



ANALISIS DE LAS POSIBLES CAUSAS DE CONTAMINACIÓN EN LA BAHÍA DE CARTAGENA - COLOMBIA

En el marco del Curso internacional o diplomado titulado:

GESTIÓN AMBIENTAL

Celebrado en la ciudad de *Cajicá* entre el 29 de 01 del año 2022

Presentado por:

DIANA LISET PEÑA MORA

Universidad Militar Nueva Granada
Facultad de Ingeniería Campus Nueva Granada
Programa Académico de Ingeniería Civil
Cajicá, Colombia

ANALISIS DE LAS POSIBLES CAUSAS DE CONTAMINACIÓN EN LA BAHÍA DE CARTAGENA - COLOMBIA

DIANA LISET PEÑA MORA

Ensayo científico-académico para obtener el título de:
Ingeniería Civil

Línea de Investigación:
Gestión Ambiental

Universidad Militar Nueva Granada
Facultad de Ingeniería Campus Nueva Granada
Programa Académico de Ingeniería Civil
Cajicá, Colombia

PARTE I: INTRODUCCION

En el transcurso de la evolución del ser humano, se fueron desarrollando estructuras como presas, alcantarillado y sistemas de riego para cultivos, también métodos de supervivencia como la pesca, esto ha producido grandes consecuencias en el medio ambiente, generando una preocupación para la tierra y para la humanidad que dependemos del mar y océano, ya que estos nos aportan una gran cantidad de beneficios y servicios, que nos ayudan en el diario vivir, una de las características más importantes de los océanos es que actúan como reguladores del clima y productores de oxígeno, esenciales en nuestras actividades humanas.

A nivel global la contaminación marítima se ha ido extendiendo con el transcurrir del tiempo, esto se debe a que más del 70% de la contaminación que se encuentra en el mar provienen de las actividades humanas que surgen en la superficie terrestre según (ESCOBAR, 2002), además también se evidencia una fuerte migración de las poblaciones a las ciudades costeras, generando un incremento en los desechos domésticos que van directamente al mar ocasionando daños ambientales en los ecosistemas. El crecimiento económico y los intereses humanos están generando impactos ambientales irreversibles en los océanos, debido a que sus contaminaciones son de toda índole como, los fertilizantes químicos que se usan en los cultivos, detergentes, aguas residuales, plásticos y el crecimiento de las industrias petroleras generando más de 500.000 Tn de vertimientos cifra dada por (CABRERA, 2017), así mismo las islas de basura que se encuentran por diferentes partes del mundo. Lo expuesto anteriormente evidencia la preocupación que ha ido aumentando cada vez más al pasar de los años sobre el calentamiento global y el daño hacia los mares y océanos dado que esto afecta directamente a los ecosistemas, debido a que el 97% de toda el agua con la que contamos en el planeta, pertenece al océano, con el aumento de la contaminación en los últimos años produjo la acidificación de los océanos que ha ido en aumento, colocando en riesgo el cambio climático mundial, provocando así la migración de especies y con ello la mezcla de biodiversidad en el planeta, produciendo un impacto en la parte de la pesca y la agricultura a nivel mundial.

En Latinoamérica se ha evidenciado el impacto ambiental marítimo debido al aumento de la carga contaminante generando proliferación de algas marítimas, causando problemas en los ecosistemas y en la salud humana, pero la principal amenaza contaminante es el plástico, debido a que la población no tiene en cuenta el ciclo de vida de estos productos, que determinan los impactos que puede generar estos ciclos, el cual lo regula la normatividad NTC ISO14040 del 2011. Latinoamérica está en la primera lista por ser la que más genera contaminación

marítima debido a que vierten todos los residuos que puede generar el ser humano, generalmente estos residuos son los derrames de petróleo, herbicidas, detergentes, aguas residuales y contaminantes como restos de obras civiles, a través de los ríos ya que tiene alrededor del 30% de las fuentes de aguas dulce del mundo las cuales se contaminan diariamente llegando afectar estuarios por las actividades humanas, países como Venezuela, Colombia, Brasil, que son ricos en biodiversidad y los mayores en producción de petróleo y exportación, estos son los mayores en generar acidificación a sus aguas costeras, generando graves consecuencias al calentamiento global. Además de lo mencionado se recalca que las costas en Latinoamérica son las más turísticas debido a sus playas y cultura, pero esta parte, también produce contaminación debido a que no se tiene un control en los residuos, un ejemplo de ello es la problemática del consumo de alimentos en envolturas, los cuales van a dar a las profundidades del mar, causándole daño a las especies que lo albergan.

Durante el crecimiento económico en Colombia en los últimos años, se ha evidenciado una gran problemática en las zonas costeras, debido al aumento de las poblaciones se ha incrementado las actividades de desarrollo para el sustento de las mismas, aumentando la contaminación marítima, esto se evidencia a través de abandono y falta de cumplimiento de la Resolución 2309 de 1986 la cual regula el manejo y uso de desechos sólidos y líquidos en Colombia, generando impacto ambiental en el ecosistema marítimo, en Colombia según (JESUS A GARAY, 2001), la contaminación marítima se divide en directa, externa, indirectas y autóctonas, como se evidencia en la siguiente tabla.

