



CONVENTION ON WETLANDS
CONVENTION SUR LES ZONES HUMIDES
CONVENCIÓN SOBRE LOS HUMEDALES
(Ramsar, Iran, 1971)

Secretaria de la Convención Ramsar

Informe

Misión Ramsar de Asesoramiento No. 81

Sitio Ramsar Humedal San Miguelito- Canal Interoceánico de Nicaragua

Diciembre 2016

Índice

Resumen Ejecutivo

1. Introducción General

- 1.1 Los Humedales de Importancia Internacional y disposiciones de la Convención
- 1.2 Los conceptos de cambio en las características ecológicas, uso racional y servicios ecosistémicos
- 1.3 Misiones Ramsar de Asesoramiento (MRA)
- 1.4 La Cooperación Internacional en el marco de la Convención Ramsar
- 1.5 La Convención de Ramsar y el Impacto Ambiental
- 1.6 Aplicación de la Convención Ramsar en Nicaragua

2. Programa de Trabajo de la Misión

- 2.1 Objetivo de la Misión
- 2.2 Programa de Actividades

3. Aspectos de línea base de los Humedales de Importancia Internacional San Miguelito y Bluefields

- 3.1 Aspectos generales, criterios de designación, otros aspectos
- 3.2 Servicios eco-sistémicos
- 3.3 Aspectos físicos
 - 3.3.1 Clima y geomorfología
 - 3.3.2 Geología
 - 3.3.3 Hidrología superficial
 - 3.3.4 Hidrología subterránea
 - 3.3.5 Suelos y dinámica fluvial (solo para el Lago)
 - 3.3.6 Riesgos naturales

4. Aspectos de línea base del Lago de Nicaragua (Alfonso)

- 4.1 Aspectos generales
- 4.2 Servicios eco-sistémicos (Manuel)/falta
- 4.3 Aspectos físicos
 - 4.3.1 Clima y geomorfología
 - 4.3.2 Geología
 - 4.3.3 Hidrología superficial
 - 4.3.4 Hidrología subterránea
 - 4.3.5 Suelos y dinámica fluvial
 - 4.3.6 Riesgos naturales

5. Descripción del Estudio de Impacto Ambiental Canal Interoceánico de Nicaragua

- 5.1 Aspectos generales
- 5.2 Análisis crítico del contenido del EIA

- 5.2.1 Descripción del proyecto
- 5.2.2 Definición del área de influencia
- 5.2.3 Medio abiótico
- 5.2.4 Medio biótico
- 5.2.5 Medio Socioeconómico
- 5.2.6 Identificación y valoración de impactos ambientales
- 5.2.7 Programa de gestión ambiental

5.3 Análisis integrado

6. Análisis priorizado del estudio de impacto ambiental

6.1 Impactos sobre los componentes físicos

- Hidrología
- Hidrogeología

6.2 Impactos identificados en el EIA

- 6.2.1 Hidrología
- 6.2.2 Hidrogeología
- 6.2.3 Hidrodinámica

6.3 Medidas del proyecto (mitigación, reparación, compensación)

6.4 Plan de seguimiento ambiental

7. Conclusiones y Recomendaciones

8. Referencias

Misión Ramsar de Asesoramiento No. 81

Sitio Ramsar Humedal San Miguelito- Canal Interoceánico de Nicaragua

1. Introducción General

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional o Convención Ramsar es un tratado intergubernamental que proporciona el marco para la acción nacional y la cooperación internacional para la conservación y uso racional de los humedales y sus recursos. A marzo de 2016 hay 169 Países Parte en la Convención y 2,231 Humedales de Importancia Internacional, con una superficie total de 214, 936,005 hectáreas.

La Convención basa su acción en tres pilares, el uso racional de todos los recursos de humedales en cada país, la designación de humedales de importancia internacional y su gestión, y la cooperación internacional.

1.1 Los Humedales de Importancia Internacional y disposiciones de la Convención

Las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales tienen el deber, con arreglo al párrafo 4 del artículo 2, de designar por lo menos un sitio para ser inscrito en la Lista de Humedales de Importancia Internacional al firmar la Convención o depositar su instrumento de ratificación o de adhesión, de conformidad con las disposiciones del Artículo 9.

Según el artículo 1, párrafo 1 "son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" y "podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal" (artículo 2, párrafo 1).

La Lista Ramsar de Humedales de Importancia Internacional, de conformidad con el Artículo 2 del texto del tratado, es la piedra angular de la Convención de Ramsar y su principal objetivo es crear y mantener una red internacional de humedales que revistan importancia para la conservación de la diversidad biológica mundial y para el sustento de la vida humana a través del mantenimiento de los componentes, procesos y beneficios/servicios de sus ecosistemas. Igualmente, tiene como fin promover la cooperación entre las Partes Contratantes, y los interesados directos locales en la selección, designación y manejo de los sitios Ramsar.

La designación de sitios para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional "deberá basarse en su importancia internacional en términos ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos o hidrológicos" (párrafo 2 del artículo 2). Según el artículo 3 párrafo 1 de la Convención, las Partes están obligadas a "elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio".

En el artículo 3 párrafo 2 de la Convención, se estipula que cada Parte Contratante tomará las medidas necesarias para informarse lo antes posible acerca de las modificaciones de las condiciones ecológicas de los humedales situados en su territorio e incluidos en la Lista, y que se hayan producido o puedan producirse como consecuencia del desarrollo tecnológico, de la contaminación o de cualquier otra intervención del hombre. Las informaciones sobre dichas modificaciones se transmitirán sin demora a la Secretaría en el marco del Artículo 8.

En el anterior sentido, las Partes Contratantes se comprometen con la designación de los sitios Ramsar a administrar dichos sitios de forma tal que se mantengan las características ecológicas de cada uno de ellos y, de esa manera, mantener las funciones ecológicas e hidrológicas esenciales que redundan en última instancia en sus "productos, funciones y atributos".

El Registro de Montreux es un registro de los humedales inscritos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, en los que se están produciendo, se han producido o pueden producirse cambios en las características ecológicas como consecuencia del desarrollo tecnológico, la contaminación u otra intervención del ser humano. El Registro se lleva como parte de la Lista de Ramsar.

1.2. Los conceptos de cambio en las características ecológicas, uso racional y servicios ecosistémicos

El cambio en las características ecológicas está definido en el contexto de la Convención como el que se produce en cualquiera de los componentes (biológico, químico, físico), procesos ecológicos o servicios del humedal inducidos por la acción humana.

Por su parte, el concepto de uso racional es uno de los tres pilares de la Convención y hace referencia al mantenimiento del carácter ecológico a través de la implementación de un enfoque por ecosistemas en el contexto del desarrollo sostenible.

En el marco de la Convención Ramsar las Partes Contratantes, aprobaron mediante la Resolución IX.1 Anexo A.j los aspectos referentes a los servicios ecosistémicos de los humedales de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio. En este contexto se definen como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas Tabla 1. Estos incluyen la provisión de servicios tales como alimentos, agua, servicios de regulación como control de inundaciones, sequías, degradación de tierras y enfermedades. Servicios de soporte como formación de suelos y ciclos de nutrientes; servicios culturales como recreación, espirituales o religiosos así como otros beneficios no materiales.

Tabla 1. Servicios ecosistémicos de los humedales, definidos en la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005).

