

Artículo científico

Plan de gestión integrada de los recursos hídricos de Great Corn Island, Nicaragua.

Francisco Ismael Mendoza Cruz

Licenciado en ciencias ambientales, MSc. recursos hidráulicos, ERIS, USAC, Guatemala

Dirección para recibir correspondencia: franmendoza@yahoo.es

Recibido 24 de julio de 2017 Aceptado 11 de agosto de 2017

Resumen:

El presente artículo muestra un estudio realizado en la isla de Great Corn Island, el cual contiene información para reducir la contaminación de los recursos hídricos mediante la gestión integrada de los recursos hídricos a través de un adecuado saneamiento ambiental. Para esto se realizó la caracterización y diagnóstico de los recursos hídricos de Great Corn Island, la determinación de la situación administrativa y financiera de los servicios públicos vinculados a los recursos hídricos, la contaminación de la isla, proponiendo soluciones para el saneamiento con enfoque integral y desarrollar líneas estratégicas para elaborar el plan de gestión integrada de los recursos hídricos. La metodología utilizada se basó en la recopilación de información existente y trabajo de campo; con la cual se elaboró el plan de gestión de recursos hídricos. Entre las principales conclusiones se puede indicar que los niveles de agua subterránea oscilan entre 0,97 y 6,91 m. La isla presenta elevaciones que van desde los 40 hasta los 85 msnm, el caudal de agua residual doméstica generado es de 505 m³/día sin tratar, por lo cual se recomendó la construcción de biofiltros para su tratamiento. También se estimó un volumen de generación de desechos sólidos entre 40 y 50 metros cúbicos compactados al día, que son depositados a cielo abierto sin ningún tratamiento y clasificación, por lo que se recomendó la construcción de un relleno sanitario para depositar la basura y darle su adecuado manejo; al mismo tiempo la reubicación del vertedero que está operando actualmente. También se realizó el plan de gestión integrada de los recursos hídricos el cual se enfoca en crear prosperidad para el 100 % de los habitantes de la isla mediante el turismo sostenible, principal fuente económica en el área; y se plantean soluciones para sanear el ambiente y proteger los recursos naturales.

Palabras claves: calidad del agua, contaminación, residuos sólidos, residuos líquidos, saneamiento ambiental, estrategias

Abstract

This article shows a study carried out on the Great Corn Island; which contains information to reduce pollution of water resources through the integrated management of water resources through adequate environmental sanitation. For this purpose, the characterization and diagnosis of water resources of Great Corn Island, the determination of the public services related to water resources, was proposed solutions for the sanitation with a comprehensive approach and develop strategic lines pointed to a plan in integrated management of the water resources. The methodology used was based on the collection of existing information and field work; with which the water resources management plan was elaborated. Among the main conclusions can be indicated that the levels of groundwater oscillate between 0.97 and 6.91 m, the island has elevations ranging from 40 to it was 85 masl, the domestic wastewater generated is 505 m³ / day untreated, so that it was recommended the construction of biofilters for treatment, also estimated a volume of solid waste generation between 40 and 50 m³ compacted per day, which are deposited in the open air without any treatment and classification, so it was recommended the construction of a landfill to deposit the garbage and give it proper management, at the same time as the relocation of the landfill that is currently operating. The integrated water resources management plan was also implemented, which focuses on creating prosperity for 100% of the island's inhabitants through sustainable tourism, which is the main economic source in the area; and solutions are proposed to clean up the environment and protect natural resources.

Keywords: water quality, contamination, solid waste, liquid waste, environmental sanitation, strategies

Introducción

Great Corn Island está ubicada entre las coordenadas 12° 10' de latitud norte y 83° 03' longitud oeste, aproximadamente a 83 Km. al este de Bluefields

ciudad principal de la Costa Caribe de Nicaragua. Tiene una extensión territorial de 10 km².

El propósito del presente artículo es dar a conocer el plan de gestión de los recursos hídricos que ayude a mejorar la calidad de agua de consumo humano y otros usos de Great Corn Island, Nicaragua, así como soluciones para el saneamiento en la isla, el cual es de gran importancia económica para sus habitantes, debido al desarrollo del turismo en el área, principal fuente de ingresos.

