



EVALUACIÓN AMBIENTAL INTEGRAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA ALTAMIRA-DURÁN, CAMAGÜEY, CUBA

María Mercedes León Rodríguez¹

Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey (CIMAC)
mleon@cimac.cu

Beatriz Lao Ramos²

Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey (CIMAC)
blao@cimac.cu

Irenis Abad Ramírez³

Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Camagüey (EAHC)
jrenis@eahcmg.hidro.cu

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

María Mercedes León Rodríguez, Beatriz Lao Ramos e Irenis Abad Ramírez (2019): "Evaluación ambiental integral de los recursos hídricos de la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (abril 2019). En línea

<https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/04/recursos-hidricos-cuba.html>

RESUMEN

La evaluación ambiental integral de los recursos hídricos de la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, con enfoque GEO, contribuye al manejo integrado del agua con el fin de maximizar el bienestar social y económico sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas. La evaluación ambiental integral analiza las cuestiones ambientales a través de un enfoque sistémico y contribuye a la toma de decisiones en favor del desarrollo sostenible. La cuenca hidrográfica Altamira-Durán es una de las cinco mayores de la provincia de Camagüey, y es prioritaria, debido a la contaminación de sus aguas. El presente trabajo tiene como objetivo hacer una evaluación integral de los recursos hídricos de la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, con enfoque GEO, que permita identificar el estado de los recursos, las presiones para el desarrollo económico y los impactos ambientales; presentar las acciones necesarias para mejorar el estado, disminuir las presiones y mitigar los impactos y finalmente elaborar un programa para la gestión y el manejo del agua. Se aplicó el marco analítico de Presión – Estado – Impacto – Respuesta. Se realizaron tres talleres participativos. Se empleó la tecnología de los sistemas de información geográfica. Los principales problemas ambientales son la contaminación de aguas subterráneas y superficiales, la insuficiente disponibilidad del agua en las comunidades y la pérdida de este recurso en los procesos agrícolas. Las principales respuestas identificadas estuvieron encaminadas a la reducción de la carga

¹ Licenciada en Biología, Universidad de La Habana, 1995. Máster en Ecología y Sistemática Aplicada, Instituto de Ecología y Sistemática, 2002. Investigadora. Dirigió el proyecto Diagnóstico Ambiental de la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey.

² Ingeniera Geóloga, Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 1997. Máster en Ciencias en Desastres naturales, Universidad de Twente, The Netherlands, 2012. Investigadora. Jefa del Departamento de Geoinformática del CIMAC.

³ Ingeniera Hidráulica, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 1979. Especialista. Jefa del Departamento de Redes y Cuencas de la EAHC.

Con formato: Encabezado de primera página diferente

Con formato: Fuente: 9 pto

Con formato: Fuente: 9 pto

Con formato: Fuente: 9 pto

Con formato: Fuente de párrafo predeter.

Con formato: Fuente: 9 pto

Con formato: Fuente: 9 pto

Con formato: Fuente: 9 pto

Con formato: Fuente de párrafo predeter.

Con formato: Fuente: 9 pto

Con formato: Fuente: 9 pto

Con formato: Fuente: 9 pto

Con formato: Fuente de párrafo predeter.

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Calibri, 12 pto, Sin Negrita

Con formato: Normal, Izquierda

contaminante de origen orgánico, al abastecimiento de agua potable de las comunidades urbanas y rurales, así como el ahorro y uso racional del agua.

Palabras claves: Evaluación ambiental integral, recursos hídricos, cuenca hidrográfica, Altamira-Durán, GEO, programa para el manejo integrado del agua.

ABSTRACT

The environmental assessment of water resources contributes to the integrated water management. Environmental assessment analyzes the environment and contributes to sustainable development. The Altamira-Duran hydrographic basin is the fifth most important drainage basin in Camagüey. Objective of this research is to evaluate the water resources of the Altamira-Durán hydrographic basin, with a GEO approach. This paper identifies the resource state, pressures for economic development and environmental impacts; presents the necessary actions to improve the state, to reduce pressures and to mitigate the impacts, and a management water programs developed finally. Three participatory workshops were carrying out. The geographic information systems technology was used. The surface and ground water contamination, the insufficient water availability in the communities and the water losses in agricultural processes were the main environmental problems. The main answers were aimed to reduce the organic origin pollutant load, the drinking water supply in the communities and the saving and rational water use.

Key words: Environmental evaluation integrated of water, river basin, Altamira-Durán, GEO, water management program.

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación ambiental integral (EAI) de los recursos hídricos debe contribuir al manejo integrado del agua, que de acuerdo con Agarwal *et al.* (2000), es un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.

La EAI es una evaluación crítica de información, producida por fuentes científicas, con el propósito de guiar decisiones sobre un tema público complejo, siguiendo un proceso bien definido. Las EAI, utilizan la metodología GEO desarrollada por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la cual brinda un método participativo y estructurado (PNUMA, 2012 a). En el plano metodológico, como antecedentes, se tienen diferentes evaluaciones con enfoque GEO realizadas tanto a nivel nacional, como internacional (PNUMA, 2012 b).