Suministro de servicios Productos obtenidos de los ecosistemas <ul style="list-style-type: none"> • Alimento • Agua potable • Combustible • Fibra vegetal • Bioquímicos • Recursos genéticos 	Regulación de servicios Beneficios obtenidos de los procesos de regulación de los ecosistemas <ul style="list-style-type: none"> • Regulación del clima • Control de enfermedades • Regulación del agua • Purificación del agua • Polinización 	Servicios culturales Beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas <ul style="list-style-type: none"> • Espirituales y religiosos • Recreación y turismo • Estético • Inspiracional • Educativo • Sentido de identidad • Patrimonio cultural
Servicios de soporte Servicios necesarios para la producción de todos los otros servicios del ecosistema Formación de suelos Ciclado de nutrientes Producción primaria		

1.3 Misiones Ramsar de Asesoramiento (MRA)

En el párrafo 18 de la Resolución X.13 (2008), las Partes Contratantes reafirmaron el compromiso “de aplicar plenamente los términos del Artículo 3.2 relativos a la obligación de informar sobre las modificaciones y conservar o restablecer las características ecológicas de sus sitios Ramsar, incluso mediante todos los mecanismos apropiados para abordar y resolver tan pronto como sea posible los asuntos por los que un sitio haya podido ser objeto de un informe en cumplimiento del Artículo 3.2; y, una vez resueltos dichos asuntos, presentar un nuevo informe para que las influencias positivas en los sitios y los cambios en las características ecológicas puedan reflejarse fielmente en los informes presentados a las reuniones de la Conferencia de las Partes, a fin de exponer con claridad el estado y las tendencias de la red de sitios Ramsar.”

En el marco de la Convención, se concede especial atención a la prestación de asistencia a las Partes Contratantes en el manejo y la conservación de los sitios designados de la Lista cuyas características ecológicas se vean amenazadas. Esta labor se lleva a cabo mediante la Misión Ramsar de Asesoramiento (MRA), un mecanismo de asistencia técnica adoptado oficialmente mediante la Recomendación 4.7 de la Conferencia de las Partes de 1990. El principal objetivo de este mecanismo es ofrecer asistencia a los países desarrollados y en desarrollo indistintamente con el fin de que resuelvan los problemas o las amenazas que hicieron o hacen necesaria la inclusión del sitio en el Registro de Montreux.

Tras recibir una solicitud de una Parte Contratante, la Secretaría conviene en organizar la MRA con las autoridades competentes y determina el tipo de experto que hará falta incluir en el equipo de la misión. El proyecto de informe de la Misión que consigna conclusiones y recomendaciones se transmite a las autoridades competentes que han solicitado la MRA para su revisión y la versión revisada definitiva del mismo se convierte en documento público, que puede servir de base para tomar medidas de conservación en el sitio.

1.4 La Cooperación Internacional en el marco de la Convención Ramsar

La Convención de Ramsar está llamada a desempeñar una función central en el contexto de la cooperación internacional, pues representa el principal marco para la cooperación

intergubernamental respecto de las cuestiones concernientes a los humedales. El Artículo 5 de la Convención sobre los Humedales estipula que: “Las Partes Contratantes celebrarán consultas sobre el cumplimiento de las obligaciones que se deriven de la Convención, especialmente en el caso de un humedal que se extienda por los territorios de más de una Parte Contratante o de un sistema hidrológico compartido por varias de ellas. Al mismo tiempo, se esforzarán por coordinar y apoyar activamente las políticas y regulaciones actuales y futuras relativas a la conservación de los humedales y de su flora y fauna”.

Para coadyuvar a las Partes Contratantes en el cumplimiento de este deber en virtud de la Convención, en 1999 la Conferencia de las Partes adoptó los Lineamientos para la cooperación internacional con arreglo a la Convención de Ramsar (Resolución VII.19).

Al adoptar los lineamientos la Conferencia pidió a las Partes Contratantes que prestaran especial atención a la identificación de humedales, cuencas hidrográficas y especies dependientes de humedales compartidos y cooperaran con otras Partes en su gestión; armonizaran la aplicación de la Convención de Ramsar con la de otros tratados; aumentaran el número de acuerdos de hermanamiento de sitios; e incrementaran el nivel y eficacia de los programas de asistencia internacional para el desarrollo conducentes a la conservación y el uso sostenible de los humedales a largo plazo.

1.5 La Convención de Ramsar y el Impacto Ambiental

En la Resolución VII.16 se pide a las Partes Contratantes que fortalezcan y consoliden sus esfuerzos para asegurarse de que todos los proyectos, planes, programas y políticas que puedan alterar el carácter ecológico de los humedales incluidos en la Lista Ramsar o impactar negativamente a otros humedales situados en su territorio, sean sometidos a procedimientos rigurosos de estudios de impacto y que formalicen esos procedimientos mediante las oportunas disposiciones en cuanto a políticas, legislación, instituciones y organizaciones. Además, en la Resolución se pide a las Partes que se aseguren de que los procedimientos de evaluación del impacto se orienten a la identificación de los verdaderos valores de los ecosistemas de humedales en cuanto a los múltiples valores, beneficios y funciones que proveen para permitir que esos amplios valores ambientales, económicos y sociales se incorporen a los procesos de toma de decisión y de manejo.

El objetivo 1 del Plan Estratégico 2009-2015, insta a las Partes a “elaborar y aplicar medidas legislativas en materia de Evaluación Ambiental Estratégica y Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) a fin de que se efectúe una EIA cuando proceda, en los humedales, comprendidos los sitios Ramsar, en que puedan producirse impactos negativos a causa de una propuesta de desarrollo, un cambio del uso de las tierras o el agua, especies invasoras, etc.”

Igualmente, la Resolución X.17 Evaluación del impacto ambiental y evaluación ambiental estratégica: orientaciones científicas y técnicas actualizadas, insta a las Partes Contratantes a valerse de estas directrices aprobadas por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y su pertinencia para la Convención de Ramsar aprobadas por la COP8 del CDB en 2006, mediante la Decisión VIII/28.

1.6. Aplicación de la Convención Ramsar en Nicaragua

Nicaragua se adhiere a la Convención Ramsar el 30 de Noviembre de 1997 e incluye como primer Humedal de Importancia Internacional a los Guatuzos. Actualmente cuenta con 9 sitios Ramsar o Humedales de Importancia Internacional que cubren 406,852 hectáreas.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales es la Autoridad Administrativa de la Convención y agencia implementadora en Nicaragua.

A través del Fondo de Humedales para el Futuro, Nicaragua ha recibido apoyo financiero por un valor de USD\$23,486 para la implementación de proyectos orientados hacia el fortalecimiento de capacidades y formulación de planes de manejo. Igualmente, por el Fondo de Pequeñas Subvenciones se financio los proyectos “Delimitación de la Reserva Natural Laguna de Tisma” por un valor de CHF\$25,000 y “Plan de manejo para la conservación y uso racional de la cuenca del humedal Ramsar Lago Apanas Asturias por un valor de CHF\$39,999.

Respecto a sitios en el Registro de Montreux, se agregó a la lista el sitio Ramsar Bahía de Bluefields, el 15 de enero de 2007 atendiendo las recomendaciones de la Misión Ramsar de Asesoramiento que tuvo lugar al sistema en el año 2005.

En cuanto a otros procesos de implementación, Nicaragua hace parte de la Iniciativa Regional para la Conservación y Uso Racional de Manglares y Corales que opera en el marco de la Convención.

Como parte, de la visita realizada en el contexto de la Misión Ramsar de asesoramiento se tuvo conocimiento de las actividades de uso racional que se viene desarrollando en el humedal de San Miguelito.

