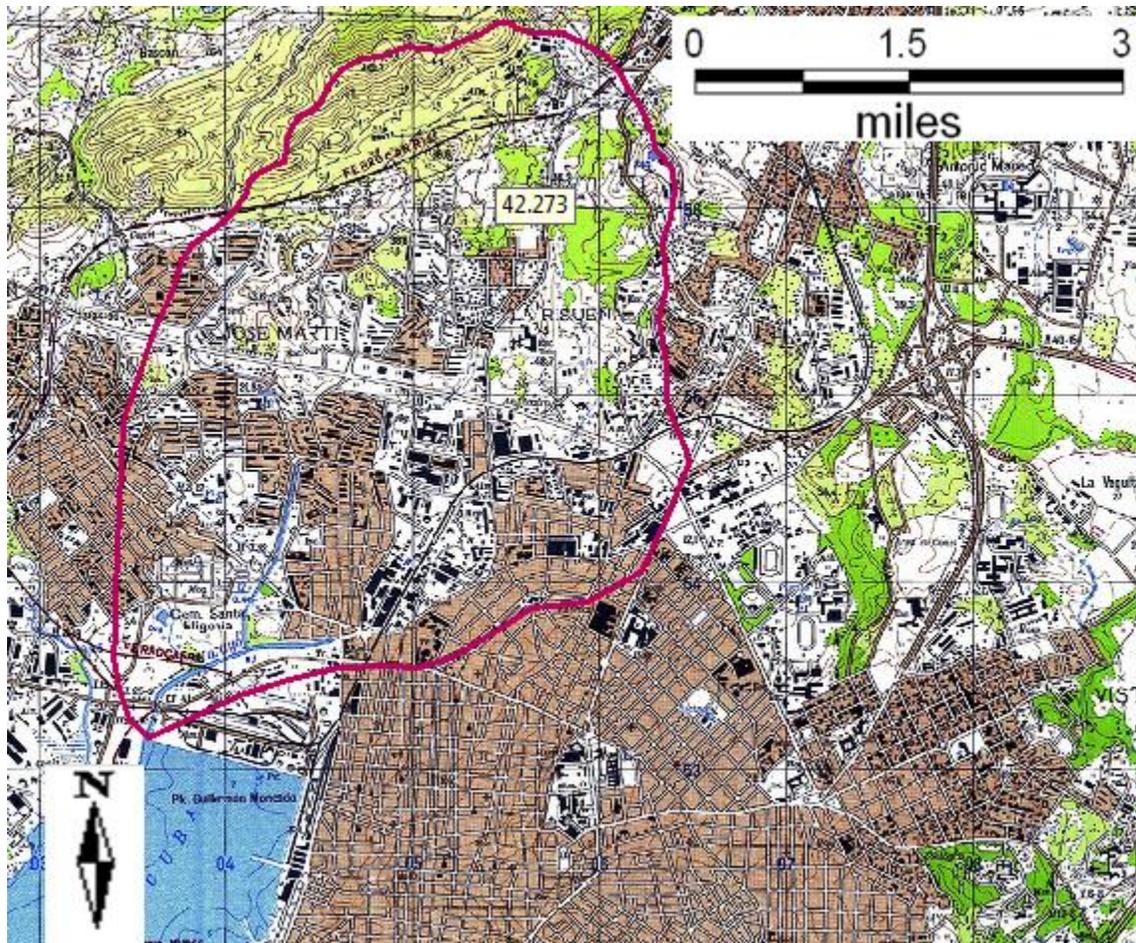


Figura 2.3 Cuenca Yarayó. Fuente: Elaboración propia.

2.3.2 Clima

Climatológicamente se reconocen dos estaciones o períodos, uno que va desde noviembre a abril, denominado poco lluvioso, donde las variaciones del tiempo y el clima se hacen más notables, con cambios bruscos en el tiempo diario, asociados al paso de sistemas frontales, a la influencia anticiclónica de origen continental y de centros de bajas presiones extra tropicales. En el período de mayo a octubre, denominado lluvioso, por el contrario, se presentan pocas variaciones en el tiempo, con la influencia más o menos marcada del Anticiclón del Atlántico Norte. Los cambios más importantes se vinculan con la presencia de disturbios en la circulación tropical (ondas del este y ciclones tropicales) (Montoya, 2012).

En sentido general podemos señalar que el territorio se caracteriza por presentar un clima con predominio de condiciones tropicales marítimas (Köppen), estacionalmente húmedo y como factores determinantes en la formación del clima se identifican la recepción de altos valores de radiación solar durante todo el año, la marcada influencia de las características físico-geográficas y las particularidades de la circulación atmosférica (Montoya, 2012).

2.3.3 Temperatura Media

El régimen de temperaturas en la ciudad se caracteriza por alcanzar un valor medio anual de 26,1°C para los años estudiados (2010-2012) tuvo un comportamiento por meses de 22.9°C y 29.5°C por meses con un promedio por años entre 25.4°C y 27.0°C (Montoya, A. 2012).

2.3.4 Humedad Relativa

La humedad relativa, debe su comportamiento a las características específicas del territorio, al régimen de precipitaciones, así como a la influencia marítima, por lo cual se puede decir esta variable climática es alta durante todo el año fundamentalmente en el período lluvioso (Montoya, 2012).

2.4 Características Socioeconómicas

2.4.1 Poblaciones

La población de esta zona de la ciudad asentada en la cuenca hidrográfica Yarayó se encuentra vinculada a todas las actividades económico sociales que se desarrollan en el área y constituye la fuente de mano de obra fundamental para el desarrollo de todas las actividades productivas y de servicios que se desarrollan en la misma y por tanto es un protagonista fundamental en el escenario de los grupos que interactúan con los recursos presentes en la zona en estudio. El crecimiento demográfico y su concentración en la zona de las últimas décadas han repercutido significativamente en los cambios que se producen en el ambiente costero.

El área de estudio se encuentra dividida en dos distritos que contienen 8 Consejos Populares, incluidos comunidades costeras de la bahía (DMPF, 2012).