La metodología utilizada se basó en análisis de calidad de agua en los 9 pozos de abastecimiento de la isla, recopilación de información en distintas instituciones estatales con presencia en el área, así como trabajo de campo para recolectar información y su posterior análisis que diera como resultado la realización del plan de gestión integrada de los recursos hídricos de Great Corn Island.

De acuerdo con la calidad de agua se determinó en los pozos de abastecimiento de la isla la presencia de sustancias nocivas para la salud, con concentraciones no admisibles para agua de consumo humano, como son el plomo total con concentraciones hasta de 23,85 mg/l, hidrocarburos totales de petróleo con concentraciones de 61,89 mg/l, y contaminación bacteriológica.

Con respecto al agua residual el caudal se determinó, mediante un factor de retorno del 80 % del abastecimiento de agua en la isla, el agua que se consume en Great Corn Island es aproximadamente 19,000 m³ mensual, según la Empresa Municipal de Agua de Corn Island (EMACI), por lo que el agua residual es de 16,000 m³ equivalentes a 505 m³/día, agua que no cuenta con ningún tipo de tratamiento al ser vertida a un cuerpo receptor.

Con respecto a la generación de residuos sólidos las autoridades estiman un volumen entre 40 y 50 m³ compactados al día; los cuales son depositados a cielo abierto sin la debida separación y tratamiento adecuado de acuerdo con el tipo de desecho.

Se realizó el plan de gestión de los recursos hídricos de Great Corn Island, el cual se basó en estrategias como: mejoras en el abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales domésticas, reubicación del vertedero municipal, entre otros; esto de acuerdo con los resultados obtenidos en la caracterización y diagnóstico de los recursos hídricos del área de estudio, así como de los principales problemas encontrados en el área.

Descripción del área de estudio

Great Corn Island está ubicada entre las coordenadas 12° 10' de latitud norte y 83° 03' longitud oeste, aproximadamente a 83 km. al este de Bluefields, ciudad principal de la Costa Caribe de Nicaragua. Tiene una extensión territorial de 10 km² (Figura 1).

Figura 1: Macro localización



Fuente: edición propia con base a información de INETER (2010), ANA, 2015.

Según el último censo nacional 2005, el municipio de Great Corn Island contaba con una población de 6,861 habitantes, en el año 2015, la población era de 7, 467 habitantes (INIDE, 2015), actualmente la población flotante que está compuesta por turistas y visitante foráneos es de aproximadamente 1,582 personas por mes. Cabe destacar que este dato incluye la isla pequeña (EMACI, 2015).

La mayor parte de la población se dedica a la actividad pesquera y a la actividad turística, ésta última se considera una alternativa económica que actualmente se desarrolla con fuerza en el municipio. El sector primario está representado por la agricultura (a pequeña escala debido a la alta salinidad de los suelos en el área), ganadería y pesca artesanal y el sector secundario está representado principalmente por la pesca industrial, seguido del sector terciario que incluye el comercio y el turismo.

La fuente de suministro de agua de los pobladores de Great Corn Island, la constituyen la captación de aguas subterráneas mediante 9 pozos artesanales que forman la red de distribución de la Empresa de Agua de Corn Island (EMACI).

En Great Corn Island no se cuenta con sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial. La mayoría de las

aguas residuales se disponen a fosas sépticas y la disposición de excretas mediante el uso de letrinas. Los desechos sólidos recolectados son depositados a cielo abierto en el basurero ubicado en el centro de la ciudad.

Antecedentes

Nicaragua es un país especialmente privilegiado en cuanto a recursos hídricos, cuenta con 38,668 m³/cápita/año (FAO- AQUASTAT, 2003), lo que posiciona al país por encima del promedio para los países de centroamérica. A pesar de ello, la contaminación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos ha tenido un gran impacto en la disponibilidad de los mismos. En Great Corn Island, son pocos los estudios en cuanto a caracterización de la calidad y gestión del agua se refieren. Con un enfoque regional, en el 2005 el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), elaboro la Caracterización sociodemográfica de la Región Autónoma Atlántico Sur (R.A.A.S.) a partir de los resultados del VIII Censo de Población y IV de Vivienda, 2005.

En el 2010 el Lic. Eduardo Francisco Pérez manzanas, realizó su trabajo de estudio especial en la ERIS-USAC para optar al título de magíster en ciencias recursos hidráulicos/opción gestión integrada de los recursos hídricos, dicha investigación llamada: "Propuesta de estrategia nacional de gestión integrada de los recursos hídricos de Nicaragua".