FUENTES DIRECTAS (EXTERNAS)	FUENTES INDIRECTAS	FUENTES AUTÓCTONAS
- Descargas industriales - Aguas servidas urbanas - Aportes de los ríos - Vertimientos de buques - Lixiviados de basuras - Residuos sólidos	- Demanda béntónica en áreas contaminadas como las bahías de Cartagena, Buenaventura y Tumaco (Sedimentos)	- Materia orgánica muerta (Fitoplánton) en áreas eutrofizadas

IMAGEN 1 PRINCIPALES FUENTES DE CONTAMINACIÓN MARINA QUE AFECTAN LA ZONA COSTERA EN COLOMBIA. IMAGEN OBTENIDA DE (JESUS A GARAY, 2001).

Dando a conocer las principales fuentes de contaminación, se evidencia un amplio panorama sobre el impacto ambiental que se está generando por diferentes medios, causando preocupación sobre las modificaciones y repercusiones que se está generando en las especies marítimas y en los ecosistemas que lo conforman, teniendo conocimiento que estos desechos llegan por varios medios fluviales a través del río Magdalena y Cauca que son de gran extensión y los mayores receptores y conductores de toda clase de contaminantes, generando impacto y consecuencias a corto y largo plazo en la diversidad de especies. Por otro lado la

contaminación que hace la pesca en el litoral del Caribe es a través de toda el arte de la pesca ya que el 90% son desechados en el océano, encontrándose materiales como nailon, plásticos fibra óptica, esparcidos como residuo contaminante, afectando principalmente a peces en general, cetáceos, tortugas, aves al quedar enredadas, entre otras especies, contribuyendo al deterioro del ecosistema y de la diversidad biológica. Así mismo según el informe (ALBA, 2019), se tiene que cada año se acumulan en el caribe más de 320 mil toneladas de residuos que no se recogen, causando la degradación de los arrecifes y causando una disminución de alimentos para las poblaciones. Se tuvieron en cuenta diferentes artículos, en los cuales se evidencia un análisis de las diferentes fuentes de contaminación que se presenta en el bahía de la ciudad de Cartagena, las cuales se mencionaran con detalle en este documento, el cual nos da un prefacio de la amplia carga contaminante que tiene esta parte del Caribe Colombiano, se evidencia que en la parte marítima su agua no es completamente cristalina, ya que tiene grandes problemas de contaminación provenientes de diferentes fuentes como lo son el Canal del Dique, las zonas industriales, termoeléctricas, entre otras; por otra parte Cartagena recibe cada año más de 400.000 turistas desde el 2018 según (CAICEDO, 2021), debido a este aumento de personas cada año, se genera un aumento en la contaminación, colocando en peligro los ecosistemas y sus especies. Se tienen conocimiento que debido al cambio climático a nivel global y al aumento del nivel del mar Cartagena se está hundiendo más rápido de lo esperado, debido a esta problemática se encontró que en la zona marítima se encuentran sustancias como plomo y mercurio, empeorando la erosión costera. Esto nos lleva hacernos una pregunta ¿Cómo podemos reducir este impacto ambiental que se está propagando en una de las ciudades más turística de Colombia, para seguir promoviendo el desarrollo económico sin tener que afectar su biodiversidad y sus ecosistemas?, la respuesta a esto es la implementación de nuevas normas que regulen y supervisen la parte costera, y la implementación de auditorías ambientales para que las industrias y empresas implementen la norma ISO 14001, donde se tenga un buen manejo ambiental y en sus políticas tenga como objetivo la reducción de los riesgos ambientales en la zona marítima, e implementar conciencia ciudadana y turística para disminuir la contaminación marítima y así proteger las especies y los arrecifes coralinos que son un llamativo turístico. En general se pretende mostrar el impacto ambiental que se está presentando en los ecosistemas y en las especies marítimas y vacío de la supervisión en el área marítima de Cartagena, debido a que desconocemos los contaminantes que se encuentra en el agua, estos contaminantes pueden afectar nuestra salud y también afecta el desarrollo económico de la zona, debido a su composición química, ya que en Cartagena se cuenta con más de 620 establecimientos de comercio, de los cuales 29 son productores de efluentes líquidos según el informe de (CIOH, 2004) los cuales van a dar a la bahía de Cartagena, sin ningún tipo de tratamiento.

PARTE II: PLANETAMIENTO DE LA TESIS

Durante el transcurso del tiempo los océanos y mares han padecido a consecuencia de la evolución del hombre debido a la introducción de contaminantes que generan las actividades humanas diariamente como lo son los detergentes, fertilizantes químicos, hidrocarburos, plásticos, aguas residuales entre otros, sin darse cuenta del daño que se está causando, debido al esparcimiento que tiene los contaminantes en el agua, muchos de los contaminantes se acumulan ya sea en la superficie o en la profundidad del mar, generando que especies que viven en las profundidades y superficies se alimenten de estos contaminantes, causando un desbalance en su ecosistema debido al aumento de nutrientes causando el crecimiento de algas proliferando la demanda de oxígeno provocando que en algunas partes no se encuentre vida marítima por el exceso de algas marítimas.