Distrito No 1: “José Martí”

Consejo Popular José Martí Norte: Se caracteriza por ser una zona donde existe gran densidad poblacional, la mayor parte reside en edificios multifamiliares Gran Panel Soviético de cinco niveles y uno de fabricado con el sistema constructivo IMS Yugoslavo de 18 niveles, tiene varios organismos estatales de interés como: Universidad de Oriente, Instituto Politécnico Pepito Tey, la Sala Polivalente Alejandro Urgellés y la Unidad Provincial del Registro de Vehículos (PNR).

Consejo Popular José Martí Sur: Se caracteriza por ser otra zona densamente poblada, donde la mayoría de la población reside en edificios multifamiliares construidos con sistema constructivo Gran Panel Soviético.

Consejo Popular Los Olmos: Se caracteriza por presentar viviendas de diferentes tipologías donde se concentran numerosas familias, presentando también un edificio multifamiliar de 18 niveles.

2.4.2 Situación Epidemiológica

Las enfermedades de tipo epidemiológico más frecuentes son las Enfermedades Respiratorias Agudas y Enfermedades diarreicas agudas, presentes en todos los asentamientos en mayor o menor medida. En las enfermedades Respiratorias Agudas el grupo de edad, más afectado es el de menores de un año. Al analizar la relación que guardan algunas enfermedades infecciosas, con el estado de la calidad del medio ambiente, de acuerdo con la afectación al agua y el aire, coinciden con las mayores tasas de morbilidad de Enfermedades Respiratorias Agudas, Enfermedades Diarreicas Agudas y Hepatitis, influenciados por focos de contaminación agresivos a la salud del hombre como las instalaciones.

2.5 Fuentes de contaminación directas e indirectas al río Yarayó

El río Yarayó aporta el 56% del agua dulce, con el 90% de la materia orgánica según Chabalina y Beltrán (2001) y una buena proporción de hidrocarburos, metales pesados y nutrientes y que constituyen la principal fuente contaminante de la misma, lo que se manifiesta en la zona aledaña a su desembocadura en donde conjuntamente con la zona portuaria, se presentan los peores índices de calidad ambiental. Existen afectaciones sanitarias en algunas zonas de baño. El lóbulo interior es el más contaminado, con una mejoría gradual hacia la boca de la bahía (ver Anexo 1).

Entre las principales fuentes industriales se mencionan (Chabalina; Beltrán 2001):

- Matadero “Cuqui Bosch”. En esta instalación se sacrifica el ganado vacuno y porcino, produciendo residuales orgánicos y gran cantidad de residuos sólidos. Se propuso su reubicación geográfica, la cual fue ejecutada (ver Anexo 2)
- “Corporación Cuba Ron S. A”. Esta empresa pertenece al MINAL y queda ubicada en la calle Peralejo no. 103, aunque dos de sus dependencias radican en Avenida Patria.
- Empresa de Cervezas “Hatuey”. La Empresa Cervecería Hatuey Santiago de Cuba, pertenece al Ministerio de la Industria Alimentaria (MINAL), que se ubica en Carretera Bacardí # 36. Esta empresa presenta un área aproximada de 750 m², y dentro de su actividad fundamental se encuentra la de producir cervezas y maltas, con una salida de 15 385 cajas por día. Para ello, son empleadas como materias primas 21,6 t/día de malta, y 21,6 t/día de azúcar, entre otros productos.

Esta cuenca, es una de las más complejas por la presencia de múltiples y variadas fuentes de contaminación: Hospital Provincial, Materno Sur, Infantil Sur, incluyendo los Consejos Populares de la zona (ver Anexo 3)

1. Zona de cultivos de hortalizas en el área de Quinteros Alto y Bajo.
2. Presencia de talleres automotores y servicentros.

Según la revisión bibliográfica hecha, se puede concluir en este capítulo que las aguas

del río Yarayó inciden contaminantes orgánicos, que son compuestos cuya estructura química está formada por elementos químicos carbono (C), hidrogeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N), estos contaminantes se encuentran disueltos o dispersos en el agua de la bahía y provienen de las aguas residuales. Las proteínas, procedentes de excretas humanas o de desechos de productos alimentarios, son biodegradables, bastantes inestables y causantes de malos olores. Los aceites y grasas, altamente estables, inmiscibles con el agua proceden de los desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades (Fernández y Rodríguez y García y Santana-Gómez *et al* 2015).



Capítulo 3

CAPÍTULO 3. ELEMENTOS DE MANEJO INTEGRADO

El Capítulo presenta los principales focos contaminantes y sus características en el río Yarayó presentados por el autor. Donde se recorre sus afectaciones y los organismos que están presentes. Finalizando con un conjunto de Elementos de Manejo Integrado para la calidad de las aguas del Yarayó sobre la base de los planes de Manejo Integrado de Zonas Costeras, cumpliendo los principales objetivos de la tesis.

3.1 Identificación de los problemas ambientales

La inadecuada explotación y racionalización de los recursos costeros, así como la influencia de los procesos y fenómenos de origen natural, que pueden ocurrir o ser ocasionados, tanto en la cuenca tributaria como en la zona costera, originan problemas ambientales que degradan y afectan al medio ambiente, limitando el desarrollo sostenible de la zona.

3.1.1 Levantamiento de la situación ambiental en la zona. Identificación de los focos contaminantes domésticos e industriales

Es importante conocer los problemas de la zona relacionados con focos contaminantes y las causas que los originan para tomar las medidas adecuadas para radicarlos, ya sea que se estén manifestando en una zona costera o no, se hace imprescindible el estudio de la influencia de los fenómenos y procesos tanto naturales como antrópicos sobre los componentes del medio ambiente.

En la identificación de los problemas ambientales se realizó un recorrido por la zona de estudio para así conocer los principales focos contaminantes que vierten directamente al río Yarayó y sus particularidades, donde se observó una gran masa de pobladores y una alta actividad de talleres de vehículos y otras fábricas e industrias. Referente al río se encuentra canalizado, no es hasta la calle Antúnez y la Ave. Patria (al lado del antiguo matadero Cuqui Boch) donde se pueden ver sus aguas mostrando una fuerte contaminación, con una coloración gris, con un fuerte olor muy desagradable, en el cual son arrojados basuras por las indisciplinas sociales, ocasionando molestias a los habitantes de sus alrededores tanto por los olores como por enfermedades virales y parasitaria, y afectando la fallada de la zona (ver figura 3.1)



Figura 3.1. Situación de la desembocadura del río Yarayó durante el levantamiento. Fuente: Fotos tomadas por el autor.