Desde el año 2012, la alcaldía municipal de Corn Island en conjunto con el gobierno central ha realizado un esfuerzo de carácter técnico para elaborar un diagnóstico inicial de la situación hídrica del municipio, que incluye una caracterización hídrica, climática, uso de suelo y gestión de riesgo; debido al déficit que se ha presentado en las aguas subterráneas producto de la salinización, variabilidad climática y la influencia de los factores naturales y antrópicos.

En el 2012 se realizó el "Borrador de informe técnico de diagnóstico y propuesta técnica de pre factibilidad del proyecto de agua potable de Corn Island", elaborado por el Ing. Walter Mayorga Dávila.

En el 2012 se realizó el documento "Proyecto Adaptación al Cambio Climático en el Sector de Abastecimiento de Agua Potable" por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), Fondo de Inversión Social para Emergencias (Nuevo FISE) Autoridad Nacional del Agua (ANA).

Otro documento a revisar es el informe técnico de levantamiento de puntos geodésicos para la georreferenciación de las áreas delimitadas para ser protegidas por el MARENA y la alcaldía de Corn Island con apoyo del proyecto PACCAS octubre 2013.

Se han realizado inspecciones técnicas por parte de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) desde el 2014 hasta la fecha; desarrollándose informes de monitoreos de pozos y calidad de agua en Corn Island.

En el 2015 el MTI realizó un documento llamado: Valoración Ambiental "Tramo: Little Corn Island (0.30 km), así como el proyecto PACCAS con un estudio hidrológico e hidrogeológico en Great Corn Island y Little Corn Island.

En el 2017 se realizó el plan de gestión integrada de los recursos hídricos para reducir la contaminación de Great Corn Island, Nicaragua, elaborado por el Lic. Francisco Ismael Mendoza Cruz, como parte de su estudio especial para obtener el grado de Master en Recursos Hidráulicos de ERIS-USAC.

Metodología

En los meses de abril y mayo fueron visitados los 9 pozos de la Empresa de Agua de Corn Island (EMACI) utilizados para el abastecimiento de agua para consumo humano, donde se realizó toma de muestras para determinar su calidad. El muestreo se realizó para los parámetros, físico – químicos, bacteriológicos, metales pesados e hidrocarburos.

Para el análisis de datos e información, se han contrastado los resultados obtenidos de las muestras de laboratorio y las mediciones de campo con las normas vigentes de calidad de agua (CAPRE).

Se realizaron entrevistas a grupos focales en el área, para interactuar con un grupo seleccionado al azar de la población que se exprese de manera libre y espontánea sobre la temática planteada, esto con el propósito de recaudar información relevante de la población enfocándose en los problemas más sentidos en la isla.

Los datos e información tanto primaria como secundaria se procesaron y posteriormente se analizaron, con el fin de generar un documento con el diagnóstico y caracterización de los recursos hídricos de Great Corn Island.

Se incorporó todos los resultados de la caracterización y el diagnóstico y de los recursos hídricos de la zona de estudio; así como el diagnóstico

de la situación administrativa y financiera de los servicios vinculados a los recursos hídricos. Las grandes actividades se agruparon en levantamiento de actividades de campo y la elaboración del diagnóstico de los recursos hídricos de Great Corn Island, así como el plan de manejo de recursos hídricos.

También se realizó un diagnóstico de la contaminación de la isla; así como posibles medidas para evitar o disminuir este problema.

El plan de Gestión de los Recursos Hídricos de Great Corn Island, se basó en estrategias como: mejoras en el abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales domésticas, reubicación del vertedero municipal, entre otros, esto con base en los resultados obtenidos en la caracterización y diagnóstico de los recursos hídricos de la zona de estudio, así como de los principales problemas encontrados en el área.

Se propusieron líneas de acción y estrategias enfocadas en la gestión demanda y calidad del agua, fortalecimiento institucional y desarrollar el ecoturismo, que garantice el aprovechamiento sostenible del agua y demás recursos de la isla, para optimizar el desarrollo socioeconómico de sus habitantes. Además de estrategias para mejorar el saneamiento ambiental en la isla.

Resultados

A) Calidad del Agua.

Se determinó que las aguas de Corn Island son del tipo hidroquímico cloruradas-sódicas, con altas concentraciones de cloruros, sodio, potasio, magnesio y sulfatos.