La bahía de Cartagena está localizada en el Litoral del Caribe colombiano, entre $10^{\circ} 16' - 10^{\circ} 26' N$ y $75^{\circ} 36' - 75^{\circ} 30' W$, y tiene los ecosistemas marinos más importantes en Colombia, durante los últimos años su desarrollo económico ha ido en aumento debido a los numerosos puertos y refinería más grandes que tiene el país (QUIROZ, 2019), en las últimas décadas la contaminación en la bahía ha aumentado debido a diferentes fuentes que generan todo tipo de contaminación marítima, para la determinación de los contaminantes que están generando impacto ambiental, se revisaron diferentes estudios de calidad del agua de la bahía teniendo en cuenta las estaciones de muestreo donde se realizaron los análisis para determinar los contaminantes que se encuentran en el bahía de Cartagena



IMAGEN 2 ESTACIONES DE MUESTREO BAHIA DE CARTAGENA (QUIROZ, 2019)

Las estaciones fueron elegidas en puntos estratégicos donde varios grupos tomaron muestreos de sedimentos y de toxicidad, estas muestras que tomaron arrojaron las posibles fuentes de contaminación entre ellas las más comunes que son por descargas domesticas debido al crecimiento poblacional, por las actividades industriales, por buques que transportar hidrocarburos, y actividades humanas, como se evidencia en la siguiente imagen

Estaciones de muestreo	Localización geográfica		Posible Fuente
	N	O	
E1	10°21.958'	75°33.122'	Actividades urbanas, algunas descargas domésticas.
E2	10°20.684'	75°32.486'	Actividades urbanas, algunas descargas domésticas, área de manglares.
E3	10°20.339'	75°33.736'	Actividades urbanas, algunas descargas domésticas.
E4	10°17.770'	75°34.794'	Actividades urbanas, algunas descargas domésticas.
E5	10°16.848'	75°32.668'	Actividades turísticas, gran confluencia de yates y barcos turísticos.
E6	10°17.995'	75°31.143'	Actividades industriales: procesamiento de cebada y otros cereales, centro portuario, empresa de procesamiento de alimentos.
E7	10°18.656'	75°30.379	Actividades industriales: petroquímica, y planta de fertilizantes.
E8	10°19.917'	75°30.716'	Actividades industriales: extracción, fabricación, comercialización y distribución de cemento y hormigón; empresa petrolera; fábrica de plástico
E9	10°20.638'	75°30.589'	Terminales de transporte de carbón.
E10	10°21.489'	75°30.738'	Actividades industriales: reparación y mantenimiento de buques; industria del curtido del cuero
E11	10°23.020'	75°31.321'	Actividades industriales: elaboración de bebidas como sodas, agua, jugos, humectantes, energizantes y té.
E12	10°24'11.372"	75°31'40.339"	Emisiones generadas por las industrias ubicadas en la sociedad portuaria de la ciudad.

IMAGEN 3 INFORMACIÓN DE LAS ESTACIONES SOBRE LAS POSIBLES FUENTES DE CONTAMINACIÓN (QUIROZ, 2019)

Por otra parte una de las fuentes de contaminación que se identificó es el canal del Dique, la cual aporta sedimentos que generan impactos sobre los ecosistemas ya que el agua se vuelve turbia afectando directamente los arrecifes de coral limitando su crecimiento y causando el ahogamiento, también a través de este recibe diversas cargas de nutrientes por ejemplo el fosforo, que provienen de aguas residuales e indutriastales, como los sedimentos y los nutrientes se encuentran en exceso los ecosistemas de la bahía pasan de ser sanos a volverse ecosistemas eutróficos disminuyendo el oxígeno por exceso de algas, para tener una idea de este proceso se adjunta la siguiente imagen de los dos ecosistemas:

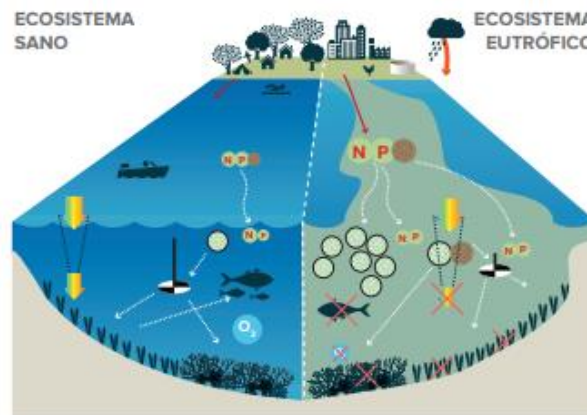


IMAGEN 4 DIFERENCIA DE UN ECOSISTEMA SANO VS UN ECOSISTEMA EUTRÓFICO (RESTREPO, 2018)

Así mismo otra de las fuentes contaminantes es la explotación de metales que llega por medios fluviales a la bahía, estos minerales los identificaron en peces, aves, cetáceos, en seres humanos que viven alrededor de la bahía, estos metales se encuentran a lo largo de la zona de estudio, de manera excesiva como lo son el cobre, mercurio y níquel, generando un riesgo para la población y para las especies que albergan los ecosistemas marítimos (RESTREPO, 2018).