2. Programa de Trabajo de la Misión

2. 1 Objetivo de la Misión

El gobierno de Nicaragua mediante comunicación del 23 de Octubre de 2014, solicito a la Secretaria de la Convención Ramsar la realización de una Misión Ramsar de Asesoramiento al sitio Ramsar Humedal de San Miguelito con el fin de asistir y asesorar en el manejo del sitio dado que la ruta definida para la construcción del Canal Interoceánico de Nicaragua pasa por el extremo sur del sitio.

Como respuesta a la solicitud del Gobierno de Nicaragua, y de acuerdo a las competencias de la Secretaria, la Misión Ramsar de Asesoramiento se realizó bajo un enfoque técnico y tuvo lugar del 12-16 de enero de 2015 con el fin de proporcionar recomendaciones al Gobierno de Nicaragua respecto al proyecto del Canal Interoceánico que permitan el mantenimiento de las características ecológicas del Sitio Ramsar Humedal de San Miguelito.

Es importante hacer énfasis que el presente informe presenta una serie de conclusiones y recomendaciones a los estamentos de gobierno y tomadores de decisiones con base a la información técnica suministrada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales,

complementada por las presentaciones técnicas, visita al área del proyecto y Estudio de Impacto Ambiental y Social preparado por la firma ERM.

2. 2. Programa de Actividades

La Misión se realizó del 12-16 de enero de 2015 y conto con el apoyo del personal directivo del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en cabeza de la Sra. Ministra y Viceministro así como profesionales del Ministerio, Presidencia de la República, la Academia y Ejército Nacional. En este sentido la Secretaria de Ramsar agradece al gobierno de Nicaragua a través de los anteriores estamentos sus oficiales y expertos técnicos todo el apoyo prestado para el desarrollo de la misión.

La Misión estuvo coordinada por la Secretaria de la Convención Ramsar a través de la Consejera Principal para las Américas, e hicieron parte de la misma un experto en hidrogeología, hidrología, geología y otro en ecología acuática, limnología y recursos acuáticos. Así mismo, el gobierno de Nicaragua asignó un grupo de expertos técnicos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

La Misión reviso la información provista por el Gobierno de Nicaragua durante la visita así como la proporcionada a partir de las reuniones técnicas con los expertos Nicaragüenses. Los documentos consultados se encuentran listados en la bibliografía y el programa de la Misión en el anexo 1.

Igualmente, gracias a la colaboración del Ejército de Nicaragua y el Ministerio de Ambiente fue posible realizar una visita aérea al área del proyecto y en especial al humedal de San Miguelito.

3. Aspectos de línea base del Humedal de Importancia Internacional San Miguelito

De los 9 sitios Ramsar designado por el Gobierno de Nicaragua 3 de ellos se encuentran en el Lago de Nicaragua: Humedales de San Miguelito, Refugio de Vida Silvestre los Guatuzos y Sistema de Humedales de la Bahía de Bluefields.

Si bien el enfoque de la Misión está dirigido en primer término al Humedal San Miguelito se consideró pertinente incluir análisis del sitio Ramsar Bluefields dado su ubicación en el área de influencia directa/indirecta del proyecto.

De acuerdo a lo anterior, en este capítulo se hace referencia en un primer término a los aspectos generales del sitio Ramsar de San Miguelito y Bluefields para luego entrar a la descripción de los aspectos físicos (hidrología, geología, suelos) del Lago de Nicaragua, dado el papel determinante que juega en la dinámica del sitio Ramsar y en su cuenca.

Posteriormente, en el capítulo siguiente se abordara la descripción del proyecto del Canal Interoceánico con base al estudio de impacto ambiental y social preparado por la firma ERM.

3.1 Aspectos generales, criterios de designación.

Humedal de Importancia Internacional San Miguelito

Fue designado como Humedal de Importancia Internacional el 8 de Noviembre de 2001, cubriendo un área de 43,475 ha , se encuentra en el Municipio de San Miguelito en el Departamento del Río San Juan y la región Autónoma Atlántico Sur.

San Miguelito tiene una parte colindante con el Lago Cocibolca o Lago de Nicaragua, famoso por sus tiburones únicos en el mundo que sobreviven en el agua dulce. Tiene una extensión de 8,264 km² y separado del pacifico por un istmo de unos 20 Km. y desagua en el mar Caribe a través del caudaloso Río San Juan. El término municipal limita al norte con los municipios de Morrito y El Almendro, al sur con el municipio de San Carlos, al este con el municipio de Nueva Guinea y al oeste con el Lago Cocibolca; las islas El Boquete, El Carrizal y El Guarumo, pertenecen a este municipio. La cabecera municipal está ubicada a 284 Km. de la ciudad de Managua.

A la fecha la Autoridad Administrativa Ramsar de Nicaragua ha entregado la Ficha Informativa Ramsar actualizada del sitio la cual se encuentra en revisión por parte de la Secretaria.

De acuerdo a la Ficha Informativa Ramsar, 2011, el sitio fue incluido en el listado de Humedales de Importancia Internacional de la Convención atendiendo a los siguientes criterios:

Criterio 1.

Es un humedal representativo, especialmente bueno de un humedal natural que se caracteriza por los ríos y caños que desembocan en el Gran Lago Cocibolca, el Lago más grande del istmo mesoamericano.

También es un ejemplo representativo, especialmente bueno de un humedal que desempeña un papel hidrológico, biológico y ecológico significativo en el funcionamiento natural de la cuenca hidrográfica del Gran Lago Cocibolca.

Criterio 2

En el sitio se encuentran especies amenazadas y vulnerables y se constituye en el hábitat adecuado para la reproducción de especies en peligro como los caimanes, las tortugas, las iguanas, el jaguar, el ocelote, el tigrillo y los mapaches.

Criterio 3

En los humedales de San Miguelito se encuentran diversidad de especies de flora y fauna por encontrar en estos ecosistemas condiciones favorables y saludables que hace posible la diversidad genética y ecológica en las especies autóctonas, residentes y migratorias. Esta condición hace de los humedales de San Miguelito un sitio que puede ser categorizado como Refugio de Vida Silvestre.

Criterio 8

Además de ser áreas utilizadas durante el desove de otras especies de importancia comercial, como la tilapia, las mojarra, el roncador y el robalo y de importancia ecológica para algunos peces migratorios tales como lo son: tiburón, pez sierra, sábalo real, roncador y el urel.

Sitio Ramsar Sistema de Humedales de Bluefields

El Sistema Humedal de Bluefields fue designado el 27 de Julio de 2000 y cubre 86.500, 58 Hectáreas. Se encuentra parcialmente dentro de la Reserva Natural Cerro Silva, ubicada en la Región Autónoma del Atlántico Sur de Nicaragua (RAAS), en el municipio de Bluefields y en el caso de parte de los humedales de Mahogany en el municipio de Rama.

El sitio fue incluido en el listado de Humedales de Importancia Internacional de la Convención atendiendo a los siguientes criterios:

Criterio 1

Por ser un ejemplo representativo especialmente bueno de un humedal que desempeña un papel hidrológico, biológico y ecológico significativo en el funcionamiento natural de una cuenca hidrográfica o sistema costero extensos. En este contexto, el sistema provee a las poblaciones locales de alimentos, fibras o combustibles; mantenimientos de valores culturales; sostén de cadenas alimenticias, calidad de agua, control de inundaciones o estabilidad climática.

Criterio 2

Principalmente los bosques inundados (yolillales) y los bosques de mangle, cumplen la función de corredores biológicos y hábitats de refugio, así como cotos de caza para fauna mayor, entre ellas especies reconocidas a nivel mundial como en peligro de extinción (Pantera onca, Tapirus bairdii, Alouatta palliata, Leopardus pardalis y Trichechus manatus).