3.1.2 Entrevista

Con el objetivo de conocer la valoración de la comunidad sobre las afectaciones de las aguas del río Yarayó se realizaron un total de 5 entrevistas a habitantes de las áreas de la desembocadura del río, el modelo se puede observar (ver Anexo 4). Se abordaron los siguientes indicadores:

1. Nivel de afectación de las aguas del río Yarayó a la población de la comunidad.
2. Influencia de las Instituciones competentes para el tratamiento del agua contaminada que afecta el medio ambiente.
3. Nivel de conocimiento de los habitantes del área del nivel de contaminación de las aguas del río Yarayó.
4. Modo de actuación de los habitantes ante la contaminación.

La contaminación de las aguas terrestres y marinas se presenta como resultado de la evacuación de las aguas domésticas e industriales hacia el río y posteriormente a la

bahía. Comentado acerca de la entrevista, según los entrevistados antes de ser canalizado el río corría por gravedad por toda la Avenida Yarayó (actualmente Ave. Patria) arrastrando todas las aguas albañales de uso doméstico e industrial. Y, al llegar a su desembocadura corría libremente, pero debido a que su canal era estrecho ocasionaba inundaciones por tupiciones, donde se veían severamente afectadas las viviendas de sus alrededores. Luego al construir la Avenida Patria se amplió y se dragó para evitar estas problemáticas de inundación. Pero el río sigue en las mismas pésimas condiciones afectando la Bahía de Santiago de Cuba.

Es necesario profundizar en el conocimiento de la ecología terrestre del lugar para proponer proyectos de áreas exteriores y paisajismo ambientalmente sustentables y compatibles con la protección de la biodiversidad. Lograr la racionalidad funcional, estética y ambiental de las soluciones urbanísticas, de redes exteriores (viales, agua, alcantarillado, drenaje y electricidad), áreas exteriores y paisajismo. Diseñar soluciones idóneas de tratamiento y disposición final de residuales líquidos y sólidos. Realizar estudios para la reutilización de los residuales sólidos resultantes de la recuperación del agua tecnológica en las producciones

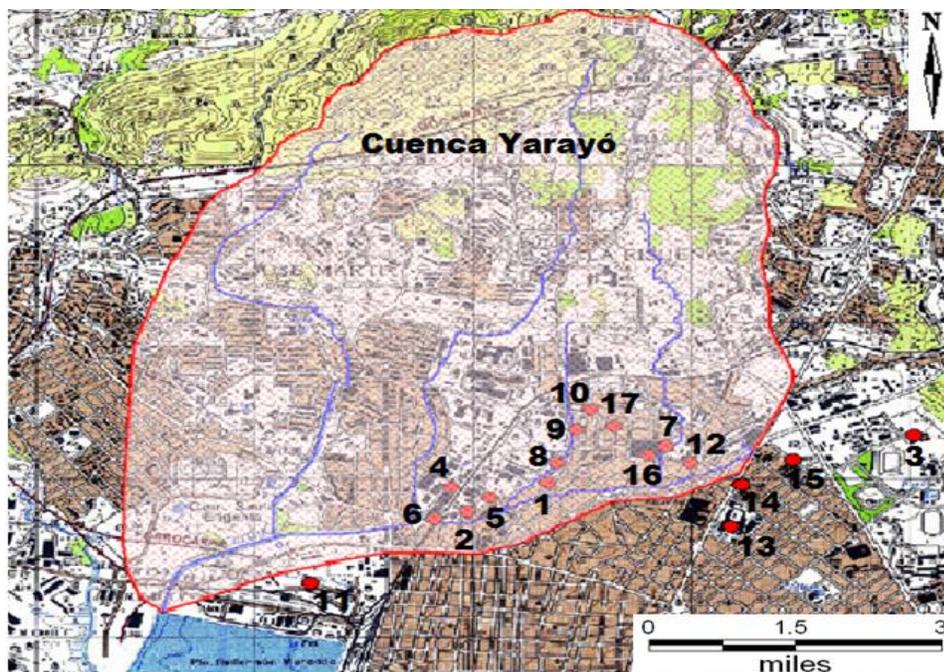
3.2 Focos contaminantes al río Yarayó

Durante del recorrido hecho por la cuenca se declaran las principales fuentes de contaminación directa identificadas por el autor en la cuenca Yarayó que tributa a la cuenca hidrográfica de la bahía de Santiago de Cuba, pertenecen a los organismos que se muestran en la Tabla 3.1. En la figura 3.2, se puede observar la ubicación geográfica de cada foco contaminante que vierten directa e indirectamente a la cuenca hidrográfica de Yarayó.

Tabla 3.1. Fuentes Contaminantes de la Cuenca Yarayó. Fuente: Elaboración propia.

Números	Fuentes	Organismos
1	Taller de Transporte de Servicios Comunes	PP
2	Base de Transporte "Cervecería Hatuey"	MINAL
3	Taller de Transporte de Salud Pública Provincial	MINSAP
4	Cuba Ron	MINAL
5	Ronera Santiago de Cuba, añejamiento y tonelería	MINAL
6	Cervecería Hatuey	MINAL
7	Taller Motorcentro Oriente	MINTRANS
8	Taller Combinado "Relámpago"	MINTRANS
9	Fábrica de refresco "La Argentina"	MINAL
10	Fábrica de Pastas y Caramelos	MINAL
11	Talleres del Ferrocarril	MITRANS
12	Taller de Equipos No Médicos	MINSAP
13	Hospital Provincial	MINSAP
14	Hospital Materno Sur	MINSAP
15	Hospital Infantil Sur	MINSAP
16	Poligonera Recapadora	MINDUS
17	ASTRO	MINTRANS

Figura 3.2 Ubicación de los focos contaminantes. Fuente: Elaborada por el autor.