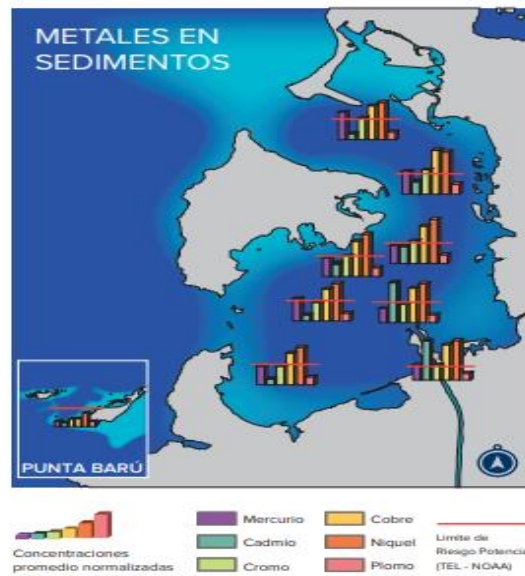


IMAGEN 5 CONCENTRACIÓN DE METALES EN LA BAHÍA DE CARTAGENA (RESTREPO, 2018)

Por otra parte el nivel de calidad de agua de la bahía de Cartagena es pésima debido al nivel de contaminación que se encuentra en el agua ocasionado por las fuentes contaminantes, para ello se revisaron artículos, donde eligieron diferentes estaciones para determinar los muestreos y definir los parámetros físicos y químicos de la bahía, este muestreo lo realizaron en el primer semestre del año 2019, pero para ello se identificó posibles causas y actividades que generan diversas sustancias que afectan el desarrollo de los ecosistemas, donde figura la bahía de Cartagena de la siguiente manera

Actividad/Fuente contaminante		Sustancias contaminantes	Cuerpos de agua receptores
Residuos de la población de Cartagena	Residuos sólidos domésticos.	Materia orgánica, residuos de hidrocarburos, aceites, metales pesados, microorganismos patógenos, detergentes, sólidos sedimentables y en suspensión, plásticos.	Mar Caribe, bahía de Cartagena, ciénagas Las Quintas y La Virgen.
	Vertimientos de aguas residuales y escurrientas urbanas.		
Descargas de tributarios	Canal del Dique.	Materia orgánica, detergentes, metales pesados, agroquímicos, nutrientes, sólidos en suspensión, microorganismos, plásticos.	Bahías de Cartagena y Barbacoas, mar Caribe.
Actividades productivas y socioeconómicas	Industrias de sustancias químicas básicas, productos plásticos, petróleo, procesamiento de productos pesqueros, entre otros.	Aguas residuales industriales, nutrientes, agroquímicos, materia orgánica, metales pesados, microplásticos.	Bahía de Cartagena, mar Caribe.
	Cultivos de yuca, plátano, coco, maíz, y frutales.	Materia orgánica, residuos de hidrocarburos, plaguicidas, microorganismos, nutrientes, plásticos.	Canal del Dique, mar Caribe.
	Turismo de sol y playa, hoteles, restaurantes, comercio.	Materia orgánica, residuos sólidos, hidrocarburos, plaguicidas, microorganismos de origen fecal, sólidos en suspensión, plásticos y microplásticos.	Mar Caribe, ciénagas Las Quintas y La Virgen.
	Sociedad Portuaria de Cartagena, transporte de pasajeros, mercancía, cargue y descargue de productos.	Aguas de lastre, residuos de hidrocarburos, otros residuos oleosos, plásticos.	Canal del Dique, bahía de Cartagena y mar Caribe.

IMAGEN 6 POSIBLES CAUSAS DE CONTAMINACIÓN EN LA BAHÍA DE CARTAGENA
(Ordóñez, 2019)

la ciudad de Cartagena ubicada en Colombia, según (CAICEDO, 2021), la contaminación evidencia altos niveles de mercurio, plomo, níquel, entre otros metales pesados generando cambios de temperatura causando que el nivel del mar aumente debido a los cambios climáticos, y se evidencia el hundimiento que está teniendo poco a poco la bahía de Cartagena.

PARTE III: DISCUSION

En la presente investigación se tuvo como objetivo analizar las posibles causas que están contaminando la bahía de Cartagena Actualmente tiene una superficie de 82 km² y es el principal componente del sistema marino de la región, la información obtenida por los informes y artículos nos da un acercamiento de estas posibles causas, de acuerdo con lo consultado con las estaciones, la bahía es una de las más contaminadas debido que las fuentes generadoras, siguen activas y las actividades económicas de la zona no ayudan con mantener el área libre de residuos sólidos que está produciendo el sector turístico y que afecta la bahía al generar contaminantes que están presentes en el agua, a continuación se tiene la información sobre la calidad del agua en la bahía.