Criterio 3

La diversidad de aves presentes en la zona es la que normalmente se espera en un humedal de este tipo, sin embargo, la abundancia de estas aves no es muy alta: se considera que este fenómeno se debe principalmente a que las aves recién están colonizando estas áreas. Muy probablemente como consecuencia del drástico cambio en la fisonomía de toda la zona por el huracán. Los bosques inundados, que anteriormente dominaban el área, se transformaron en llanos de inundación, por lo que se presume que este cambio abrió nuevos espacios para aves acuáticas (Castrillo, 1999).

Criterio 4

Aves como *Mycteria americana*, se reproducen en la zona, habiéndose observado colonias de hasta 500 parejas anidando. Adicional a esto, los estuarios proveen hábitat para refugio y crecimiento de camarón el cual es sumamente importante para las poblaciones humanas que viven de su pesca, principalmente las etnias Creoles y Ramas (Castrillo y Ramos, 1999a).

Criterio 8

A pesar del proceso de regeneración, el sistema sustenta (principalmente en los ríos y caños asociados directamente a las llanuras de inundación) grandes poblaciones de peces en épocas críticas de sus ciclos biológicos, principalmente en los períodos de crecimiento y reproducción.

Una buena cantidad de ellos pasan en estas áreas desde sus etapas larvales hasta su madurez, contribuyendo al mantenimiento de regulares poblaciones de aves migratorias que utilizan, principalmente, los llanos de inundación y los sistemas estuarinos (manglares) como áreas de alimentación.

Las migraciones de peces que se dan por períodos, en todo el sistema, sustentan las pesquerías artesanales de la bahía y en la zona marina adyacente a ésta. Dentro de estas pesquerías se incluyen además crustáceos y moluscos, los que se desarrollan en el cuerpo de agua de la bahía. En el caso de los moluscos, son principalmente almejas y ostras (*Polymesoa* y *Crassoostreas*), y en el caso de los crustáceos, son los camarones y dos variedades de cangrejo azul (*Callinectes sapidus* y *Callinectes bocourti*). Estos últimos utilizan los manglares como área de refugio y crianza antes de iniciar sus respectivas migraciones hacia el mar.

A continuación se describen las características generales de los humedales de Importancia Internacional San Miguelito y Bluefields:

El **humedal de San Miguelito (HSM)**, está ubicado en el municipio del mismo nombre Departamento de Río San Juan, República de Nicaragua, América Central; a 58 Km. al noroeste de la de la ciudad de San Carlos cabecera departamental. San Miguelito tiene una parte colindante con el Lago Cocibolca, famoso por sus tiburones únicos en el mundo que sobreviven en el agua dulce, tiene una extensión de 8,264 km² y separado del Pacífico por un istmo de unos 20 km. y desagua en el mar Caribe a través del caudaloso Río San Juan.

Dentro de las comunidades vegetales asociadas a este humedal podemos observar Charrales, tacotales, pastizales, vegetación hidrófila y bosque de tierra firme latifoliado generalmente sobre la ribera de los ríos de galería y secundario. Las cuales podemos agruparlas en los siguientes tipos de humedales: i) Sistemas palustrinos compuestos por las llanuras de inundación: Llano Grande, El Venado, Llano Marina, Llano Hojachigue, Rincón del Patacón, Puerto Viejo, Bajos del Carmen, El Corozal y Llanos El Pedernal, los pantanos herbáceos en las desembocaduras de los ríos, los bosques inundados ribерinos; b) Sistemas lacustrinos compuestos por un sector del Lago Cocibolca (Lago de Nicaragua), incluyendo las zonas costeras y c) Sistemas ribерinos compuestos por los ríos: Cerro Grande (Palanca), Palo Ralo, Tepenaguazapa, Piedras, Camastro, Charral, Congo, Tule y sus respectivos afluentes; también se incluye el estero de agua dulce El Chilimoyo y Charral entre otros ríos menores.

Entre las formaciones vegetacionales antes mencionadas de San Miguelito se encuentran especies forestales representativas, tales como: Cedro Real (*Cedrela odorata*), Caoba (*Sweitenia humillis*), roble (*Tabebuia* sp.), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), genízaro (*Phytocellobium saman*), camibar (*Copaifera aromatica*), laurel (*Cordia alliodora*), madero negro (*Gliricidia sepium*), guachipilin (*Diphysa robinoides*), jobo (*Spondias bombin*), además una variedad de frutales por ej. Mamón, nispero, naranja, mango, aguacate, mandarina, limón, guayaba, nancite, guaba, granadilla, maracuyá, pera de agua, papaya, coco, sonzapote, zapote, tamarindo, igualtil, marañón, olosapo, melocotón, jocote guanábano, carao, cacao, anona, almendro, musáceas (Córdoba y López, 1998 citado en Ficha informativa Ramsar Sistema de Humedales de San Miguelito, 2000).

En relación a la fauna es una de las más interesantes del trópico americano debido a sus asociaciones lacustres y fluviales (CCT 1999 y Saravia 1996, citado en Ficha informativa Sistema de Humedales de San Miguelito, 2000) Entre los mamíferos más importantes tenemos muchas especies en peligro de extinción, tales como: Jaguar (*Panthera onca*), León Puma (*Puma concolor*), Ocelote (*Leopardus pardales*), Caucel (*Leopardus weidii*), León breñero (*Herpailurus yaguaroundi*), Danto (*Tapirus terrestres*) Mono colorado (*Geoffroyi*), y Hormiguero Gigante (*Myrmecophaga tridactyla*). También existen especies cinegéticas tales como: Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), Cabro de monte o venado puco (*Mazama americana*), Tepescuintle, Guardatinaja o Guilla (*Agouti paca*), Guatuza (*Dasyprocta punctata*), Sahino (*Tayassu tajacu*) entre otros (Maffei et al 1998).

Dentro del grupo de las aves, estudios realizados se registraron en un inventario preliminar 144 especies de 43 familias, de las cuales 48 especies son migratorias, 27 directamente asociada a los humedales y 27 especies asociadas a las comunidades vegetales adyacentes a los humedales. (Chediack et al. 1998). Riqueza que representa un 22.67% de un total de 635 especies registradas para Nicaragua. Dentro de las especies amenazadas encontradas en San Miguelito, están: Zanate o Clarinero (*Quiscalus mexicanus*), Veterano o Galán sin Ventura (*Jabiru mycteria*), Charrán común (*Sterna hirundo*) Pelicano (*Pelecanus sp.*), Guisito (*Empidonax virescens*), Reinita Andarina (*Seiurus aurocapillus*). También se registró colonias de Pato Chanco (*Phalacrocorax brasilianus*), Casmerodius albus, Gallinita de Playa (*Jacana espinosa*), Cuaca (*Nycticorax nycticorax*), Cuaca de Color (*Cochlearius cochlearius*), Garza Morena o Espátula Rosada (*Ajaia ajaja*), Gavilán colorado (*Busarellus negricollis*) entre otras.