La tabla 3.1 muestra los focos contaminantes, donde ya no se encuentran algunos y otros han sido modificados declarados anteriormente (del Río, 2013), como por ejemplo, fueron desplazados por la construcción del Hotel 5 Estrellas Plus (Base de Ómnibus Urbanos Las Américas, Sucursal Transtur y CUBIZA).

3.3 Identificación y jerarquización de los problemas ambientales mediante la Matriz de Leopold

En la identificación de los problemas ambientales, en este acápite, se utilizará la Matriz de Leopold para estudios de evaluación de impactos ambientales modificada por el MSc. Ángel U. Barreda Trujillo, con el objetivo fundamental de determinar la incidencia de los fenómenos y procesos naturales o antrópicos sobre los elementos del medio ambiente y como lo hacen, para ir despejando los problemas con sus causas, hasta llegar al problema primario o fundamental para el estudio.

Al aplicar la Matriz de Leopold (la cual se puede observar en el Anexo 5), en la zona de estudio se pudieron precisar como los más afectados los siguientes componentes del medio ambiente:

1. Dentro del Sistema Geosistema
 - La calidad de las aguas dulces
 - La calidad de las aguas costeras
2. Dentro del Sistema Ecosistema
 - Especies marinas y terrestres en peligro de extinción
3. Dentro del Sistema Económico
 - Importancia económica de la zona costera
 - Uso del territorio
4. Dentro del Sistema Social
 - Salud y seguridad
 - Calidad de vida

Y los procesos y fenómenos naturales o antrópicos que más inciden en la zona costera estudiada resultan:

1. Deterioro de los Procesos y Fenómenos Naturales

- Sequia
 - Precipitaciones
 - Erosión
 - Sedimentación
2. Dentro de los Procesos y Acciones Antrópicos (Contaminación por vertimientos)
- Residuales líquidos industriales
 - Residuales líquidos comunales
 - Residuales sólidos comunales

Conocidos los problemas ambientales que están afectando la zona de estudio, se hace necesario establecer un orden de prioridad según la importancia y el impacto del problema, para ser tratado acorde a su grado de incidencia y así ir destinando los recursos y las fuerzas a los problemas más críticos. Se pudo conocer el orden jerárquico de los problemas ambientales, tanto de naturaleza positiva, como negativa, los cuales quedaron en el siguiente orden de prioridad:

Evaluación General del nivel de incidencia del fenómeno o proceso

1. Fenómenos y procesos naturales que tienen lugar en el medio ambiente
 - ✓ La erosión, con un orden de importancia de **(121)**.
 - ✓ La precipitación, con un orden de importancia de **(104)**.
 - ✓ La sequias, con un orden de importancia de **(103)**.
2. Procesos y acciones antrópicas que tienen lugar en el medio ambiente.
 - ✓ Transformación del territorio por construcción o desarrollo de: la Urbanización **(111)**.
 - ✓ Contaminación por vertimientos de:
 - Residuales sólidos; Comunales **(121)**.
 - Residuales líquidos; Comunales **(131)**, Industriales **(136)**.
 - Residuales gaseosos; Industriales **(114)**.

Evaluación General del estado del elemento medio ambiente

- ✓ Geomorfología
 - Relieve (Paisaje), con un orden de importancia de **(33)**.

- ✓ Litoral
 - Calidad de las aguas costeras, con un orden de importancia de **(37)**.
- ✓ Hidrología Superficial
 - Calidad de las aguas dulces, con un orden de importancia de **(48)**.
- ✓ Subsistema: Flora
 - Vegetación de agua dulce, con un orden de importancia de **(36)**.
- ✓ Sistema: Económico (Productivo y de Servicio)
 - Uso del territorio, con un orden de importancia de **(31)**.
 - Importancia económica del territorio, con un orden de importancia de **(33)**.
- ✓ Sistema: Social
 - Salud y Seguridad, con un orden de importancia de **(33)**.
 - Empleo, con un orden de importancia de **(31)**.
 - Nivel de vida, con un orden de importancia de **(35)**.
 - Calidad de vida, con un orden de importancia de **(42)**.

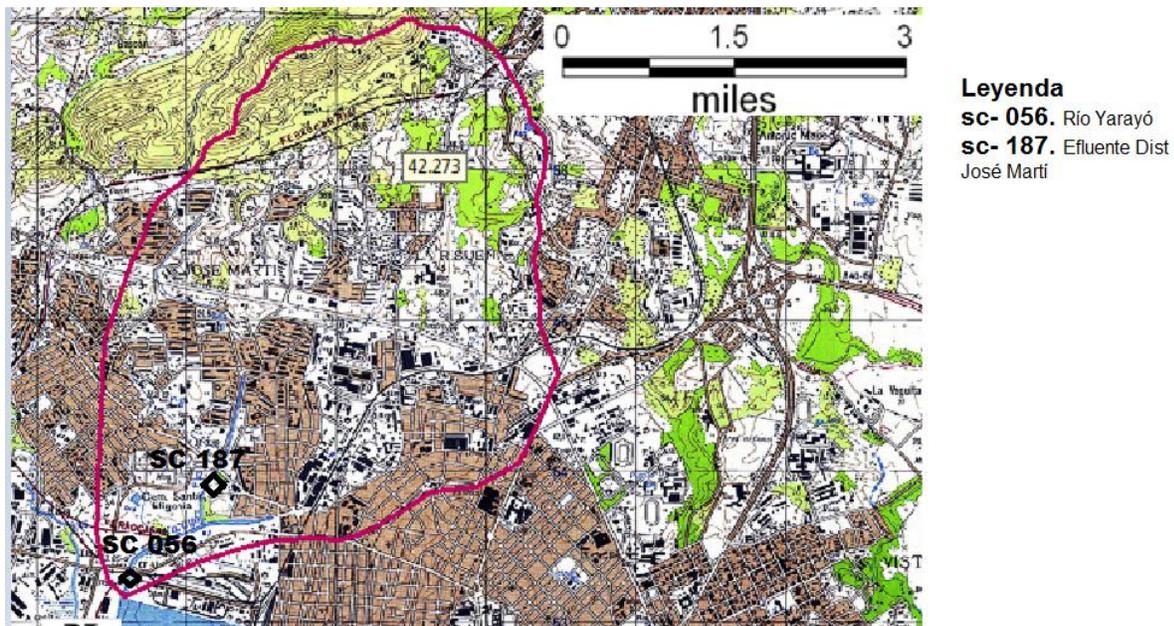
Como se puede observar del análisis de estos resultados, el problema es preocupante, lo que requiere de toda la atención en este trabajo, el relacionado con el deterioro de la calidad de las aguas dulces y costeras. Por lo que es necesario tomar medidas con estos problemas negativos, porque de seguir incrementándose pueden hacer descender grandemente los aspectos positivos, acelerando el deterioro del medio ambiente en la zona de manejo.