En Camagüey se han realizado diagnósticos ambientales a cuencas hidrográficas que tributan a la gestión integrada de sus recursos hídricos, entre las que se hallan: San Pedro (Primelles *et al.*, 2004) y Najasa (González *et al.*, 2008). En estas no se aplicó GEO, sino estudios de impactos ambientales, en los que finalmente se propusieron planes de acción.

La cuenca hidrográfica Altamira-Durán es una de las cinco mayores de la provincia de Camagüey, y es prioritaria, debido a la contaminación de sus aguas, principalmente por la Empresa Azucarera Panamá. El presente trabajo tiene como objetivo hacer una evaluación integral de los recursos hídricos de la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, con enfoque GEO, que permita identificar el estado de los recursos, las presiones para el desarrollo económico y los impactos ambientales; presentar las acciones necesarias para mejorar el estado, disminuir las presiones y mitigar los impactos y finalmente elaborar un programa para la gestión y el manejo integrado del agua.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

La cuenca hidrográfica Altamira-Durán se localiza en la vertiente sur de la provincia de Camagüey y tiene un área de 67.4 km² (Figura 1). En su territorio se localizan 22 asentamientos poblacionales con una población total de 36 598 habitantes, de los cuales 29 986 (82%) viven en comunidades urbanas y 6 612, (18%) en rurales. Del total de la población

Código de campo cambiado

rural, 1 091 habitantes constituye población dispersa. Las principales actividades económicas son la agricultura cañera y arrocerá y la ganadería.

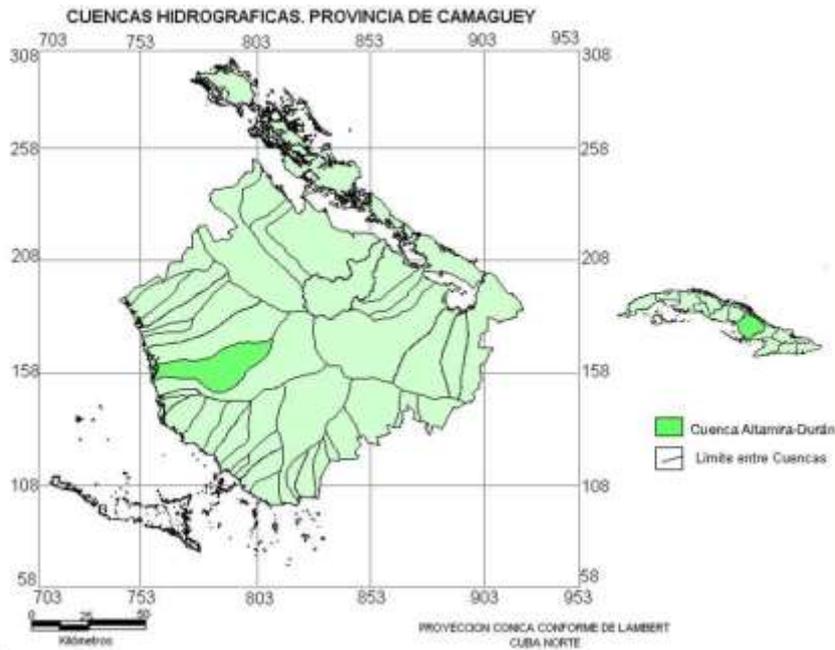


Figura 1. Ubicación de la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

El río Altamira Durán está formado principalmente por los ríos Durán, Malpai, Mojacasabe y el Colorado, nace aproximadamente en la cota 87.5 m.s.n.m. y desemboca directamente en el sistema de lagunas litorales de la ensenada de Santa María. A su paso se le incorporan los ríos Malpai y Colorado. En la parte baja de la cuenca el río se torna afluente de consideración y corre en dirección SO.

La longitud del cauce del río Durán es de 73.8 km y los embalses abarcan un área de 8.87 km² de los cuales los principales son Durán II, Palmarito, La Venera y el hidrorregulador Durán (Figura 2).

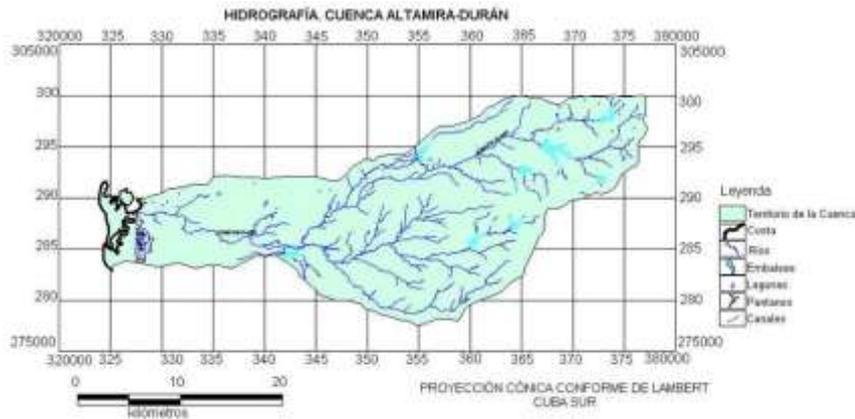


Figura 2. Red hidrográfica de la cuenca Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

2.2. Metodología

Se aplicó el marco analítico de Presión – Estado – Impacto – Respuesta, principal (PNUMA, 2012 a), que analiza las cuestiones ambientales a través de un enfoque sistémico y un marco conceptual enfocado en las tensiones ambientales inherentes al desarrollo y contribuye además, a la toma de decisiones en favor del desarrollo sostenible.