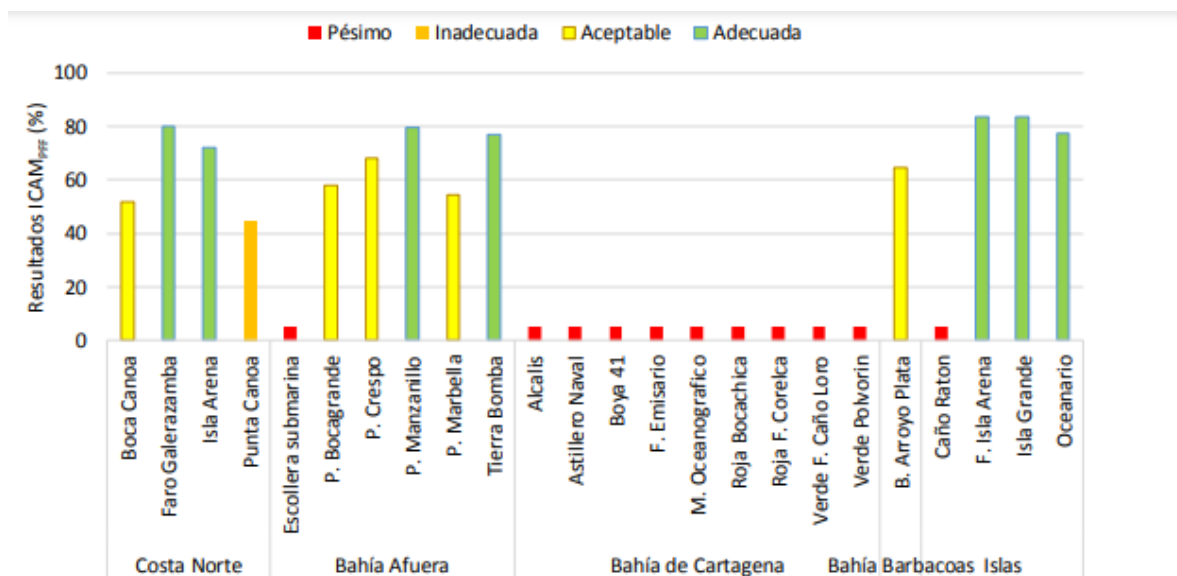


IMAGEN 7 CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL DE LA BAHÍA DE CARTAGENA (Ordóñez, 2019)

Se evidencia como resultado que la calidad del agua de la bahía de Cartagena está en pésimas condiciones para el año 2020, la cual está afectando directamente los ecosistemas, como se mencionó anteriormente esto causa la eutrofización del ecosistema marino debido a los vertimientos de los residuos generados por las industrias y residuos domésticos, además pueden llegar a causar gases de efecto invernadero, por otra parte la acidificación del agua aumenta afectando los corales que se encuentran alrededor de la bahía, generando impactos negativos a la vida de las especies marinas hasta llevarlas a su extinción (ASTILLERO, 2019). La información obtenida de las muestras en las estaciones, dieron a conocer los parámetros fisicoquímicos del agua en la bahía.

Zona	Estación	Calificación de los subíndices						
		pH	Fosfatos	SST	Nitratos	OD	DBO ₅	CTE
Bahía Afuera	Punta Canoa	Adecuado	Aceptable	Pésimo	Pésimo	Adecuado	Pésimo	Adecuado
	Escollera submarina	Adecuado	Aceptable	Adecuado	Pésimo	Óptimo	NM	Inadecuado
	P. Bocagrande	Adecuado	Aceptable	Inadecuado	Pésimo	Adecuado	Pésimo	Óptimo
	P. Crespo	Adecuado	Inadecuado	Inadecuado	Pésimo	Adecuado	NM	Óptimo
	P. Manzanillo	Aceptable	Aceptable	Adecuado	Pésimo	Adecuado	NM	Óptimo
	P. Marbella	Adecuado	Aceptable	Pésimo	Pésimo	Adecuado	NM	Óptimo
Bahía de Cartagena	Tierra Bomba	Adecuado	Aceptable	Adecuado	Pésimo	Adecuado	NM	Óptimo
	Álcalis	Aceptable	Inadecuado	Adecuado	Pésimo	Adecuado	Pésimo	Inadecuado
	Astillero Naval	Adecuado	Aceptable	Adecuado	Pésimo	Óptimo	NM	Inadecuado
	Boya 41	Aceptable	Inadecuado	Óptimo	Pésimo	Óptimo	NM	Pésimo
	F. Emisario	Adecuado	Aceptable	Aceptable	Pésimo	Óptimo	Inadecuado	Pésimo
	M. Oceanográfico	Adecuado	Aceptable	Adecuado	Pésimo	Óptimo	NM	Pésimo
	Roja Bocachica	Adecuado	Aceptable	Adecuado	Pésimo	Óptimo	NM	Pésimo
	Roja F. Corelca	Adecuado	Aceptable	Adecuado	Pésimo	Óptimo	NM	Pésimo
Barbacoas	Verde F. Caño Loro	Adecuado	Aceptable	Adecuado	Pésimo	Óptimo	NM	Aceptable
	Verde Polvorín	Óptimo	Aceptable	Adecuado	Pésimo	Óptimo	NM	Inadecuado
Islas	B. Arroyo Plata	Óptimo	Pésimo	Aceptable	Pésimo	Óptimo	NM	NM
	Caño Ratón	Óptimo	Aceptable	Adecuado	Pésimo	Adecuado	NM	NM
	F. Isla Arena	Óptimo	Aceptable	Adecuado	Pésimo	Adecuado	NM	NM
	Isla Grande	Adecuado	Aceptable	Óptimo	Pésimo	Adecuado	NM	NM
	Oceanario	Óptimo	Aceptable	Adecuado	Pésimo	Adecuado	Aceptable	NM