Los análisis fisicoquímicos dieron como resultados bajas concentraciones de pH con valores de 6,19 a 6,35, conductividad eléctrica hasta de 6,840 $\mu\text{S/cm}$, sólidos totales disueltos entre 1345 a 4406 mg/l (tabla 1).

Los resultados de salinidad oscilan entre 1.2 a 3.8 UPS, cuyos valores no están regulados en la norma CAPRE, sin embargo, es un parámetro indicador de que existe un intercambio iónico donde participan principalmente el cloruro y el sodio; además de otros elementos como bicarbonatos, sulfatos, calcio, magnesio y potasio.

En la tabla 2 se presentan los análisis bacteriológicos donde se confirma la presencia de coliformes en el agua, cuyos datos oscilan entre 2 a 110 NMP/100 mL, coliformes totales el cual según las normas CAPRE debe ser negativo.

También se encontró contaminación por metales pesados como el plomo en 3 de los 9 pozos, los valores oscilan entre los 9,43 a 23,85 $\mu\text{g/l}$ (tabla 3), además en el pozo 9 contaminado con hidrocarburos totales del petróleo con un valor de 61,89 $\mu\text{g/l}$.

Tabla 1: Resultados de parámetros fisicoquímicos

Parámetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Valores admisibles CAPRE
Turbidez (UNT)	1	0,60	1,85	0,50	0,30	0,40	1,50	1,10	0,40	5
pH	6,19	6,21	6,32	6,35	6,30	6,35	6,19	6,61	6,81	6,5 - 8,5
Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	4180	4150	4490	2340	5140	3480	6840	3090	4500	0-400
Salinidad (%)	2,2	2,2	2,4	1,2	2,8	1,8	3,8	1,6	2,4	-
Solidos Totales Disueltos (mg/L)	2485	2516	2829	1345	3234	2090	4406	1825	2842	0-1 000

Parámetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Valores admisibles CAPRE
Color Verdadero (mg/L Pt - Co)	< 5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	15
Dureza Total (mg/L)	1000	990	1115	580	1240	785	1 645	855	745	SR
Alcalinidad Total (mg/L)	53	48	140	50	50	105	40	145	145	SR
Alcanidad a la Fenolftaleina (mg/L)	<1,67	<1,67	<1,67	<1,67	<1,67	<1,67	<1,67	<1,67	<1,67	SR
Silice Reactivo Disuelto (mg/L)	40,44	42,95	42,74	45,15	42,94	59,66	39,82	44,75	51,8	SR

Fuente: Autoridad Nacional del agua (ANA)

Tabla 2: Resultados de parámetros bacteriológicos

Parámetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Valores admisibles CAPRE
Coliformes Totales (NMP/100 mL)	110	4,50	2	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	Neg
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	2	4,50	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	Neg
<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)	2	2	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	Neg

Fuente: Autoridad Nacional del agua (ANA)

Tabla 3: Resultado de análisis de metales pesados

Metales Pesados	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	CAPRE		OMS (µg/L)
										(µg/L)	(mg/L)	
Arsénico (µg/L)	<0,99	<0,99	<0,99	<0,99	<0,99	<0,99	<0,99	<0,99	<0,99	10	0,01	10
Cadmio (µg/L)	0,76	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	0,38	<0,15	<0,15	50	0,05	3
Cromo hexavalente (µg/L)	<7	<7	<7	<7	<7	<7	<7	<7	<7	NR	NR	-
Cromo total (µg/L)	1,44	<0,46	0,96	<0,46	<0,46	1,94	9,24	1,39	<0,46	50	0,05	50
Manganeso (µg/L)	54,07	6.14	1,71	4,96	2,32	2,26	6,95	4,03	<1,16	500	0,05	400

Metales Pesados	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	CAPRE		OMS (µg/L)	
										(µg/L)	(mg/L)		
Mercurio (µg/L)	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	1	0,001	1
Plomo (µg/L)	16,40	<0,84	<0,84	23,85	<0,84	<0,84	9,43	<0,84	<0,84	<0,84	10	0,01	10
Zinc (µg/L)	50,40	<35,95	44,40	71,15	<35,95	<35,95	264,9	<35,95	41,05	3000	3		3000

Fuente: Autoridad Nacional del agua (ANA)

B) Fuentes de contaminación en la isla

b₁) Aguas residuales y alcantarillado sanitario

En Great Corn Island no existe alcantarillado sanitario, por lo que la mayoría de las viviendas, cuentan con pozos y fosas sépticas o letrinas para la disposición final de las excretas. Las aguas servidas de la mayoría de las viviendas son conducidas a través de tuberías hacia el mar, humedales cercanos o hacia la calle y tienen conexión directa o indirectamente con estos cuerpos de agua; lo que genera contaminación de los mismos.