En el lago de Nicaragua y humedales asociados, las especies más singulares son los escualos de agua dulce, como: Tiburón toro (*Carcharhinus leucas*) y dos especies de pez cierra (*Pristis pectinatus* y *Pristis peroteti*), cuya especial adaptación osmótica a las condiciones dulceacuícolas es de carácter único mundial (INDES-CEDAPRODE, 1997). También se encuentra el sábalo real (*Tarpon atlanticus*), gaspar (*Atractosteus tropicus*, INDES-CEDAPRODE, 1997) y una gran variedad de especies de importancia alimentaria incluyendo especies introducidas (exóticas) como la tilapia (*Oreochromis nilótica*). Villa (1982), registra una riqueza ictiológica compuesta por un total de 59 especies, 36 géneros y 17 familias de peces, de los cuales 6 son especies migratorias marinas y 9 son endémicos.

En cuanto a la fauna de reptiles esta descrito el Lagarto (*Crocodylus acutus*) y el caimán (*Caiman Crocodylus*) ambas especies consideradas vulnerables, (IUCN, 1998 y Mandujano et al. 1998). Las tortugas de agua dulce (*Kinosternon leucostomun*, *Kinosternon scorpiodes*) también son especies muy abundantes en estos humedales.

El Sistema de **Humedales de la Bahía de Bluefields (HBB)** está conformado por diversos ecosistemas, desde salados a dulceacuícolas, distribuidos en el entorno de la Bahía que en realidad es una laguna costera. La cuenca de la que es receptor el sistema es la del Río Escondido, con un área total de 12.700 km², los aportes de aguas oceánicas se dan a través de dos bocas, el Bluff y Hone Sound. La dinámica de las aguas del sistema de humedal está determinada por los flujos de agua dulce y por la acción de las mareas. El flujo de las corrientes y los grados de salinidad dentro de la bahía están influenciados por el periodo, ya sea la estación seca o lluviosa y por el nivel de pluviosidad.

Las principales formaciones vegetales registradas en el área son: i) Llanos de Inundación (Pantanos de Herbáceas), áreas que permanecen inundadas temporal o permanentemente, dominadas por vegetación herbácea, principalmente Gramíneas y Ciperaceas, en algunos casos con presencia dispersa de árboles y/o palmas; ii) Manglares, áreas anegadas sujetas a intercambio de mareas dominadas por especies de mangle, en esta zona la asociación vegetal comprende cuatro especies, Mangle rojo (*Rhizophora mangle*) es la más abundante, Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), Mangle negro (*Avicennia germinans*) y, en algunas áreas, Mangle de piña o prieto (*Pelliciera rhizophorae*); iii) Bosques Pantanosos (Yolillales), estos bosques son mixtos y se caracterizan por la presencia abundante de la palma Yolillo (*Raphia taedigera*), la asociación principal se establece con Sangregrado (*Pterocarpus officinalis*) y se encuentran otras especies arbóreas como Cedro macho (*Carapa guianensis*) que pueden soportar el exceso de humedad, y iv) Bosque de Galería, esta vegetación se asienta sobre las riveras de los ríos, caracterizándose en la mayoría de sectores por presentar una asociación vegetal conformada por tres doseles; el dosel superior dominado por Guácimo colorado (*Luehea semannii*), el dosel intermedio por Sotacaballo (*Zigia longifolia*) y/o Guabo (*Inga sp.*) y el dosel inferior dominado por vegetación herbácea. En algunas áreas la vegetación de galería es dominada por Bambú (*Bambusa sp.*).

En el grupo de las aves se ha reportado la presencia de especies que se encuentran en el listado oficial de la República de Nicaragua como especies en peligro o amenazadas de extinción según CITES. Entre las más importantes están Pancho galán (*Jabiru mycteria*), Gavilán de las rondas (*Buteo magnirostris*), Gavilán gris (*Buteo nitidus*), Asturina nitida, Gavilán de Swainson (*Buteo swainsonii*), Gavilán cangrejero (*Buteogallus anthracinus*), Gavilán semiplomizo (*Leucopternis semiplumbea*), Caracara crestado (*Caracara plancus*), Halcón murcielaguero (*Falco ruficularis*), Perico frente oliva (*Aratinga nana*), Búho de anteojos (*Pulsatrixperspicillata*), Colibrí rabirrufo (*Amazilia tzacatl*), Pato real (*Cairina moschata*), Pichecomún (*Dendrocygna autumnalis*) y Pavón (*Crax rubra*).

Entre las especies más importantes de mamíferos se encuentran el Mono congo (*Alouatta palliata*), Tigrillo (*Leopardus pardalis*), Tigre (*Panthera onca*), Manatí (*Trichechus manatus*), Danto (*Tapirus bairdii*), Mono cara blanca (*Cebus capucinus*), Chancho de monte (*Tayassu pecari*), Guardatinaja (*Agouti paca*) y el Venado (*Odocoileus virginianus*). En el grupo de los reptiles la especie más importante es Cuajipal (*Caiman crocodrilus chiapasius*).

La revisión más actualizada de antecedentes del estado de la biodiversidad biológica en humedales, se desarrolló en el marco de elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social-Canal de Nicaragua. Es dicho estudio se presentaron las siguientes conclusiones (Resumen Ejecutivo, página 41): i) Nicaragua es parte del Corredor Mesoamericano de biodiversidad, es uno de los 35 hotspot de biodiversidad designados en el planeta; ii) los ríos y esteros proveen hábitats para un diversos grupos de biota acuática, incluyendo potencialmente dos nuevas especies de peces y varias especies migratorias de peces y decápodos; iii) El Lago Nicaragua, es un ecosistema acuático de importancia global para la aves migratorias y nidificación de especies coloniales, con presencia de numerosos peces endémicos y raras, típicamente marinas que no son encontradas en otras hábitats similares alrededor del mundo; iv) se reconocen varias áreas protegidas de importancia nacional e internacional, entre ellas se mencionan el sitio Ramsar San Miguelito y numerosas sitios de nidificación de aves próximos a la Reserva de Biológica de Indio Maíz; y v) hábitats para 22 especies identificadas como en

peligro o en peligro crítico por IUCN, para especies de flora y fauna de ambientes marinos, dulceacuícolas y terrestres.

En la actualidad, Nicaragua no cuenta con un registro acerca de cuántas especies de flora y fauna se encuentran con problemas de conservación, se reconoce como de una actividad relevante de desarrollar, debido a la reducción de las áreas naturales ocasionada por el avance de la frontera agrícola y a los niveles de degradación a que los ecosistemas se encuentran sometidos a causa de la actividad humana. Sin embargo, los antecedentes disponibles permiten establecer claramente que de los humedales de Importancia Internacional San Miguelito y Bluefields, son sitios de alto valor para la conservación biológica, en términos de su biodiversidad.

3.2 Servicios ecosistémicos

Del Humedal de San Miguelito dependen gran parte de las actividades socioeconómicas y culturales del poblado y las comunidades adyacentes al mismo, tales como: Ganadería, agricultura, pesca artesanal y semi industrial, materia prima para construcción de viviendas, alimentación, transportes y recreación. Estos humedales mantienen una rica diversidad biológica; sustentada en su variedad de ambiente y nichos para un gran número de especies de aves, peces, reptiles y mamíferos, nativos, residentes y migratorios.

También como beneficios indirectos, estos ecosistemas cumplen una función primordial en la prevención de desastres naturales e inundaciones, retenedores de sedimentos y control de la erosión, depuración y reciclaje de las aguas del Lago Cocibolca, en las condiciones climatológicas, entre otras funciones que otorgan diversos atributos que se pueden considerar como servicios ambientales de suma importancia e indispensable para la existencia de seres vivos en estos ecosistemas.

De acuerdo a la propuesta de Ecosistemas del Milenio, los servicios ambientales / ecosistémicos son los beneficios que obtienen las personas de los ecosistemas. Estos incluyen los servicios de suministro, regulación y culturales que directamente afectan a las personas, además de los servicios necesarios para mantener los procesos ecológicos (soporte).