IMAGEN 8 PARAMETROS FISICOQUIMICOS MEDIDOS EN LA BAHÍA DE CARTAGENA
(Ordóñez, 2019)

Por otra parte se tiene que la bahía de Cartagena está contaminada por mercurio la posible fuente de contaminación es el Canal del Dique el cual recibe sedimentos y contaminantes de toda clase provenientes de industrias que depositan sus residuos ilegalmente a las fuentes hídricas que desembocan en el Canal, para el año 2012 se encontraron estudios de mercurio para la bahía donde su concentración era alta en épocas de lluvia, por lo cual nos aporta una idea de que este contaminante llega por medio de arrastre del trayecto de las aguas fluviales que van a dar a la bahía de Cartagena siendo su contaminación de mercurio de 4µg/l si lo comparamos en temporada seca disminuye a 2.5 µg/l, (GONZALEZ, 2015), por lo cual la contaminación y afectación es alta en épocas de lluvia, esto se puede evidenciar en la siguiente grafica

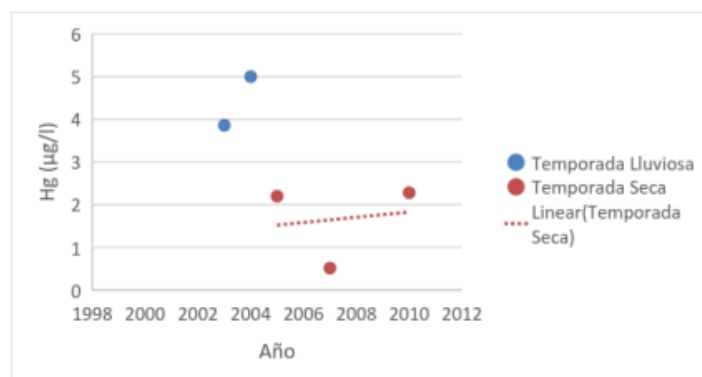


IMAGEN 9 NIVEL ESTADISTICO DE MERCURIO DE LA BAHÍA DE CARTAGENA (GONZALEZ, 2015)

A comparación del año 2019, se estudió más a fondo la contaminación de metales pesados, debido a que estos tienen una composición toxica y son densos, estos metales vienen de fuentes industriales, lixiviados de vertidos de las aguas residuales, para la bahía se tiene que la concentración de Níquel es alta, entre otros metales.