Se empleó la tecnología de los sistemas de información geográfica y la observación realizada en recorridos de campo. Entre los materiales se usaron las hojas cartográficas 1:50 000 correspondientes a la cuenca hidrográfica y la información estadística y documental relacionada con los recursos hídricos y las fuentes contaminantes, aportados por la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Camagüey y la Unidad de Medio Ambiente de Camagüey, respectivamente. La elaboración del programa para la gestión y el manejo del agua se basó en la metodología, aprobada por la Dirección Nacional de Cuencas Hidrográficas.

Se realizaron tres talleres participativos con la cooperación del gobierno local, el Consejo Municipal de Cuencas Hidrográficas y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, principal rector del recurso agua (Figura 3).

En el primer taller se hizo un levantamiento de las presiones que provocan un cambio de estado desfavorable en los recursos hídricos de la cuenca, tanto los superficiales como los subterráneos. Se identificaron los impactos ambientales negativos que esto provoca, tanto a los recursos naturales como al bienestar humano y finalmente se propusieron una serie de respuestas dirigidas a disminuir las presiones, mejorar el estado y mitigar los impactos.

En un segundo taller, tomando como base las respuestas que se habían propuesto, se elaboró un Programa de Gestión y Manejo del Agua, con dos subprogramas: Reducción de la carga contaminante de origen orgánico y Abastecimiento de agua potable a la cuenca Altamira-Durán.

Finalmente en un tercer taller se mostraron todos los resultados obtenidos y se validó el Programa de Gestión y Manejo del Agua.

Los principales problemas ambientales, asociados a los recursos hídricos, en la cuenca hidrográfica Altamira-Durán son la contaminación de aguas subterráneas y superficiales, la insuficiente disponibilidad del agua en las comunidades y la pérdida de este recurso en los procesos agrícolas.

3.1. Estado de los recursos hídricos, presiones para el desarrollo económico e impactos ambientales

La alimentación de todos los complejos litológicos que dan sustento a la cuenca, está dada fundamentalmente por la infiltración de las precipitaciones atmosféricas a través de las zonas de afloramientos de las rocas pre-miocénicas o de los suelos permeables que las cubren. En la cuenca se localizan ocho estaciones pluviométricas y climáticas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estaciones pluviométricas y climáticas de la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

Estaciones	Altitud (m)
Vaticano A	26
Vertientes	36
El Cenizo	6
San José de los Jíbaros	95
Presa Durán II	60
TC Los Ángeles	28
Derivadora Durán	10
Presa Palmarito	39

La dirección regional del flujo subterráneo es del NE al SO desde la parte alta de la cuenca en la divisoria de las aguas, hacia el nivel de base constituido por el Mar Caribe. Los niveles de las aguas subterráneas varían entre las cotas 75 y 85 m sobre el nivel medio del mar en la parte alta de la cuenca, hasta cotas menores de 10-20 m en la parte baja costera. Las profundidades de los niveles de las aguas subterráneas varían entre 3-5 m en la parte alta y más de 10 m en zonas al oeste del terraplén del poblado de El Chorro.

Las aguas son dulces y ultra-dulces en general, con mineralización menor de 1 g/L con un predominio de los iones hidrogenocarbonato, cloro, calcio, sodio y magnesio. En menor proporción se presentan zonas con aguas salobres, con mineralización entre 1-2 g/L, asociadas principalmente a las intrusiones de aguas marinas en las zonas bajas costeras o producidas por la disolución de componentes minerales de las rocas saturadas con bajas permeabilidades. Para el control de la calidad de las aguas se realizan muestreos periódicos a estaciones tanto superficiales como subterráneas (Cuadros 2 y 3)

Cuadro 2. Características físico-químicas de las aguas superficiales en estaciones de la Red de Calidad en la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

Estaciones	pH	CE (mhos/cm)	CO ₃ (mg/L)	HCO ₃ (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	SST
Embalse Durán	7.35	464	2	137	65	25	2	36	11	55	2	335
Embalse Palmarito	7.59	366	3	121	50	18	1	27	11	38	1	270
Embalse Venera	7.59	626	0.6	182	97	29	0	48	14	60	0	430.6
Hidrorregulador Durán	7.47	595	2	183	69	25	2	41	16	41	3	382

Cuadro 3 Características físico-químicas de las aguas subterráneas en estaciones de la Red de Calidad en la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

Estación (Pozo)	pH	CO ₃ (mg/L)	HCO ₃ (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na+K (mg/L)	NO ₂ (mg/L)	NH ₄ (mg/L)	Turb.	NMP Total	NMP Fecal
Reperto La Cubana	7.61	5	359	108	58	23	97	38	66	0.211	0.006	0.57	69	50
Vertientes	7.33	0	353	154	56	49	117	47	59+0.	0.216	0.021	0.55	118	55
Manantiales	7.84	9	232	87	25	9	61	26	40	0.013	0	0.53	840	840