El humedal de San Miguelito presenta una serie de servicios ecosistémicos fundamentales para mantener la estructura y funcionamiento del territorio. Este humedal mantiene una rica diversidad biológica; sustentada en su variedad de ambientes y nichos para un gran número de especies de aves, peces, reptiles y mamíferos, nativos, residentes y migratorios. También como beneficios indirectos, estos ecosistemas cumplen una función primordial en la prevención de desastres naturales, en la depuración y reciclaje de las aguas del Lago Cocibolca, en las condiciones climatológicas, entre otras funciones que otorgan diversos atributos que se pueden considerar como servicios ambientales de suma importancia e indispensable para la existencia de seres vivos en estos ecosistemas. De este humedal dependen gran parte de las actividades socioeconómicas y culturales del poblado de San Miguelito y las comunidades adyacentes al mismo, tales como: ganadería, agricultura, pesca, materia prima para construcción de viviendas, alimentación, transportes y recreación.

Entre los servicios ecosistémicos más relevantes del HSM podemos destacar los siguientes:

Control de inundaciones: el HSM tiene una superficie de 43,475 ha, formado por un mosaico de cuerpos y cursos de agua, los cuales acumulan y redistribuyen el caudal proveniente de los ríos Los Camastro, Piedra, Tepenguazapa, y Tule. Estas aguas finalmente son recibidas por en el Lago Cocibolca, donde variaciones en el nivel del Lago afectan durante el periodo de crecidas las viviendas del poblado de San Miguelito y localidades vecinas. La capacidad de los humedales de amortiguar las crecidas permite el normal desarrollo de los procesos ecológicos y las actividades de las comunidades locales.

Depuración de aguas: el HSM recibe aguas residuales sin tratamiento provenientes de los asentamiento humanos y de la ganadería extensiva localizada en sus márgenes (coliformes fecales). Dicha carga de contaminación biológica es abatida parcialmente por los procesos biogeoquímicos que ocurren en el interior del humedal, principalmente por el consorcio entre las plantas acuáticas y bacterias.

Retención de sedimentos y nutrientes: en la cuenca hidrográfica que alimenta el HSM se realizan actividades de ganadería extensiva, agricultura, obtención de madera para la construcción de viviendas. Actividades que de manera sinérgica aportan sedimentos al Lago Cocibolca. Es en este contexto donde una de las funciones más importante del HSM, es la retención y reciclamiento de sedimentos y nutrientes que ingresan desde la cuenca hidrográfica, proceso que ocurre transfiriendo esos materiales a la trama trófica.

Reservorios de biodiversidad: los antecedentes disponibles de riqueza y abundancia de flora y fauna acuática y terrestre en el HSM, permiten señalar claramente el alto valor que presenta el área en términos de su biodiversidad, la cual está íntimamente ligada con las características de los ecosistemas acuáticos y terrestres. El HSM constituye un área de importancia para la conservación de especies únicas a escala nacional e internacional.

Productos de los humedales: en el HSM existe pesquería artesanal extensiva, la cual utiliza atarrayas como principal arte de pesca. El aprovechamiento forestal ocurre a escala extensiva por pobladores locales como un medio de subsistencia, para la construcción de viviendas y extracción de leña. Sin embargo, la transformación de los humedales en praderas de pastoreo en una de las actividades más frecuentes de observar en el HSM.

Recreación y turismo: el ecoturismo es una actividad importante en el HSM, se realiza principalmente en el sector aledaño a la localidad de San Miguelito.

El humedal de Bahía BlueFields (HBB) corresponde a una laguna costera, donde dominan los terrenos bajos sometidos a un régimen de inundaciones periódicas por las mareas y crecidas de los ríos. Las áreas que se inundan, están compuestas por manglares, bosques de yolillo y llanos de inundación, los que en términos generales se encuentran en estado natural. El área presenta una población multiétnica (Creoles, indígenas Ramas y mestizos principalmente), los cuales se concentran en las colinas, que sobresalen en los humedales, y en las riberas de los ríos. En general la zona tiene problemas de contaminación de menor intensidad y un creciente aumento poblacional, que están afectando las funciones y atributos de los humedales, aunque varias comunidades ya se han organizado en un grupo de guarda parques comunales, protegiendo los recursos naturales de parte del sistema de humedales.

Entre los servicios ecosistémicos más relevantes del HBB podemos destacar los siguientes:

Control de inundaciones: el HBB es una laguna costera que se conecta temporalmente con el mar Caribe a través de una barra terminal, característica que le permite regular las mareas que ingresan al humedales y las crecidas de los ríos, actuando como un embalse de regulación. La regulación de las inundaciones favorece la estabilidad de los ecosistemas acuáticos y terrestres, y los asentamientos humanos.

Recarga de aguas subterráneas: en el sector de HBB se producen cerca de 7.000 mm de precipitaciones anuales. Lo cual permite establecer que la recarga de aguas subterráneas que ocurre en el HBB, constituye un aporte hídrico importante de soporte para los ecosistemas durante periodos de estiaje.

Retención de sedimentos y nutrientes: los principales ríos que desembocan en la Laguna de Bluefields son El Escondido, que es formado por la confluencia de los ríos Siquia y Mico con una extensión aproximada de 70 km, y el Kukra con una extensión aproximada de 75 km. Los cuales aportan una elevada carga de sedimentos y nutrientes que quedan acumulados en el HBB, reduciendo el transporte de estos materiales a los ecosistemas del mar Caribe.

Reservorios de biodiversidad: si bien es cierto no existen datos cuantitativos, que abarquen todo el sistema de HBB, sobre el tamaño de las poblaciones o de su abundancia relativa, existen en la zona especies que le dan valor a la misma con su sola presencia. Tal es el caso de *Jabiru mycteria* (Pancho galán), la que es una especie que se encuentra reconocida como en Peligro de Extinción. Así mismo estos humedales son muy importantes para el mantenimiento de las cadenas alimenticias, por ejemplo estos sitios proporcionan agua y alimento a los grupos de venado (*Odocoileus virginianus*) y chancho de monte (*Tayassu pecari*) en el periodo seco (verano), los cuales constituyen el principal alimento de Tigre (*Panthera onca*). Se reconoce que la zona es importante para el mantenimiento de la biodiversidad ya que estos ecosistemas se han convertido en un área de refugio y dispersión para diversos grupos de animales. En el caso de las especies acuáticas, los cuerpos de agua mantienen cantidades significativas de peces, de los cuales, algunos sirven de alimento a otros peces del área o migratorios (p.e. *Tarpon atlanticus*), y al mismo tiempo sustentan la vida de grupos de aves acuáticas.

Productos de los humedales: En el área se desarrollan pesquerías artesanales (peces, camarones, langostas, ostras, cangrejos, otros) y cacería de fauna nativa (venado, chancho de monte, guardatinaja, entre otros), que son la base económica y cultural de las comunidades indígenas. la principal actividad económica es la producción de granos básicos para autoconsumo. Los productos más cosechados son el arroz, frijol y maíz, también producen musáceas y tubérculos. Algunas fincas tienen potreros, pero la ganadería principalmente es de subsistencia. La mayor concentración de Creoles se encuentra sobre Caño Negro de Bluefields. En este sector existe una actividad ganadera un poco más fuerte que en el resto de áreas, encontrándose los potreros en las lomas que sobresalen del humedal y en pequeños sectores de suampo alrededor de estas, los que son utilizados en el tiempo de verano. También se realiza la extracción de productos vegetales como leña, madera, palmas para techos y algunos sectores son ocupados para el cultivo de arroz, los cuales son transitorios y de subsistencia.