Zona	Estación	UNIDAD											
		Cd (µg/L)		Cu (µg/L)		Cr (µg/L)		Ni (µg/L)		Pb (µg/L)		Zn (µg/L)	
		2018-2	2019-1	2018-2	2019-1	2018-2	2019-1	2018-2	2019-1	2018-2	2019-1	2018-2	2019-1
Costa Norte	Boca Canoa	<5	<10	40,0	<50	<25	<25	<25	<150	NM	<200	10,0	<10,0
	Faro Galerazamba	<5	<10	40,0	60,0	62,0	<25	<25	<150	NM	<200	20,0	13,0
	Isla Arena	<5	<10	30,0	<50	<25	<25	<25	<150	NM	<200	10,0	<10,0
	Punta Canoa	<5	<10	40,0	<50	<25	<25	<25	<150	NM	<200	10,0	<10,0
Bahía Afuera	Escollera submarina	8,0	15,0	<20	<50	<25	<25	87,0	<150	23,0	<200	<10,0	12,0
	P. Bocagrande	<5	<10	20,0	63,0	<25	<25	<25	<150	NM	<200	<10,0	11,0
	P. Crespo	<5	<10	20,0	58,0	<25	<25	<25	<150	NM	<200	10,0	12,0
	P. Manzanillo	<5	<10	30,0	66,0	<25	<25	<25	<150	NM	<200	10,0	12,0
	P. Marbella	<5	<10	<20	<50	<25	<25	<25	<150	NM	<200	10,0	10,0
	Tierra Bomba	12,0	40,0	<20	<50	<25	<25	65,0	<150	52,0	203,0	434,0	41,0
Bahía de Cartagena	Alcalis	9,0	14,0	<20	<50	<25	<25	102,0	<150	19,0	217,0	10,0	11,0
	Astillero Naval	9,0	<10	<20	<50	<25	<25	79,0	<150	9,0	<200	<10,0	<10,0
	B. Canal del Dique	7,0	<10	<20	<50	<25	<25	80,0	<150	29,0	<200	32,0	<10,0
	Boya 41	8,0	13,0	<20	<50	<25	<25	87,0	<150	19,0	<200	<10,0	23,0
	Canal del Dique	8,0	<10	<20	<50	<25	<25	150,0	<150	32,0	<200	27,0	<10,0
	F. Emisario	8,0	31,0	<20	<50	<25	<25	<25	<150	18,0	278,0	<10,0	21,0
	M. Oceanográfico	10,0	17,0	<20	<50	<25	<25	90,0	<150	19,0	<200	10,0	15,0
	Roja Bocachica	8,0	<10	<20	<50	<25	<25	82,0	<150	14,0	<200	<10,0	<10,0
	Roja F. Corelca	7,0	20,0	<20	<50	<25	<25	<25	<150	15,0	266,0	<10,0	14,0
	Verde F. Caño Loro	9,0	<10	<20	<50	<25	<25	73,0	<150	25,0	<200	<10,0	<10,0
	Verde Polvorin	7,0	20,0	<20	<50	<25	<25	<25	<150	18,0	264,0	<10,0	36,0
	B. Arroyo Plata	<5	45,0	<20	<50	<25	<25	<25	163,0	NM	293,0	<10,0	25,0
Barbacoas	B. Lequerica	5,0	<10	<20	<50	<25	<25	79,0	<150	27,0	<200	23,0	19,0
	B. Matunilla	7,0	<10	<20	<50	<25	<25	64,0	<150	32,0	<200	26,0	26,0
	C. Lequerica	7,0	<10	<20	<50	<25	<25	93,0	<150	24,0	<200	22,0	15,0
	C. Matunilla	7,0	<10	<20	<50	<25	<25	100,0	<150	25,0	<200	20,0	10,0
Islas	Isla Barú	<5	NM	<20	NM	<25	NM	<25	NM	NM	NM	<10,0	NM
	Caño Ratón	NM	<10	NM	<50	NM	<25	NM	<150	NM	<200	NM	22,0
	F. Isla Arena	NM	<10	NM	<50	NM	<25	NM	<150	NM	<200	NM	24,0
	Isla Grande	NM	<10	NM	<50	NM	<25	NM	<150	NM	<200	NM	19,0
	Oceanario	NM	<10	NM	<50	NM	<25	NM	<150	NM	<200	NM	19,0
Ref. efectos crónicos agua marina		8,8		1,3		50		8,2		8,1		81	
Ref. efectos agudo agua marina		40		4,8		-		74		210		90	
Ref. efectos crónicos agua dulce		0,25		9		50		52		2,5		120	
Ref. efectos agudo agua dulce		2		13		-		470		65		120	

IMAGEN 10 CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN LA BAHÍA DE CARTAGENA
(Ordóñez, 2019)

Como se puede ver para la bahía de Cartagena se tienen efectos crónicos para el agua marina, y no solo por el Níquel, también por el Plomo, Cobre, Cromo, entre otros lo cual está afectando directamente la bahía y los ecosistemas que se encuentran al rededor y dentro de ella, este tipo de contaminación nos lleva a pensar a los turistas en el agua el cual usamos para varias actividades cuando ingresamos a disfrutar de sus playas, además que se está causando el hundimiento de la parte turística de la ciudad de Cartagena el cual se tenía previsto que en unos cincuenta años desapareciera, pero con el gran impacto ambiental, el aumento de la temperatura afectando el cambio climático, y el aumento del nivel del mar, razones por lo que el tiempo se está reduciendo y ya se empiezan a evidenciar los cambios en las partes más importantes de la bahía, cada año el cambio climático aumenta el nivel del mar a 3.2 mm, y los sedimentos siguen en decrecimiento, llevando el agua a un nivel turbio alto, causándole daño directamente a los corales que se encuentran en la zona (Restrepo, 2021).

por otra parte al realizar el análisis de los factores mencionados, es importante mencionar las diversas causas que genera esta contaminación en la parte marítima, una de ella es la afectación en la salud pública, ya que se generan diversas enfermedades a causa de bacterias que se encuentran en el agua, como lo es la Ecoli ya mencionada, la contaminación de los hidrocarburos afecta el sector turístico debido a que en las zonas donde se frecuentan están siendo afectadas por productos químicos que no son visibles para el sector poblacional, y el pesquero debido a la escases de peces, además que los hidrocarburos afectan los ecosistemas, ya que físicamente los arrecifes se cubren por la mancha que genera este vertimiento. Se puede evidenciar el abandono que se tiene en el marco legal para la bahía de Cartagena la cual es de importancia económica en el país ya que no se está cumpliendo con la normatividad para reducir la contaminación, incluyendo que las fuentes de contaminación principales son las industrias que se encuentran en la ciudad de Cartagena, las cuales están contaminando los medios fluviales ilegalmente, afectando los estuarios y con ello las especies, causando un desbalance en los ecosistemas, incluyendo la fauna y la flora que se ve afectada por la calidad del agua que es pésima, en los análisis para el año 2020, no se encontró contaminación por plaguicidas, pero si una alta contaminación por hidrocarburos que se encuentra en la bahía de Cartagena y ha afectado el sector de la pesca, con estos altos índices de contaminación.