El Chorro	7.88	0.25	303	88	11	6	85	25	29	0.29	0.04	0.61	245	12
Los Angeles	7.37	6	403	163	75	11	111	37	103	0.099	0.29	1.79	92	55
Fela II	7.57	0	439	36	20	42	116	10	34	-	0	-	767	418
Valle Grande	7.65	-	-	149	86	9	82	21	146	-	0	-	137	80
Altamira	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Durán	7.69	-	-	199	58	62	135	69	68	-	0	-	222	222
La Pollera	7.63	0	323	82	31	33	94	29	42	0.069	0.4	-	205	37
Jagüey	7.58	0	519	140	105	74	85	42	135	0	0	-	65	36

Las principales fuentes contaminantes de la cuenca son la Empresa Azucarera Panamá, que no tiene caracterizados sus residuales (Figura 4); la ciudad de Vertientes con una carga dispuesta de DBO=427 T/a, como consecuencias de las infiltración de residuales domésticos en repartos donde no existe red de alcantarillado, y finalmente el Matadero Búfalo, perteneciente a la Empresa Pecuaria, con una carga dispuesta de DBO=0.6 T/a.



Figura 4. Vista panorámica de la Empresa Azucarera Panamá (izquierda) y zanja con residuales orgánicos de la Empresa Azucarera Panamá (derecha), cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba. (Fotos: L. Díaz y M.M. León)

Los ríos con sus respectivos afluentes atraviesan asimilando las cargas contaminantes de los residuales crudos o deficitariamente tratados de la Empresa Azucarera Panamá y residuales domésticos de la ciudad de Vertientes, convirtiendo a dicha cuenca en una de las más contaminadas del territorio.

La ciudad de Vertientes posee parcialmente servicio de acueducto y alcantarillado, las tuberías de evacuación de residuales presentan mal estado técnico y los residuales se vierten al medio sin tratamiento. Hay contaminación de pozos individuales por la ubicación de letrinas cercanas. El desarrollo urbano no tiene en cuenta la totalidad del tratamiento de residuales.

La Empresa Azucarera Panamá se abastece de la micropresa Fela II y recircula el agua en su proceso productivo; sin embargo, las lagunas de oxidación y la trampa de grasa son ineficientes, con infiltración de residuales al manto freático. Hay vertimiento directo de residuales líquidos a los arroyos San Miguel y Malpai. En el Matadero Búfalo el tratamiento de residuales es insuficiente.

En la cuenca persiste el efecto residual de contaminantes, por el uso excesivo de fertilizantes en la segunda mitad del siglo XX y por la liberación al río de las heces fecales del ganado, por el pastoreo en sus márgenes.

Las comunidades de la cuenca no se abastecen totalmente por acueducto, lo que imposibilita el suministro de agua clorificada y un elevado número de familias se sirven de agua de pozo sin calidad certificada, lo que resulta en contaminación bacteriológica con afectación a la salud humana.

En general la calidad de las aguas en la cuenca permite su uso para el riego agrícola y la acuicultura, en las fuentes superficiales, pero no en todas las fuentes subterráneas para el abasto humano (Cuadro 4).

Cuadro 4. Estaciones subterráneas de la Red de Calidad en la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

Pozo	Usuarios	Número de Habitantes	Evaluación de calidad
Reparto La Cubana Vertientes	Reparto La Cubana Vertientes	2400	

Micro Distrito Vertientes	Micro Distrito Vertientes	500	No apta para consumo humano
Manantiales	Manantiales	1201	
El Chorro	El Chorro	480	
Los Ángeles	Los Ángeles	2200	
Fela II	Fela II	480	
Valle Grande	Valle Grande	303	
Altamira - Durán	Altamira - Durán	46	No apta para consumo humano
La Pollera	La Pollera	396	
Jagüey	Jagüey	544	No apta para consumo humano

El potencial hidráulico de la cuenca Altamira-Durán asciende a 38.15 hm³ (Cuadro 5) y el volumen de embalse es de 33,72 hm³ (Cuadro 6). En la cuenca se hace un uso excesivo de agua para la agricultura sobre todo en el cultivo de arroz, a esto se añade el mal estado técnico de los canales empleados para la siembra. El Hidrorregulador Durán consume agua para el riego de 104.4 km² del banco de semillas de la Empresa Arrocería "Ruta Invasora" que suministra semillas a las provincias de Granma y Sancti Spíritus. Muchos de los embalses presentan algún grado de deterioro lo que provoca un deficiente manejo del recurso, además, la capacidad de almacenamiento se reduce por infestación con maleza. Como consecuencia, se produce disminución del rendimiento agrícola y del caudal ambiental, con procesos de sedimentación y azolvamiento en la desembocadura del río y deterioro ambiental.

Cuadro 5. Potencial hidráulico de la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

Categoría	Cantidad	Volumen
		Total N.A.N (hm ³)
Presas	3	30,43
Micropresas	7	7,72
Hidrorreguladores	1	3,118
Total	11	38,15

Cuadro 6. Balance de la infraestructura hidráulica de la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba. (MINAZ: Ministerio del Azúcar, MINAGRI: Ministerio de la Agricultura).