Recreación y turismo: este humedal es considerado por el Instituto Nicaragüense de Turismo como un destino turístico de importancia local y nacional, a diario más de 800 personas que utilizan esta ruta del transporte acuático. En el recorrido se pueden observar no solo las casas, los muelles y barcos, sino también las formaciones vegetales que caracterizan a estos humedales, que están determinadas espacialmente por los diferentes grados de salinidad existentes.

3.3 Aspectos físicos (Alfonso)

Dos de los humedales designados como humedales de importancia internacional por la Convención Ramsar se encuentran localizados dentro de la zona de influencia del Canal de Nicaragua: el humedal Ramsar San Miguelito ubicado en la parte oriental del Lago de Nicaragua, y el humedal Ramsar Bluefields, ubicado al norte de la desembocadura del canal en el lado atlántico (ver Figura 1.1).

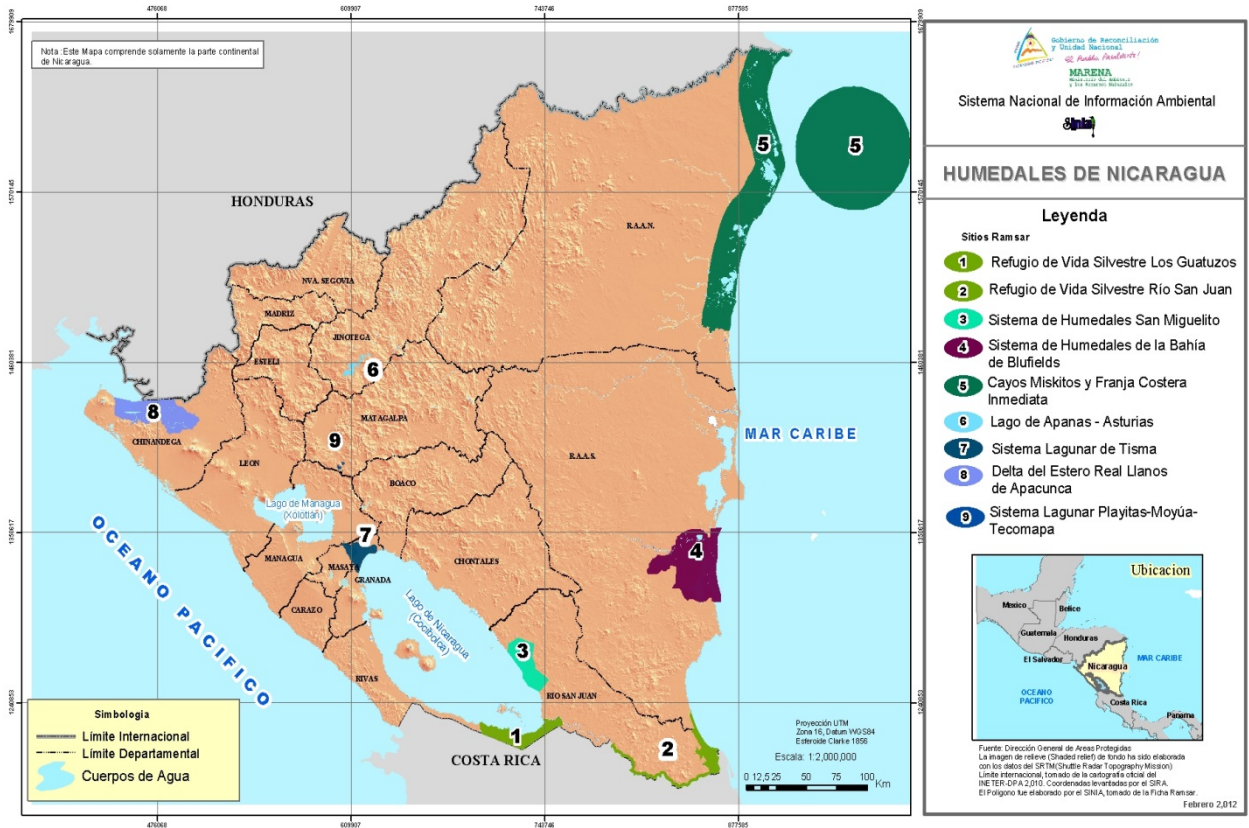


Figura 1.1 Localización de los humedales de importancia internacional San Miguelito (3) y Bluefields (4).

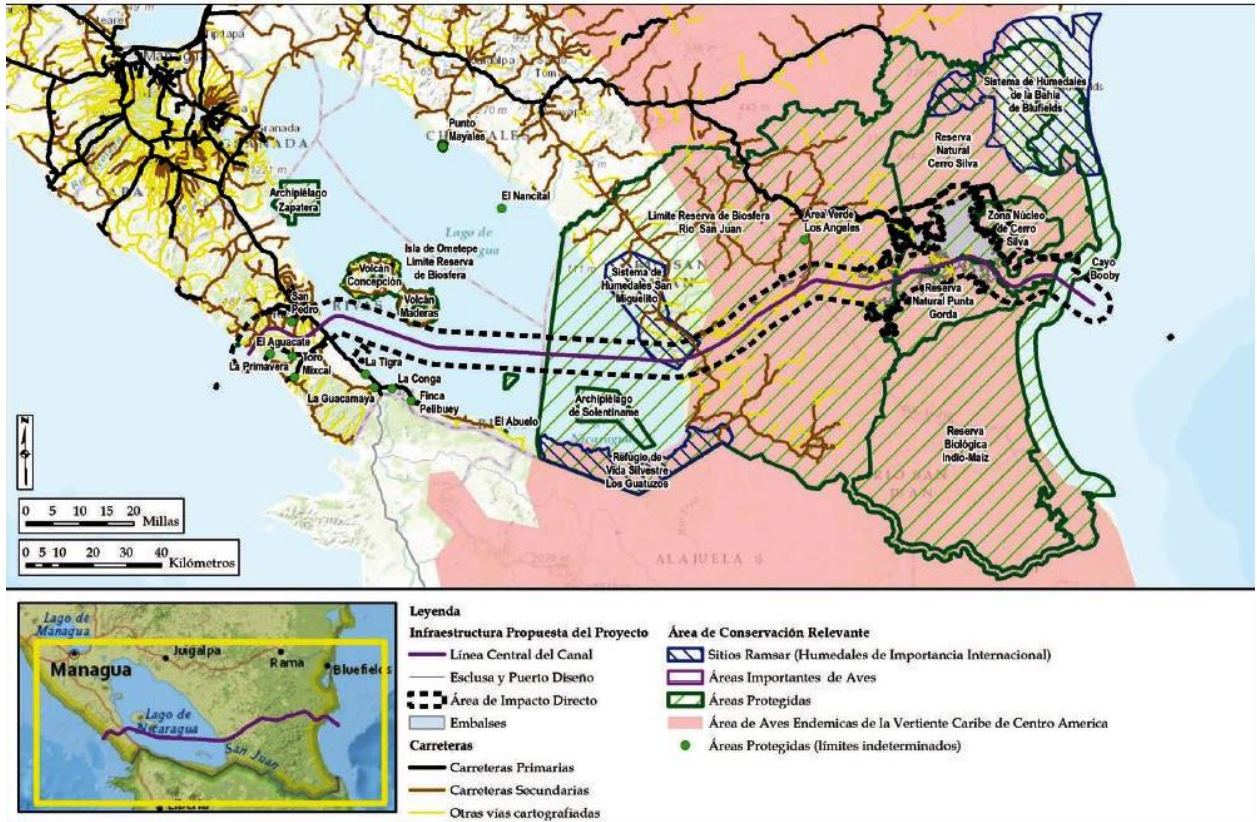


Figura 2.1 Localización de los humedales de importancia internacional San Miguelito y Bluefields con respecto al Canal de Nicaragua.