PARTE VI: CONCLUSION

Como conclusión la problemática de la contaminación marítima en la bahía de Cartagena no para, según lo investigado en los informes la calidad de agua de los diferentes informes investigados, pasando de un nivel aceptable desde el 2018 a un nivel pésimo en el año 2019, debido a la alta contaminación que presenta a las altas concentraciones de sólidos suspendidos, metales, nutrientes disueltos, la contaminación de hidrocarburos, el plástico, las aguas vertidas y lixiviados, toda clase de contaminación está en aumento y las causas analizadas en este ensayo son las que más afectan a los ecosistemas que día a día se ven afectados y se ven obligados a desplazarse y a ubicarse en otros sitios diferente a su hábitat, lo que lleva a la deducción que los seres humanos nos estamos encargando de afectar a las especies hasta llegar al punto de extinguirlas, agotando los recursos que nos proporcionan, llegando al punto de afectar nuestra propia salud sin importar que pueda pasar, el factor de la economía es tan importante en Colombia que solo se presta atención al crecimiento y no a los daños que son generados a lo largo del litoral del caribe, ya que nos provee de múltiples servicios como lo es la alimentación, la purificación del aire a través de los manglares que lo componen entre otros, por otra parte la finalidad de este ensayo es dar a conocer las posibles causas de la contaminación lo que nos acerca a la clasificación de las fuentes contaminantes de la bahía, las cuales son fuentes directas y que siguen activas, estos contaminantes se encuentran en los sedimentos y vertimientos de metales pesados, además de hidrocarburos, desde un inicio ya estaba en un gran porcentaje causando daños a los arrecifes, existen normas y controles sobre el manejo de desechos y contaminantes mencionados anteriormente, que no se cumplen por ende se genera cada día un aumento de los contaminantes y un impacto ambiental mencionado, sin regulación a las industrias, falta de carencia de parte de la población sobre los daños que están causando, como resultado de este análisis se promueve la concientización de la población para fomentar y promover la implementación de estudios más profundos para la bahía de Cartagena, para identificar cada contaminante integrando soluciones para reducir la contaminación y ayudar a las especies y sus ecosistemas en su desarrollo y su conservación marítima. También se evidencia un impacto en la biodiversidad debido a la pesca y generando contaminación con los diferentes tipos de elementos del arte de la pesca, debido que quedan suspendidos en el mar, causándole daños a diversas especies que quedan atrapadas, esto nos da una señal de alerta del daño que se está causando, estamos deteriorando el agua y las especies, también estamos afectando las aves debido a que estas quedan enredadas en las redes causándole daño, es momento de generar consciencia para implementar más políticas que aseguren la biodiversidad marítima y la calidad del agua.

REFERENCIAS

- ALBA, M. Á. (2019). *LA CONTAMINACIÓN AMENAZA AL MAR CARIBE*.
- ASTILLERO, A. G. (3 de 04 de 2019). CONTAMINACIÓN MARINA CAUSA Y CONSECUENCIAS. *ECOLOGÍA VERDE*, pág. 2.
- CABRERA, M. A. (2017). *LA CONTAMINACIÓN MARINA Y LA EVOLUCIÓN DE SU NORMATIVA INTERNACIONAL*.
- CAICEDO, E. (5 de NOVIEMBRE de 2021). LOS PROBLEMAS CON EL MAR DE CARTAGENA QUE PONEN EN JAQUE A LA CIUDAD . *EL TIEMPO*.
- CIOH. (2004). *LA CALIDAD AMBIENTAL MARINA Y COSTERA EN COLOMBIA*. INVEMAR.
- ESCOBAR, J. (2002). *LA CONTAMINACIÓN EN LOS RIOS Y SUS EFECTOS EN LAS ÁREAS COSTERAS Y EL MAR*. SANTI DE CHILE: CEPAL.
- GONZALEZ, L. (2015). *DIAGNÓSTICO DE LA CONTAMINACIÓN POR MERCURIO DEBIDO A LA ACTIVIDAD MINERA EN ORO EN EL CANAL DEL DIQUE DEPARTAMENTO DE BOLIVAR Y LA COSTA CARIBE COLOMBIANA*.
- JESUS A GARAY, Y. A. (2001). *CONTAMINACIÓN MARINO COSTERA EN COLOMBIA*. INVEMAR.
- Ordóñez, O. G. (2019). *DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS MARINAS Y COSTERAS DEL CARIBE Y PACIFICO COLOMBIANO*. SANTA MARTA.
- QUIROZ, D. R. (2019). *CALIDAD AMBIENTAL MARINO COSTERA DE LA BAHÍA DE CARTAGENA ASOCIADA CON ELEMENTOS TRAZA EN SEDIMENTOS*. CARTAGENA.
- Restrepo, J. (15 de OCTUBRE de 2021). *Alerta en Cartagena: la contaminación y el aumento en el nivel del mar tienen en peligro una de las ciudades más importantes de Colombia*.
Obtenido de INFOBAE: <https://www.infobae.com/america/colombia/2021/10/15/alerta-en-cartagena-la-contaminacion-y-el-aumento-en-el-nivel-del-mar-tienen-en-peligro-una-de-las-ciudades-mas-importantes-de-colombia/>
- RESTREPO, J. D. (2018). *ARRASTRANDO LA MONTAÑA HACIA EL MAR*. *AGENDA DEL MAR*, 20.