El caudal de retorno de agua residual es el 80% del caudal de distribución, el agua que se consume en Great Corn Island es de 19,000 m³ al mes según la Empresa Municipal de Agua de Corn Island (EMACI), realizando el cálculo daría una tasa de retorno del 80 % aproximadamente, que equivale a 505 m³/día de agua residual, agua que no cuenta con ningún tipo de tratamiento al ser vertida.

b₂) Desechos Sólidos

El sitio de disposición final de los desechos fue diseñado como relleno sanitario, pero actualmente se utiliza como botadero a cielo abierto; principalmente por la falta de maquinaria de equipos para darle el tratamiento y personal operativo.

Según las autoridades de la alcaldía se tiene estimado un volumen de generación de entre 40 y 50 m³ compactados diarios.

De acuerdo con los resultados del diagnóstico de las fuentes de contaminación en la isla se debe realizar la gestión integrada de los recursos hídricos con un enfoque en el saneamiento de la isla, el cual debe abarcar actividades que den como resultado la recuperación de la calidad de las fuentes de agua, el manejo sostenible de los recursos naturales y el aumento del turismo para mejorar las condiciones socioeconómicas de los habitantes de Great Corn Island.

Análisis de los resultados

De acuerdo con los análisis de calidad de agua se debe establecer en coordinación entre la alcaldía, el Ministerio de Salud (MINSA) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA) una red de monitoreo de calidad y cantidad de agua subterránea, que incluya mediciones hidrológicas en los humedales que tienen relación con los pozos de producción de EMACI. Esta vigilancia debería hacerse de carácter estacional en invierno y verano, que permita evaluar la evolución del carácter hidroquímico, fisicoquímico, bacteriológico, derivados de hidrocarburos y metales pesados.

Debido a la presencia de coliformes en tres de los nueve pozos de EMACI los cuales oscilan entre 2 a 110 NMP/100 mL coliformes totales, dichos valores según las normas CAPRE deben ser negativo. Se recomienda instalar al menos un sistema de desinfección por clorinación u otro método para evitar proliferación de enfermedades de origen hídrico. Mientras no se implemente uno de estos sistemas, se recomienda la inhabilitación de los pozos contaminados con coliformes fecales.

Se identificó el origen de las fuentes de contaminación y su forma de transporte en el subsuelo, con la finalidad de establecer las medidas de prevención requeridas que contribuyan a reducir las concentraciones de los mismos.

Las aguas residuales generadas en la isla con un caudal mensual de 505 m³ deberán ser tratadas antes de ser vertidas a un cuerpo receptor. La tecnología propuesta a utilizar es el biofiltro, dado que se ha comprobado su efectividad para la remoción de algunos contaminantes como: la separación del 97.4 % de DBO₅, 94.5 % de DQO y un 26.6 % de fósforo total, entre otros.

Los desechos sólidos generados con un total entre 40 y 50 m³ deberán ser clasificados antes de ser depositados en su destino final, además de caracterizar dichos residuos para un mejor

tratamiento, al mismo tiempo que se reubica el vertedero municipal para evitar focos de contaminación.

Con respecto a las personas que trabajan en la municipalidad y que están vinculadas a los recursos hídricos; se deben capacitar constantemente en el monitoreo en cuanto a los niveles de agua y su calidad se refiere; para ir favoreciendo en la toma de decisiones que proporcionen los elementos para la buena gestión del recurso hídrico.

También se debe de capacitar a las unidades ambientales de la municipalidad encargadas del saneamiento en la isla y de los habitantes en general, para el buen manejo de los residuos ya sean sólidos o líquidos, y que esto ayude a ir mejorando la calidad de vida y el ambiente del municipio.

Para hacer un turismo sostenible formar un fondo financiero común que dejen las divisas del turismo; esto con ayuda del gobierno central para la construcción y operación de un sistema óptimo de saneamiento y que sea autosostenible para evitar o disminuir la contaminación.