3.4 Estado de la calidad del agua del río Yarayó

Según los estudios realizados por la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico perteneciente al Instituto de Recursos Hidráulicos, en sus monitoreos ubicados en la figura 3.3 a través de la Red Card, se reflejan en el Anexo 6 los valores de los punto de Monitoreo de la calidad de las aguas, se comparan con la Norma Cubana de Abasto (NC 1021: 2014), demostrando los altos valoren en diferentes parámetros que no cumplen. Los valores correspondientes al oxígeno disuelto en ambas estaciones de muestreo se encuentran por debajo del límite mínimo. Clasificándose de calidad mala y según esta Norma requieren tratamiento convencional para ser empleadas. Las dos estaciones de monitoreo presentan altas contaminaciones albañales, y el NMP/100 ml de bacterias coliformes totales y fecales presentes en

ambas estaciones, las aguas de estos no están aptas para ser utilizadas como agua potable (NC 827-2010) ni para abasto a la población (NC 1021:2014), por poseer valores superiores al límite máximo permisible establecen por ambas Normas (2 NMP/100ml).

Figura 3.3. Ubicación de las estaciones de monitoreo. Fuente: Elaborada por el autor.



3.5 Necesidad de aplicar Elementos de Manejo Integrado en la zona

De todo lo expuesto en el acápite anterior, se deriva la necesidad de aplicar una política integradora a los problemas y conflictos, mediante la confección de Elementos de Manejo Integrado, donde se coordinen acciones de cooperación entre el gobierno y todos los sectores implicados, para dar de conjunto soluciones aceptables; pues por lo general cada uno por separado pretende buscar alternativas de solución bajo un enfoque unisectorial, que en vez de resolver los problemas, pueden agudizarlos.

Con la aplicación del Manejo Integrado en la calidad de las aguas en esta zona se verán beneficiados los ecosistemas costeros- marinos, porque se tomarán acciones para recuperar la flora y fauna bentónica y con esto el restablecimiento de la cadena alimenticia de muchas especies perteneciente a estos ecosistemas, además muchas especies pesqueras de importancia económica que habían desaparecido, retornarán y podrá aumentar económico pesca la producción pesquera, beneficiando el sector. Otro

sector favorecido será el social, un sector con fuertes tradiciones pesqueras ya que las aguas de este río son las mayores incidentes en la contaminación de la Bahía de Santiago de Cuba.

Establecer acciones de Manejo Integrado sobre el problema que está afectando a la calidad de las aguas, los sectores económicos más importantes como son la industrias, el sector social y la calidad ambiental, facilitarán el compromiso y participación local en el manejo y conservación de sus propios recursos, dado que están protegiendo sus intereses. Por otro lado, la posibilidad en explotar en forma racionar estos recursos y ecosistemas, promueve el crecimiento económico y la satisfacción social de la zona costera.

El alcance del trabajo estará enmarcado en los sectores económicos y social, en el restablecimiento de los ecosistemas costeros- marinos y en la calidad de las aguas dulces y de la zona costera.

3.7 Elementos de Manejo Integrado en la calidad de las aguas del río Yarayó

En ese acápite se proponen Elementos de Manejo Integrado a ejecutar en la cuenca hidrográfica Yarayó, los cuales establecen las principales tareas a desarrollar de acuerdo a los objetivos generales y específicos trazados en el trabajo, para lograr mitigar los principales problemas ambientales de la cuenca, las causas que también influyen en los problemas de manejo costero.

El primer elemento de manejo integrado es el vertimiento directo de residuales líquidos sin previo tratamiento.

OBJETIVO: Mejorar la calidad de las aguas de la cuenca.

ACCIONES ESPECÍFICAS

- Proponer la construcción de sistemas de tratamientos de residuales líquidos adecuados en las entidades que no lo poseen y construcción de sistema de depuración de albañales para los residuales de la población. **RESPONSABLES:** INRH, Dirección Provincial de Planificación Física y Entidades enclavadas en la cuenca.

- Realizar estudios de factibilidad económica y ambiental para la construcción de sistema de depuración de albañales. **RESPONSABLES:** INRH, CITMA y Entidades de la cuenca.
- Control sistemático del cumplimiento de las Normas de vertimientos de aguas residuales mediante inspecciones técnicas. **RESPONSABLES:** INRH, Grupo Regulatorio del CITMA.

El segundo elementos de manejo es el insuficiente sistema de Alcantarillado.

OBJETIVO: Disminuir la contaminación ambiental de las aguas del río.

ACCIONES ESPECÍFICAS

- Limpieza y mantenimiento de las alcantarillas que están vertiendo. **RESPONSABLES:** Acueducto y Alcantarillado, Salud Pública y Gobierno Local
- Realizar estudio para mejorar el sistema de forma que pueda asimilar que más usuarios se conecten a la red de alcantarillado. **RESPONSABLES:** INRH, Acueducto y Alcantarillado, CITMA y Entidades enclavadas en la cuenca.
- Efectuar el mantenimiento preventivo y correctivo de las trampas de grasas en los talleres de mantenimiento y reparación automotor en las empresas para evitar la acumulación de sustancias tóxicas y que lleguen al alcantarillado. **RESPONSABLES:** MITRANS
- Controlar el vertido de Diesel en el lavado de los equipos y piezas en los talleres automotores para eliminar como destino final el sistema de drenaje los cuerpos de agua ubicados en la cuenca. **RESPONSABLES:** MITRANS

El tercer elemento de manejo es insuficiente manejo y vertimiento de los desechos sólidos que afectan la calidad de las aguas del río.