Embalses	Volumen de embalse (hm ³)	Volumen de entrega (hm ³)	Aprovechamiento (%)	Usuario
Presa Durán II	22,174	16,5	47,2	MINAG
Presa Palmarito	5,030	4,25	100	MINAZ
Presa La Venera	3,4	2,341	100	MINAZ
Hidrorregulador Durán	3,118	-	-	MINAG

3.2. Respuestas necesarias para mejorar el estado, disminuir las presiones y mitigar los impactos

Las principales respuestas evaluadas en los talleres estuvieron encaminadas a la reducción de la carga contaminante de origen orgánico de las principales fuentes contaminantes, que disponen actualmente sobre las aguas superficiales y subterráneas, al aprovisionamiento de agua potable de las comunidades urbanas y rurales, y a maximizar el ahorro y el uso racional del agua en la cuenca. A partir de ahí, se elaboraron sendos programas de gestión y manejo integrado del agua, que se entregaron al Gobierno Municipal y Gobierno Provincial como herramientas de trabajo.

3.3. Programa para la gestión y el manejo del agua

3.3.1. Subprograma: Reducción de la carga contaminante de origen orgánico de la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

3.3.2 Misión: Reducir la carga contaminante de origen orgánico de las principales fuentes contaminantes que disponen actualmente sobre las aguas de la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

Asuntos de gestión	Metas	Indicadores de éxito	Desafíos de cambio
Caracterización de los residuales líquidos de las principales fuentes contaminantes de la cuenca hidrográfica.	Se caracterizan los residuales líquidos de las principales fuentes contaminantes de la cuenca. a) Se actualizan y caracterizan los residuales de la Empresa Azucarera Panamá y del Matadero Búfalo. b) Se caracterizan los residuales de la ciudad de Vertientes	Número de caracterizaciones de residuales líquidos de las principales fuentes contaminantes de la cuenca hidrográfica. Número de inspecciones a los principales fuentes contaminantes Número de multas a los infractores	El 100% de las principales fuentes contaminantes de la cuenca hidrográfica tendrán caracterizados los residuales de origen orgánico (2 años). El 100% de las principales fuentes contaminantes tendrán el Plan de Medidas (2 años).
Logro de procesos productivos amigables con el medio ambiente.	La Empresa Azucarera Panamá y el Matadero Búfalo establecen un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) en su desempeño productivo.	Cantidad de entidades contaminantes que implementan un SGA.	El 50% de las principales entidades contaminantes poseerán un SGA en su desempeño productivo. (3 años)
	Se introducen las producciones más limpias en los procesos tecnológicos.	Cambio favorable en la composición de los residuales. Número de tecnologías amigables con el medio ambiente introducidos en entidades de la cuenca hidrográfica.	El 50% de las entidades introducen tecnologías más limpias en su proceso productivo. (5 años)
	Aprovechamiento económico de los residuales Utilización del biogás	Disminución de cachaza en los cuerpos de agua. Ausencia de olor a amoníaco en la EMPLAC. Reducción de desechos en el Matadero Búfalo. Aprovechamiento de residuos sólidos en el biogás.	El 50% de las entidades reciclan sus residuales. (5 años) Aumento en un 10% de la utilización de residuales. (3 años)
Eficiencia de los Sistemas de Tratamiento para aguas Residuales (STAR).	Se monitorean las lagunas de estabilización que se localizan en la ciudad de Vertientes y evaluación de su eficiencia. Se logra financiamiento sistemático para esta actividad.	Número de acciones de monitoreo que se realizan en el año. Número de medidas tomadas en función de lograr la eficiencia en correspondencia con las acciones.	Cumplir con las normas de monitoreo de las lagunas de oxidación del asentamiento. Declarar eficiente las lagunas de oxidación (3 años).
	Mantenimiento de la laguna de estabilización de la ciudad de Vertientes.	Número de acciones de limpieza y mantenimiento realizado durante un año	La laguna de estabilización de la ciudad de Vertientes tiene un nivel de eficiencia superior al 75%. (3 años).