Se deben actualizar todos los estudios existentes en el área a fin de mejorar la capacidad de acción ante la contaminación y sobreexplotación de los recursos en general, así como realizar nuevos estudios que llenen los vacíos e incorporen información de interés.

Plan de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

De acuerdo con los resultados del estudio Mendoza Cruz, F.I (2017), se desarrolló un plan de gestión integrada de los recursos hídricos en la isla (tabla 4), que lleve como propósito fundamental el bienestar socioeconómico de los habitantes al mismo tiempo que se proponen soluciones para el saneamiento del ambiente y sus recursos naturales.

Con una adecuada gestión de los recursos hídricos se estará logrando una isla prospera donde sus habitantes mejoren su calidad de vida, además de la protección y recuperación de los ecosistemas mediante practicas amigables con el ambiente.

Líneas estratégicas del plan de gestión integrada de recursos hídricos

Para generar un plan estratégico e integral deben considerarse componentes técnicos, científicos,

sociales, culturales, económicos y coyunturales que permitan la ejecución y validación del mismo con pertinencia; permitiendo así, que la propuesta se ejecute y sirva como base para mejorar el desarrollo y bienestar de Great Corn Island, por tanto, se proponen las siguientes líneas estratégicas:

1. La primera línea hace referencia a la gestión de la oferta de agua en la isla, esto tiene como objetivo la conservación de los ecosistemas acuáticos y de los procesos hidrológicos de los que depende la oferta hídrica.
2. La segunda en gestión de la demanda de agua, la cual tiene como objetivo identificar los usuarios del recurso hídrico y ejecutar acciones para la gestión integral del recurso hídrico.
3. Como tercera línea se establece la gestión de la calidad del agua, que tiene como objetivo principal el monitoreo de calidad y cantidad de agua de la isla, para crear una base de datos en cuanto al estado del recurso se refiere.
4. La cuarta línea realza el fortalecimiento institucional, que lleva como objetivo generar las condiciones para el fortalecimiento institucional en la gestión integral del recurso hídrico.
5. La quinta línea enfatiza la importancia del manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos en la isla para sanear los recursos hídricos y por ende la incidencia de la contaminación ambiental en la salud humana. El objetivo debe buscar el fortalecimiento institucional y de la población en general; en el manejo adecuado de desechos sólidos y líquidos.
6. La sexta línea estratégica se refiere a la gobernanza del agua, cuyo objetivo es consolidar y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico.
7. La última línea es promover el turismo ecológico en la isla, que tendrá como objetivo principal impulsar en un ambiente saludable actividades económicas viables a largo plazo, que reporten a todos los agentes, beneficios socioeconómicos bien distribuidos, entre los que se cuenten oportunidades de empleo

estable y de obtención de ingresos y servicios sociales para las comunidades anfitrionas, y que contribuyan a la reducción de la pobreza, el bienestar de los habitantes y la protección en conjunto de los recursos naturales de la isla y el municipio en general.

Acciones para la sostenibilidad de los Recursos Hídricos y Reducción de la Contaminación mediante el Saneamiento Ambiental

Se deben desarrollar y proponer acciones transformadoras que impliquen promover el cuidado de los activos ambientales, mediante proyectos de saneamiento, protección de recursos naturales con valor eminentemente cultural y ambiental, los cuales facilitarán espacios de diálogo y de convergencias para la coordinación de acciones que contribuyan al impulso de turismo y ecoturismo y el manejo sostenible y sustentable de los recursos naturales.

Con el establecimiento de programas de educación ambiental y participación social que fomenten la conciencia ecológica, se buscará la protección de fuentes de agua, establecer una estrategia de coordinación con organizaciones públicas y privadas.

Las autoridades y la sociedad civil deben tomar con responsabilidad y visión de futuro, la posibilidad de reducir la pobreza que afecta a la isla, a través de planes estratégicos, desarrollo y ejecución de proyectos desde un nivel social y de servicio comunitario, mejorando los accesos a servicios básicos, los cuales implican competencias institucionales compartidas, tanto municipales, de la sociedad, del gobierno central y de la cooperación internacional.