OBJETIVOS: Disminuir la contaminación ambiental por desechos sólidos.

ACCIONES ESPECÍFICAS

- Desarrollar programa de capacitación y organización del sistema de recolección de residuales sólidos en las comunidades e instalaciones productivas y de servicios. **RESPONSABLES:** CITMA, UO -CEMZOC
- Disminuir los ciclos de recogida de desechos sólidos en la zona de desembocadura del río Yarayó. **RESPONSABLES:** Comunales y Gobierno Local.
- Realizar saneamiento ambiental, para lograr la eliminación de todos los desechos inorgánicos visibles, previa coordinación con servicios comunales. **RESPONSABLES:** Comunales, Presidente de Consejo Popular, Delegados Circunscripciones, FMC, CDR.
- Impartir conferencias, seminarios, propiciar debates, charla y otras acciones afines de brindar educación ambiental al personal de las entidades y tomadores de decisiones del área de estudio para ir creando una conciencia sobre los impactos negativos que se genera con el vertimiento de los desechos sólidos en las márgenes del río. **RESPONSABLES:** CITMA, BIOECO, UO y Especialistas de INRH
- Crear cultura del reciclaje en los comunitarios mediante talleres comunitarios y las escuelas. **RESPONSABLES:** CITMA, BIOECO y Movimiento de FORUM de Ciencia y Técnica



Conclusiones



CONCLUSIONES

El desarrollo de la presente investigación permitió caracterizar, demarcar, delimitar y jerarquizar la cuenca Yarayó. En correspondencia con los resultados obtenidos se consideran cumplidos el objetivo general y los específicos de la investigación y se arriba a las siguientes conclusiones generales.

1. Los Elementos de Manejo Integrado de Zonas Costeras es un proceso que abarca diferentes etapas y una vez iniciado debe mantenerse en el tiempo a través de la ejecución de nuevos ciclos de manejo. Involucra todos los sectores (económicos, sociales y de gobierno) que hacen usos directos o indirectos de la zona para lograr su desarrollo sostenible.
2. Las 17 fuentes contaminantes de la cuenca Yarayó que vierten al río Yarayó son generadoras de un gran número de contaminantes de alto poder tóxico
3. Los resultados obtenidos durante la matriz arrojan que las mayores afectaciones son:
 - Calidad de las aguas dulces y saladas.
 - Afectaciones en el ecosistema del río
 - Daño a la importancia económica de la zona, así como la fachada de la comunidad en la zona de desemboque del río.
 - Afectaciones en la calidad de salud y seguridad, y calidad de vida.
 - Deterioro de la zona por la erosión, sequías y sedimentación.



Recomendaciones



RECOMENDACIONES

- Establecer un monitoreo de la incidencia de los focos contaminantes y su vertimiento a las aguas del río Yarayó.
- Implementar los Elementos de Manejo Integrado que se proponen en este trabajo para el manejo de residuales que contaminan las aguas del río Yarayó propuesto en esta tesis.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arias Lafargue, Telvia. Caracterización de algunas de las principales fuentes contaminantes de la Bahía de Santiago de Cuba y sus Consecuencias al Medio Ambiente. Universidad de Oriente, 2008
2. Arias-Lafargue Telvia, Dr. Reyes-Yola Oscar. Caracterización ambiental del combinado industrial Hatuey. 2008.
3. Baisre, Julio A. Contaminación del océano y las zonas costeras. Radio cubana., 2017.
4. Balci, A.N.; SHENG, T.C. 1989. Manual de campo para el manejo de cuencas hidrográficas “medidas y prácticas para el tratamiento de pendientes”, Roma, FAO (Guía FAO Conservación 13/3).
5. Casanova, Matamoros Ariel. Estudios de los focos contaminantes en la calidad de las aguas de los ríos los Guaos y Gascón.
6. Cicin-Sain, B. y R.W. Knecht. 1998. Integrated coastal and ocean management. Concepts and practices. Island Press. Washington D.C. 517 pp, 1998.
7. Control de la contaminación en las bahías de La Habana y Santiago de Cuba. Informe técnico. 1988. Instituto Investigaciones del Transporte.
8. Chabalina Liuba y Beltrán González Jesús. Contaminación en Bahías y Zonas Costeras en Cuba y del Gran Caribe. Centro de Ingeniería y manejo Ambiental de Bahías y Costas, 2001.
9. Delgado Cobas, Leticia Plan de Manejo para la zona costera de Santiago de Cuba. Universidad De Oriente. Facultad de Ciencias Naturales. T-301. 12 pp. ISBN: 959-207-195-0. Santiago de Cuba, 2005.
10. Durand S., M. Teresa. Revista Voluntad Hidráulica, Habana, 2017. No-121/ ISSN 0505-9461
11. Figueroa, J.P. 2003. Manejo Integrado de Cuencas: El Imperativo Sustentable. Chile Riego N° 15, 26-34.
12. Gaceta Oficial de la República de Cuba: Decreto-Ley No. 212 Gestión de la Zona Costera, 2000, p.14.