Elaboración de proyecto para la ejecución de un alcantarillado que abarque a la totalidad de la ciudad de Vertientes. Se obtiene financiamiento para la construcción de redes de alcantarillado faltantes.	Cantidad de proyectos de alcantarillado para la ciudad de Vertientes (2 años). Cantidad de fuentes de financiamiento a las que se ha presentado el proyecto de alcantarillado para la ciudad de Vertientes (3 años)	Contar con un proyecto de alcantarillado que abarque al 100% de la ciudad de Vertientes aprobado y con financiamiento.
Ejecución de las obras de alcantarillado en la ciudad de Vertientes.	Inicio del proceso constructivo en un plazo de 6 años.	Completar las redes de alcantarillado para la ciudad de Vertientes en un plazo de 10 años.
Elaboración de un proyecto STAR en el punto de disposición final de la red de alcantarillado de la ciudad de Vertientes Obtención de financiamiento para la construcción de un STAR en el punto de disposición final de la red de alcantarillado de la ciudad de Vertientes.	Cantidad de proyectos STAR en el punto de disposición final de la red de alcantarillado de la ciudad de Vertientes (5 años) Cantidad de fuentes de financiamiento en que se ha presentado el proyecto de STAR en el punto de disposición final de la ciudad de Vertientes (3 años)	Contar con un proyecto de STAR en la ciudad de Vertientes aprobado y con financiamiento (5años). Funcionalidad de los proyectos aprobados. (10 años)
Ejecución de obras constructivas de un STAR en el punto de disposición final de la red de alcantarillado de la ciudad de Vertientes.	Inicio del proceso de construcción (10 años)	Contar con un STAR en el punto de disposición final de la red de alcantarillado de la ciudad de Vertientes en los próximos 10 años con una eficiencia superior al 85%
Se realizan estudios técnicos o proyectos para ejecutar Sistemas de tratamiento de aguas residuales en el Matadero Búfalo y la EMPLAC.	Cantidad de proyectos o estudios técnicos de STAR eficiente del Matadero Búfalo y de la EMPLAC (2 años). Proyectos presentados a fuentes de financiamiento (3 años)	Tener proyectos de rehabilitación de STAR eficientes en el Matadero Búfalo, aprobados y con financiamiento para su ejecución en un plazo de 3 años.
Ejecución de STAR eficiente en el Matadero Búfalo y en la EMPLAC.	Inicio de las obras de rehabilitación de los STAR en el Matadero Búfalo y en la EMPLAC (4 años).	Completar las obras de rehabilitación de los STAR en el Matadero Búfalo y en el EMPLAC en un plazo de 10 años, con un nivel de eficiencia superior al 85%.
Se monitorean las lagunas de oxidación de la Empresa Azucarera Panamá y se evalúa su eficiencia.	Cantidad de acciones de monitoreo realizadas en el año. Planes de medidas realizados.	Cumplir con las normas de monitoreo de las lagunas de oxidación en entidades productivas. (2 años)
Conexión de la tercera zanja de la Empresa Azucarera Panamá con su trampa de grasa y laguna de oxidación.	Inicio de la conexión de la tercera zanja de la Empresa Azucarera Panamá con su trampa de grasa y laguna de oxidación en un plazo de 1 año.	Completar la conexión de la tercera zanja en un plazo de 2 años.
Colocación de una trampa de grasa eficiente en las lagunas de oxidación de la Empresa Azucarera Panamá	Inicio de las gestiones para colocar una trampa de grasa eficiente en las lagunas de oxidación de la Empresa Azucarera Panamá en un plazo de 3 meses.	Puesta en marcha de una trampa de grasa eficiente en las lagunas de oxidación de la Empresa Azucarera Panamá en un plazo de 1 año.

	Se hacen estudios técnicos para la rehabilitación de las lagunas de oxidación de la Empresa Azucarera Panamá.	Tener un estudio técnico ó proyecto de rehabilitación de las lagunas de oxidación de la Empresa Azucarera Panamá aprobado y con financiamiento para su ejecución (2 años).	Cantidad de estudios técnicos para la rehabilitación de las lagunas de oxidación de la Empresa Azucarera Panamá (1 año) Estudio técnico ó proyecto presentado a fuente de financiamiento (1.5 años).
	Rehabilitación de las lagunas de oxidación de la Empresa Azucarera Panamá	Inicio de las obras de rehabilitación de las lagunas de oxidación de la Empresa Azucarera Panamá en un plazo de 2 años.	La totalidad de las lagunas de oxidación de la Empresa Azucarera Panamá se hallan rehabilitadas (3-4 años) con un nivel de eficiencia superior al 85%.
Desarrollo urbano de la ciudad de Vertientes y construcción de nuevas viviendas en comunidades rurales con soluciones de residuales líquidos sostenibles.	Solicitud de licencia ambiental para la construcción de nuevas viviendas y desarrollos urbanos.	Cantidad de viviendas en proceso constructivo con licitaciones ambientales. Cantidad de licencias ambientales para grupos de viviendas en proceso de ejecución / trámites.	El 100% de nuevas viviendas que se ejecutarán procesos licencias ambientales. Cumplir con la calidad las medidas de integración de Impactos Ambientales señaladas en la licencia ambiental.
	Presentación del Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Vertientes.		
	Conexión del Instituto Preuniversitario Abel Santa María a la laguna de estabilización de la ciudad de Vertientes.	Solicitud y elaboración de licencia ambientales y la conexión del preuniversitario Abel Santa María a la laguna de estabilización de la ciudad de Vertientes (3 meses). Inicio de la obra constructivas (1año).	Conexión del preuniversitario Abel Santa María a la laguna de estabilización de la ciudad de Vertientes (2 años).
	Conexión de las nuevas viviendas que se construyan en la ciudad de Vertientes a la laguna de estabilización durante los próximos 5 años.	Cantidad de nuevas viviendas construidas conectadas a la laguna de estabilización de la ciudad de Vertientes. Cantidad de nuevas viviendas sin fosas o letrinas (aunque sean estucadas)	El 85% de las nuevas viviendas que construyen en la ciudad de Vertiente se hallan conectadas a la laguna de estabilización durante los próximos 5 años. Ausencia de fosas en las nuevas viviendas.
	Funcionamiento de una red de alcantarillado en la ciudad de Vertientes, con cobertura para la totalidad de sus viviendas y perspectiva desarrollo urbano.	Aumenta la cantidad de viviendas conectadas a la red de alcantarillado de la ciudad de Vertientes. Disminuye la cantidad de viviendas sin letrinas o fosas en la ciudad de Vertientes.	El 85% de las viviendas en la ciudad de Vertientes se halla conectado a la red de alcantarillado (10). El 15% de las viviendas de la ciudad de Vertientes están conectadas a la laguna de estabilización de la ciudad (10 años).