Ejes de Desarrollo

Social: las autoridades y los diferentes actores sociales tienen en sus manos el desafío de asumir con responsabilidad, misión y visión de futuro, la posibilidad de reducir la pobreza, a través de planes estratégicos, desarrollo y ejecución de proyectos desde aspectos sociales y de servicio comunitario, mejorando los accesos a servicios básicos, los cuales implican competencias institucionales compartidas, tanto municipales, de la sociedad, del gobierno central y de la cooperación e inversión extranjera.

Ambiental y Económico: la explotación de los recursos naturales y el manejo inadecuado a las aguas residuales y desechos sólidos, perjudican de manera acelerada el medio ambiente, por lo que se

encuentran en riesgo las aguas subterráneas en la isla, esto en gran medida empeora la calidad de vida de los habitantes, por lo que es preciso contar con acciones y medidas preventivas que ayuden a la conservación y protección del medio ambiente.

Ecoturístico: este eje de desarrollo proporciona acciones que implican promover el cuidado de los activos ambientales, mediante proyectos de saneamiento, protección de recursos naturales con valor eminentemente cultural y ambiental, y facilitarán espacios de diálogo y de convergencias para la coordinación de acciones que contribuyan al impulso del ecoturismo y el manejo sostenible y sustentable de los recursos naturales. Con el establecimiento de programas de educación ambiental y participación social que fomenten la conciencia ecológica, se buscará la protección de fuentes de agua.

Se concluyó que logrando la prosperidad del 100 % de los habitantes de la isla y mediante un ambiente sano la mayor afluencia de turistas se cumple con la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.

Tabla 4 Plan de gestión integrada de los recursos hídricos

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	RESULTADOS ESPERADOS
1. Promover la gestión de recursos hídricos a través de estrategias de manejo sostenible	Desarrollar planes de gestión que tengan como fin el manejo sostenible de los recursos hídricos y acciones frente a la contaminación	Autoridad Nacional del Agua, Gobierno Municipal y ONG,s	Creadas las herramientas de gestión se logra una mayor disponibilidad y calidad del recurso, mejorando la salud pública.
2. Formular un plan integral de saneamiento ambiental, a través de la coordinación y esfuerzo entre los actores.	Desarrollar una campaña de saneamiento en toda la isla para eliminar focos de contaminación, de esta forma se podrán resolver los problemas de salud que en muchos casos se producen por las malas condiciones del ambiente.	Gobierno municipal, ANA, MARENA, MINSA, INTUR, Población Civil y Organizaciones Interesadas	Creado un plan integral cuyo resultado es un ambiente sano fundamental para mantener la prosperidad y calidad de vida de los ciudadanos, así como aumentar el turismo sostenible en la isla, donde las partes interesadas se involucran más en la labor de protección del ambiente y sus recursos naturales.
3. Realizar la caracterización de aguas residuales en la isla	Desarrollar un proceso de caracterización de las aguas residuales en la isla, estas ya sean domesticas o industriales.	Gobierno municipal, ANA, MARENA, MINSA, INTUR, Población Civil y Organizaciones Interesadas.	Caracterizadas las aguas residuales y conociendo los contaminantes presentes en ellas, se establecen los tratamientos más adecuados para su tratamiento.
4. Desarrollar un plan para el tratamiento y reúso de aguas residuales domésticas.	Poner en práctica métodos para el tratamiento primario de las aguas residuales (tratamiento domiciliario). De acuerdo con la efectividad del tratamiento se hace uso de las aguas tratadas.	Gobierno Municipal, MINSA, Población Civil y ONG,s interesadas	Realizado un plan de tratamiento efectivo de las aguas residuales previo a su liberación, se crean condiciones para el reúso de las mismas.
5. Caracterización de los residuos sólidos generados en la isla	Desarrollar un proceso de caracterización de los residuos sólidos en la isla,	Gobierno municipal, ANA, MARENA, MINSA, y Organizaciones Interesadas.	Caracterizados los residuos sólidos, se establecen alternativas para su manejo y se propone una isla saludable y sostenible.
6. Implementar un plan de manejo y disposición adecuada de los residuos peligrosos.	Promover la recolección, almacenamiento, tratamiento, transporte y disposición de residuos peligrosos dado el nivel de contaminación y riesgo para la salud humana que estos representan.	Gobierno Municipal, MINSA, Población Civil y ONG,s interesadas.	Establecida una gestión adecuada de los residuos peligrosos lo cual previene o disminuye los problemas asociados en la salud humana y el ambiente.
7. Implementar planes de protección ante	Desarrollar acciones que tengan como resultado	Gobierno Municipal, Instituciones del Estado,	Protegidos los humedales son fuente de recarga de las aguas