13. González Trujillo, Mayelin 2006. " Elementos de manejo integrado en la zona norte de la Bahía de Guantánamo, situación calidad del agua costera"
14. Guerra, Ana María (2012). Comunicación Personal, Delegación Provincial de Recursos Hidráulicos, Santiago de Cuba. Disponible en:
<https://guardabosquescuba.org/2018/09/25cuba-posee-mas-de-14-mil-400-focos-contaminantes/>
Consultado el: 18 de abril de 2018
15. INRH (2018). Díaz Torres, Isabel. Cuba posee más de 14 mil 400 focos contaminantes.
16. Jumapam.gob.mx – Cultura del agua. Disponible en:
<http://jumapam.gob.mx/cultura-del-agua/distribución-de-agua-en-el-planeta/>
Consultado el: 10 de abril de 2018
17. Kicošev V, J Romelić, A Belić, I Marinić y B Panjković (2015). Assessment of the influence of anthropogenic factors on elements of the ecological network in Vojvodina (Serbia) using the Leopold matrix. Arch. Biol. Sci., Belgrade 67: 1209-1217. Evaluación de la influencia de los factores antropogénicos en elementos de la red ecológica en Vojvodina (Serbia) utilizando la matriz de Leopold.
18. Libro de texto de la asignatura Calidad de las Aguas.
19. Merten, G., J. Riquelme y A. Borges. 2002. Manejo de Microcuencas: La manera inteligente de conservar el suelo y las Aguas. Pp 137-157. In: Pérez C., Claudio. (Ed.) 2002 Manejo de Microcuencas y Prácticas Conservacionistas de Suelo y Agua. Chillán - Chile. Actas INIA N° 22. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 332 p.
20. Montoya, A. (2012) Informaciones del Centro Meteorológico Provincial de Santiago de Cuba.
21. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. NC 1021: 2014. Higiene Comunal. Fuentes de abastecimiento de agua. Calidad y protección Sanitaria. La Habana. Cuba. 2014
22. Patricia Moreno-Casasola y Elisa Pérez Barbosa Rojas. Manejo integrado de zonas costeras.

- 23.** Regadera Reinaldo, Gómez Yamiris, García Ernesto. Control de la Calidad Ambiental del ecosistema marino de la Bahía de Santiago de Cuba. 2007.
- 24.** Roddy Macías Párraga, Susana Díaz Aguirre. Estrategias generales para el control y prevención de la contaminación del agua superficial en la cuenca del Río Portoviejo.
- 25.** Sanz Pardo Annette, Montero Lora Katuska, Díaz Rodríguez Roberto. Utilización de la vinaza como alternativa para aliviar el efecto destructivo del vertimiento de desechos en la bahía de Santiago de Cuba, 2005



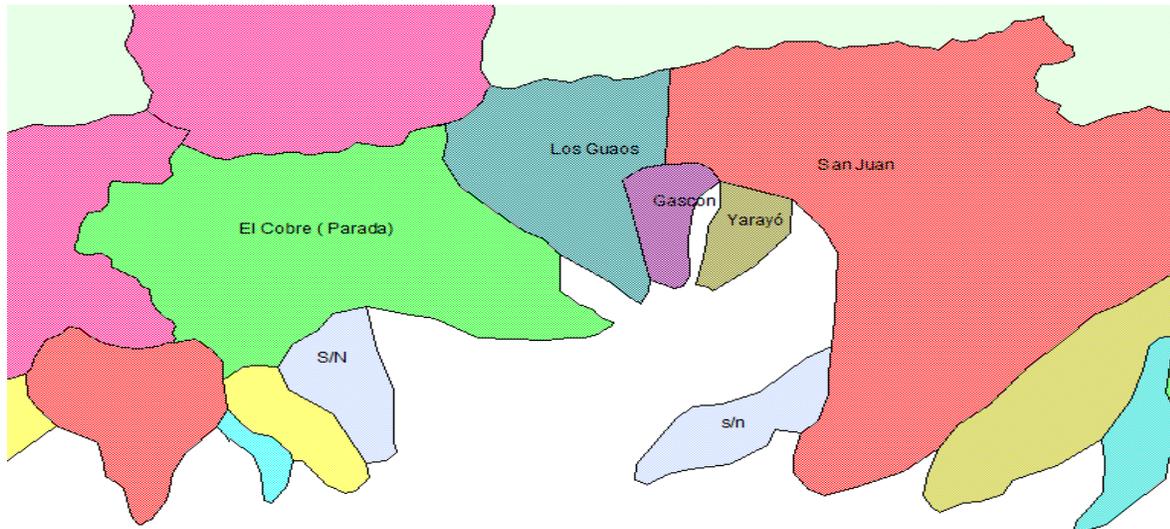
Anexos



Anexos

Anexo 1

Cuencas que tributan a la Bahía.



Fuente: Durand, 2013.

Fuentes contaminantes que descargan a las subcuencas de la cuenca de la Bahía Santiago de Cuba.

Fuentes Contaminantes



Fuente: Del Río, 2013.

Anexo 2

Área donde estuvo ubicado el Matadero “Cuqui Boch”.



Fuente: Fotos tomadas por el autor.

Anexo 3

Las principales fuentes de contaminación indirectas identificadas en las cuencas que tributan a la cuenca hidrográfica de la bahía de Santiago de Cuba, pertenecientes a los organismos que se muestran en la siguiente tabla (del Río, 2013).

Fuente	Organismo	Punto de Vertimiento
Base de Transporte de Servicios Comunales	PP	Río Yarayo
Base de Ómnibus Urbanos Las Américas	PP	
Sucursal Transtur	MINTUR	
CUBIZA	MICONS	
Base de Transporte Cervecería Hatuey	MINAL	
Taller de Transporte Salud Pública Provincial	MINSAP	
CUBARON	MINAL	
Empresa de Pienso	MINAL	
Cervecería Hatuey	MINAL	
Taller Ebro	PP	
Taller Relámpago	PP	
Fabrica de Refresco La Argentina	MINAL	
ASTRO	MITRANS	
Taller de transporte de Suministro Agropecuario	MINAGRI	
Fabrica de Pastas y Caramelo	MINAL	
Talleres del Ferrocarril	MITRANS	

Anexo 4

Entrevista a habitantes de la comunidad.

Objetivo: Conocer la valoración de la comunidad sobre las afectaciones de las aguas del río Yarayó en el área de la desembocadura del río.

Estimado Compañero (a): Estamos realizando una investigación referente a la valoración de la contaminación de las aguas del río Yarayó y quisiéramos conocer sus criterios y valoraciones al respecto, lo cual nos será muy valioso.

(Gracias por su colaboración).

Datos Generales

- **Nombre y Apellidos:** -----
- **Tiempo de habitar en el área:** -----

Preguntas

1. ¿Cómo evalúa el nivel de afectación de las aguas del río Yarayó que contamina el medio ambiente?