	<p>Construcción de sistemas de tratamiento adecuados (humedales para más de 100 viviendas) en comunidades rurales de la cuenca hidrográfica.</p>	<p>Cantidad de comunidades rurales que se les da a conocer la tecnología de construcción de sistemas de tratamientos adecuados (fosa Moura, pozo infiltración, tanque séptico, humedales para más de 100 viviendas) y se apropia de ella, en la cuenca hidrográfica.</p> <p>Cantidad de viviendas que sustituyen las letrinas tradicionales por sistemas de tratamientos adecuados.</p> <p>Cantidad de viviendas con letrinas secas en comunidades rurales.</p> <p>Cantidad de viviendas que reciben apoyo por la construcción de letrinas secas.</p> <p>Presencia de STAR en la ciudad de Vertientes.</p>	<p>El 50% de las comunidades rurales se apropian de la tecnología de la construcción de sistemas de tratamiento adecuados en los próximos 10 años.</p> <p>El 50% de las viviendas campesinas sustituyen las letrinas tradicionales por letrinas secas (5 años.)</p> <p>El 90% de las nuevas viviendas que se construyen en comunidades rurales poseen sistemas de tratamiento adecuados.</p> <p>El 50% de las viviendas de la ciudad de Vertientes están vinculadas a la STAR humedales (3 años)</p>
Eliminación de la brucelosis en la cuenca hidrográfica	Ejecución de un proyecto para el control de la brucelosis	Número de casos con brucelosis.	Ausencias de casos de brucelosis (1 año)
Monitoreo de las aguas superficiales y subterráneas	<p>Definición de zonas de protección sanitarias de las fuentes actuales y perspectivas.</p> <p>Establecimiento de un Programa de Monitoreo de las aguas -del río.</p> <p>Inspección sanitaria a las fuentes de abasto subterráneas que presentan problemas de contaminación. Ejecución del Programa de Monitoreo de las aguas subterráneas.</p> <p>Establecimiento de monitoreo sistemático de la calidad de las aguas de las fuentes de abasto a los asentamientos localizados en la cuenca. Se logra financiamiento sistemático para esta actividad.</p>	Cantidad de muestras tomadas y procesadas anualmente.	<p>Definición de zonas de protección sanitarias de las fuentes actuales y perspectivas. (2 años)</p> <p>Cumplimiento del Programa de Monitoreo de aguas superficiales de la cuenca hidrográfica (2 años)</p> <p>Cumplir con el Programa de Monitoreo de aguas subterráneas (2 años).</p>
Disponibilidad de tecnologías eficientes para la caracterización de los residuales líquidos.	<p>Completamiento de equipos y técnicas de análisis de residuales.</p> <p>Definición de zonas de protección sanitarias de las fuentes actuales y perspectivas.</p>	Cantidad de técnicas montadas	Cumplir con el 60% de los análisis de residuales según norma C 27/1999 (2 años)

3.3.2 Subprograma: Abastecimiento de agua potable a la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, Camagüey, Cuba.

3.3.2.1 Misión: Abastecer de agua potable a las comunidades urbanas y rurales de la cuenca Altamira Durán. Maximizar el ahorro y el uso del agua en la cuenca Altamira Durán, Camagüey, Cuba.

Asuntos de gestión	Metas	Indicadores	Desafíos de cambio
Búsqueda de financiamiento para la ejecución de un acueducto en la ciudad de Vertientes.	Obtención de financiamiento para la elaboración del proyecto y construcción del alcantarillado en la ciudad de Vertientes.	Número de proyectos de acueducto que brinde cobertura a la ciudad de Vertientes (1.5 años) Número de fuentes de financiamiento a la que se han presentado el proyecto de acueducto	Contar con un proyecto de acueducto que abarque el 100% de la ciudad de Vertientes, aprobado y con financiamiento (3 años).
	Construcción de acueducto para la ciudad de Vertientes.	Inicio del proceso constructivo en un plazo de 5 años.	Completamiento de las redes de acueducto para la ciudad de Vertientes.
Búsqueda de financiamiento para ejecución de acueductos rurales	Financiamiento para ejecución de acueductos rurales para 100 % de la población.	Cantidad de acueductos rurales instalados y puestos en marcha (2 años)	La totalidad de las comunidades rurales con 100% de la población cuenta con servicio de acueducto (7 años).
	Ejecución de acueductos rurales para 100% de la población.		
Solución de agua potable en comunidades rurales.	Creación de pozos en áreas rurales con calidad de agua certificada.	Números de pozos con agua certificada para el consumo humano en las comunidades (2 años)	La totalidad de las comunidades rurales (poblaciones con menos de 200 habitantes) y poblaciones dispersas cuenta con pozos de agua potable certificada.
	Monitoreo de pozos para el consumo humanos.	Cantidad de pozos monitoreados en las comunidades (2 años)	
	Búsqueda de financiamiento para creación de Plantas de tratamientos o estaciones de cloración para garantizar la potabilidad del agua.		
Ahorro y recuperación de agua.	Ejecución del Programa de Ahorro y Uso Racional del Agua (PAURA) en el área de la cuenca.	Cantidad de medidas ejecutadas por las comunidades y entidades productivas (1 año).	El PAURA se ejecuta en los principales asentamientos urbanos (Vertientes y Los Ángeles) y entidades productivas altamente consumidoras (Empresa Arrocería)