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	RESULTADOS ESPERADOS
la contaminación de humedales	impedir la pérdida progresiva de los humedales de la isla	Población Civil y ONG,s interesadas.	subterráneas y preservación de biodiversidad.
8. Establecer programas de educación ambiental	Capacitar en educación ambiental a la población para crear un cambio de actitud y proponer alternativas que resuelvan o mitiguen el problema de la contaminación.	Instituciones del Estado, Gobierno Municipal, ONG,s, Colegios y Centros de Educación Superior.	Fundada una sociedad socialmente justa y ecológicamente equilibrada, en un contexto de desarrollo sostenible que genera cambios en la calidad de vida y mayor conciencia en la conducta personal, así como armonía entre los seres humanos y su medio natural.
9. Impulsar el ecoturismo en la isla.	Desarrollar mediante proyectos y un ambiente saludable una mayor afluencia de turistas nacionales y extranjeros.	Instituciones del Estado, Gobierno Municipal, ONG,s, y Sociedad Civil.	Se impulsa el ecoturismo en la isla lo que ayuda a los habitantes a obtener ingresos y salir de la pobreza.

Conclusiones

Se realizó el plan de gestión integrada de los recursos hídricos de Great Corn Island enfocado en reducir la contaminación en Great Corn Island mediante el saneamiento integral, en base a la problemática más sentida de la isla, el cual debe beneficiar al 100 % de la población en la isla.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos dieron como resultados bajas concentraciones de pH con valores de 6,19 a 6,35, conductividad eléctrica hasta de 6,840 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valores de sólidos totales disueltos entre 1345 a 4406 mg/l.

Los resultados de salinidad oscilan entre los 1.2 a 3.8 UPS, cuyos valores no están regulados en la norma CAPRE.

Se confirmó la presencia de contaminación bacteriológica, cuyos valores oscilan entre 2 a 110 NMP/100 mL, coliformes totales lo cual según las normas CAPRE debe ser negativo.

También se encontró contaminación por metales pesados como el plomo en 3 de los 9 pozos, los valores oscilan entre los 9,43 y 23,85 $\mu\text{g}/\text{l}$, además

el pozo 9 contaminado con hidrocarburos totales del petróleo con un valor de 61,89 $\mu\text{g}/\text{l}$.

La principal fuente de contaminación en la isla con una generación de agua residual de 505 $\text{m}^3/\text{día}$ que es depositada a cuerpos receptores sin previo tratamiento. En cuanto a los residuos sólidos se generan entre 40 y 50 m^3 al día los cuales son vertidos a cielo abierto. Debido a la falta de saneamiento se propusieron soluciones que van desde la adecuada recolección y disposición final de los desechos generados, hasta la construcción del alcantarillado sanitario del cual carece Great Corn Island; y no menos importante la potabilización del agua para consumo.

Las líneas estratégicas se utilizaron como herramientas para la elaboración del plan de gestión integrada de los recursos hídricos de Great Corn Island, el cual busca la reducción de la contaminación para lograr la prosperidad de los habitantes y la protección del ambiente.

Referencias

Mendoza Cruz, F. I. (2017). Plan de gestión integrada de los recursos hídricos para reducir la

contaminacion en Great Corn Island,
Nicaragua.ERIS-USAC

CAPRE, Normas de calidad del agua para consumo humano.

EMACI. (2015). Empresa de Agua de Corn Island.

FAO- AQUASTAT. (2003). Water Resources, Development and Management Service, Information system on water and agriculture, land and water, General America and the Caribbean.

INAA. (1999). Normas técnicas de diseño de abastecimiento y potabilizacion de agua . Managua: 09 003-99.

INIDE. (2008). Instituto Nacional de Información de Desarrollo, Compendio estadístico .

INIDE. (2015). Instituto Nacional de Información de Desarrollo, Compendio estadístico. Anuario estadístico.

PACCAS. (2015). Estudio hidrológico e hidrogeológico de Corn Island.

Información del autor

Licenciado en ciencias ambientales, graduado en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2011.

Maestro en Ciencias en Recursos Hidráulicos, opción gestión integrada de los recursos hídricos, graduado en la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ciclo 2016-2017.