Bien ----- Regular ----- Mal ----- **¿Por qué?**

2. ¿Conoce cuales instituciones del Gobierno inciden en el tratamiento de las aguas contaminadas del río Yarayó?
 - a) Si ----- No -----
 - b) Ponga ejemplos -----

Marque algunas de las que crea que inciden.

- CITMA ----- - PP -----
- Recursos Hidráulicos -----
- Servicios Comunales -----
- Proyectos Comunitarios de Medio Ambiente -----
- Otros -----

3. ¿Cómo evalúa usted el nivel de conocimiento que posee los habitantes de la comunidad en cuanto a la contaminación de las aguas del río Yarayó para la salud humana?

Bien ----- Regular----- Mal -----

Conoce ----- No tiene Dominio -----

4. ¿Cuáles son las principales indisciplinas sociales que comete la población del área que influye en la contaminación de las aguas del río Yarayó?

- Arrojar basuras y desechos
- Verter residuales domésticos e industriales
- Deforestación de los árboles de la comunidad
- Vertederos para escombros
- Otros.

Anexo 6

Control de la calidad de las aguas mediante el monitoreo por la Red Card.

Año 2014

Control de la calidad de las aguas mediante el monitoreo por la Red Card				
Estación de Monitoreo 1				
" Río Yarayó "	Caraterísticas	UNIDAD	Valor	Norma
	DBO	mg/L	25	4
	DQO	mg/L	80	
	C.T	NMP/100mL	130	250
	C.T.T	NMP/100mL	210	50
	C.L	mg/L	82	250
	pH	UNIDAD	7,56	6,50 - 8,5
	Turb	mg/L	14,3	10
	C.E	uS/ cm 25°	922	
	K		10	100
	S.S.T		655	1000
Estación de Monitoreo 2				
" Efluente Canal Distrito J. Martí"	Caraterísticas	UNIDAD	Valor	Norma
	DBO	mg/L	50	4
	DQO	mg/L	160	
	C.T	NMP/100mL	230	250
	C.T.T	NMP/100mL	130	50
	C.L	mg/L	68	250
	pH	UNIDAD	7,48	6,50 - 8,5
	Turb	mg/L	562	10
	C.E	uS/ cm 25°	731	
<p>* Los espacios en blanco son la Características que no se monitorearon ese año. * Los espacios en blanco en la Norma son los que no se miden para calidad de agua.</p>				
Autor: Yoan Felipe Avila Guerrero				

Año 2015

Estación de Monitoreo 1				
" Río Yarayó "	Caraterística	UNIDAD	Valor	Norma
	DBO	mg/L		4
	DQO	mg/L		
	C.T	NMP/100mL		250
	C.T.T	NMP/100mL		50
	C.L	mg/L	1188	250
	pH	UNIDAD	7,06	6,50 - 8,5
	Turb	mg/L	31,2	10
	C.E	uS/ cm 25°		
Estación de Monitoreo 2				
" Efluente Canal Distrito J. Martí"	Caraterística	UNIDAD	Valor	Norma
	DBO	mg/L	30	4
	DQO	mg/L	96	
	C.T	NMP/100mL	17	250
	C.T.T	NMP/100mL	< 2	50
	C.L	mg/L	92	250
	pH	UNIDAD	8,24	6,50 - 8,5
	Turb	mg/L	32,3	10
	C.E	uS/ cm 25°		

Año 2016

Estación de Monitoreo 1				
" Río Yarayó "				
Caraterística	UNIDAD	Valor	Norma	
DBO	mg/L	46	4	
DQO	mg/L	144		
C.T	NMP/100mL	3,6	250	
C.T.T	NMP/100mL	1,8	50	
C.L	mg/L		250	
pH	UNIDAD	8,05	6,50 - 8,5	
Turb	mg/L		10	
C.E	uS/ cm 25°	7990		
Estación de Monitoreo 2				
" Efluente Canal Distrito J. Martí "				
Caraterística	UNIDAD	Valor	Norma	
DBO	mg/L	35	4	
DQO	mg/L	112		
C.T	NMP/100mL	8,2	250	
C.T.T	NMP/100mL	2	50	
C.L	mg/L		250	
pH	UNIDAD	7,96	6,50 - 8,5	
Turb	mg/L		10	
C.E	uS/ cm 25°	1358		

Año 2017

Estación de Monitoreo 1				
" Río Yarayó "				
Caraterística	UNIDAD	Valor	Norma	
DBO	mg/L	15	4	
DQO	mg/L	50		
C.T	NMP/100mL	47	250	
C.T.T	NMP/100mL	40	50	
C.L	mg/L		250	
pH	UNIDAD	7,91	6,50 - 8,5	
Turb	mg/L		10	
C.E	uS/ cm 25°	11620		
SST	mg/L	6287	1000	
Estación de Monitoreo 2				
" Efluente Canal Distrito J. Martí "				
Caraterística	UNIDAD	Valor	Norma	
DBO	mg/L	23	4	
DQO	mg/L	72		
C.T	NMP/100mL	700	250	
C.T.T	NMP/100mL	490	50	
C.L	mg/L		250	
pH	UNIDAD	8,22	6,50 - 8,5	
Turb	mg/L		10	
C.E	uS/ cm 25°			
SST	mg/L	1100	1000	

Año 2018-2019

Estación de Monitoreo 1

" Río Yarayó"	Caraterística	UNIDAD	Valor	Norma
	DBO	mg/L	14	4
	DQO	mg/L	45	
	C.T	NMP/100mL	16000	250
	C.T.T	NMP/100mL	9200	50
	C.L	mg/L		250
	pH	UNIDAD	7,93	6,50 - 8,5
	Turb	mg/L		10
	C.E	uS/ cm 25°	5844	

Estación de Monitoreo 2

" Efluente Canal Distrito J. Mart"	Caraterística	UNIDAD	Valor	Norma
	DBO	mg/L	25	4
	DQO	mg/L	78	
	C.T	NMP/100mL	3500	250
	C.T.T	NMP/100mL	2200	50
	C.L	mg/L		250
	pH	UNIDAD	8,15	6,50 - 8,5
	Turb	mg/L		10
	C.E	uS/ cm 25°	1587	

 Parámetros que no cumplen con la NC 1021: 2014