	Creación de mecanismo de implementación del PAURA para entidades productivas altamente consumidoras.		(2 años).
	Instalación de medidores de flujo de agua en las principales entidades consumidoras de agua.	Número de medidores de flujo de agua instalados.	El 100% de las principales entidades consumidoras de agua tienen instalados medidores de flujo de agua (3 años).
	Empleo de tecnologías de uso racional de agua para el cultivo del arroz y caña	Introducción de tecnologías de uso racional de agua para el cultivo del arroz (1.5 años)	El 70% de las áreas arroceras se benefician con tecnologías de uso racional del agua (7 años).
	Obtención de financiamiento para la recuperación de agua procedente de la destilación.	Introducción de tecnologías para la recuperación de agua procedente de la destilación (2 años)	El 90% del agua procedente de la destilación se recupera en el proceso (2 años)
Búsqueda de financiamiento para rehabilitar las brigadas de reparación y mantenimiento de obras hidráulicas	Reparación y mantenimiento de canales para el cultivo del arroz y caña	Porcentaje de canales reparados o sometidos a mantenimiento (ha/año)	El 90% de los canales para el cultivo del arroz se halla en buen estado técnico (3 años).
	Limpieza y mantenimiento de embalses	Número de embalses sometidos a limpieza o mantenimiento /año.	El 100% de las presas y micropresas son sometidos a limpieza y mantenimiento (5 años).
	Limpieza sistemática de los tanques de almacenamiento y redistribución.	Cantidad de metros de canales reparados ó sometidos a reparación/año.	El 70% de las principales conductoras funcionan con eficiencia (3 años).
	Reparación y mantenimiento de la red de distribución		
Reconstrucción de la hidrorreguladora Durán para retener el agua de las avenidas del periodo húmedo.	Construcción de la Presa Malpico con cierre en la intersección del Malpai con el Durán.	Inicio de las acciones de construcción.	Se inician las acciones constructivas (2 años)
Plan de reducción de desastres.	Creación e implementación de un Plan de contingencia para casos de catástrofes y eventos extremos.	Cantidad de acciones del Plan de contingencia que se ejecutan en la cuenca.	Contar con un Plan de contingencia para eventos extremos, que abarque la totalidad de la cuenca (1 año).
	Inclusión del Plan de contingencia de los eventos extremos en los ejercicios METEORO.	Cantidad de acciones del Plan de contingencia que se ejecutan en los ejercicios METEORO (anual).	

3. CONCLUSIONES

La evaluación ambiental integral del agua, de la cuenca hidrográfica Altamira-Durán, con enfoque GEO, permitió identificar el estado de los recursos, las presiones y los impactos ambientales. Las principales respuestas, estuvieron encaminadas a la reducción de la carga contaminante de origen orgánico de las fuentes contaminantes que disponen actualmente sobre las aguas superficiales y subterráneas y al aprovisionamiento de agua potable de las comunidades urbanas y rurales, así como a maximizar el ahorro y el uso racional del agua en la cuenca.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal, A.; Angeles, M.S.; Bathia, R.; Chéret, I.; Dávila-Pablete, S. (2000): -"Manejo Integrado de los Recursos Hídricos". Global Water Partnership, Estocolmo., 80 pp.
- González, R.; Hernández, I.; Zequeira, M.E.; Brito, O. (2008): Diagnóstico ambiental como herramienta indispensable para el manejo y uso sostenible de la cuenca hidrográfica. Estudio de caso cuenca del río Najasa. Disponible en Proceedings Trópico 2008. Consultado en 12/3/2016.
- Primelles, J.; Zequeira, M.E.; Acosta, Z.; Brito, O. (2004): "Cuenca del río San Pedro, Diagnóstico Ambiental y Objetivos para su Manejo Integrado". En: *Revista Cuba, Medio Ambiente y Desarrollo*, v. 4, n. 7, p. 1-5, Disponible en: <http://ama.redciencia.cu/articulos>.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA. (2012a): Evaluaciones Ambientales Integrales. Available in: <http://www.pnuma.org/deat1/evaluacionesambientales.html>. Access in: 12 septiembre 2012.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA. (2012 b). EAI Nacionales. Available in: <http://www.pnuma.org/deat1/nacionales.html>. Access in: 12 septiembre 2012.