El humedal San Miguelito se localiza justo en el cruce de la alternativa propuesta, en la parte sudeste del Lago Nicaragua aproximadamente 25 km al norte del poblado de San Carlos (Figura 2.1 y 3.1). Por su lado, el centro del sistema de humedales de la Bahía de Bluefields se localiza aproximadamente 40 km al norte del final de la ruta propuesta del Canal de Nicaragua (línea central, Figura 3.2) entre los ríos Punta Gorda y Escondido.

Esta sección describe los aspectos de línea base de ambos humedales relacionados son su clima, rocas, aguas y suelos.

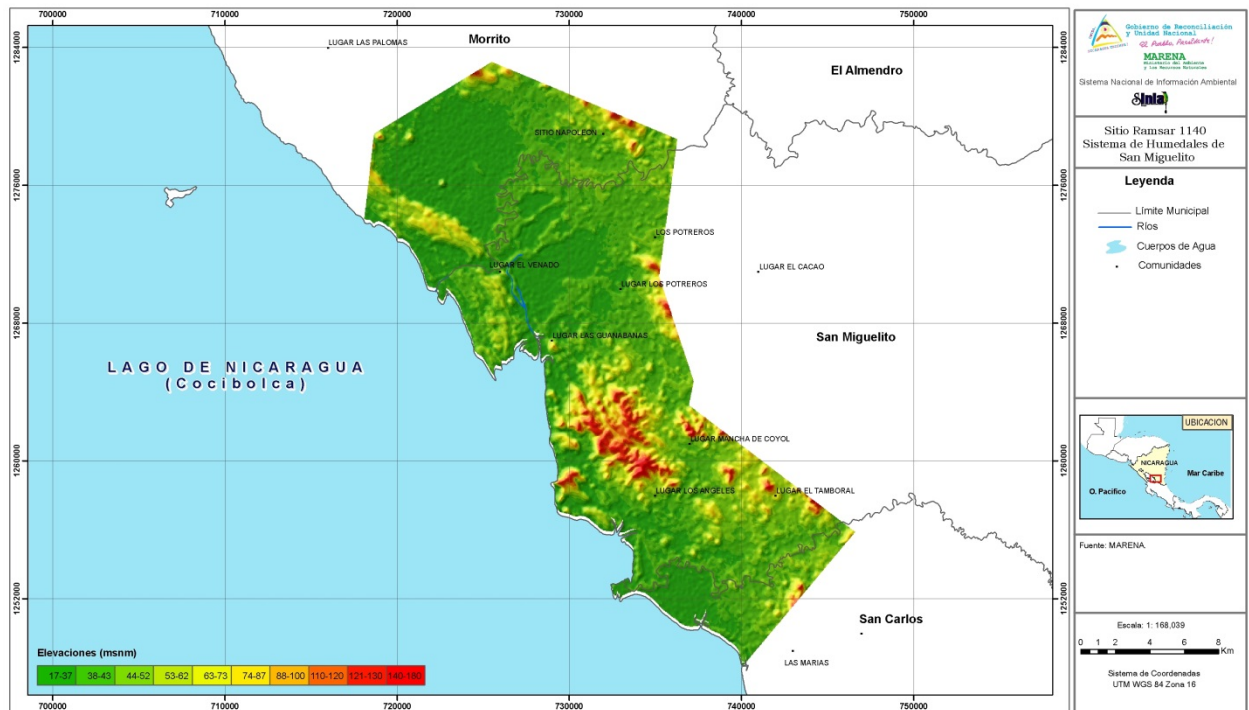


Figura 3.1 Localización del sistema de humedales de San Miguelito

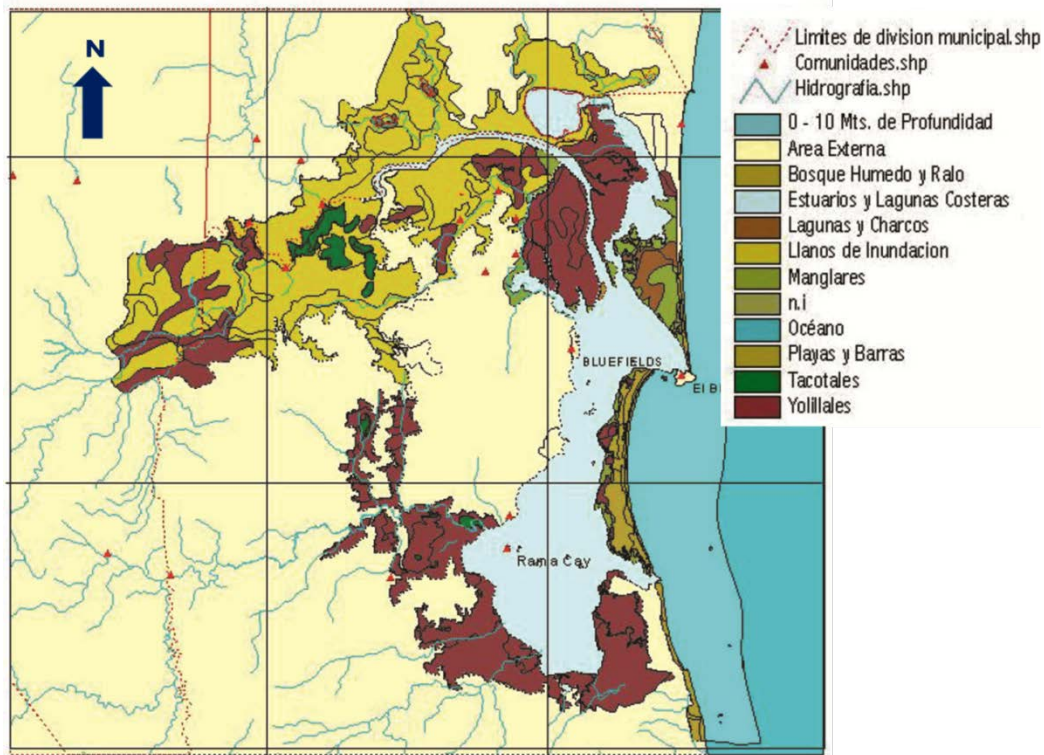


Figura 3.2 Localización del sistema de humedales de la Bahía de Bluefields y Mahogany

3.3.1 Clima y geomorfología

De acuerdo a la clasificación Koppen, la región del área de estudio cuenta con dos zonas climáticas:

1. Una zona del tipo de Sabana Tropical (Aw) en los alrededores del Lago de Nicaragua y por ende cubre toda el área del sistema de humedales de San Miguelito, de las zonas bajas y media de las sub-cuencas hidrográficas involucradas, esta se caracteriza por tener precipitaciones y temperaturas relativamente altas.
2. Una zona Tropical Monzónica (Am), que ocupa parcialmente las partes intermedias y totalmente la partes altas de las subcuencas hidrográficas Tepenaguasapa, El Camastro y El Tule.

Desde el punto de vista geomorfológico, la ruta propuesta para el proyecto del Canal de Nicaragua atraviesa las cinco provincias fisiográficas mostradas en la figura 3.3. Estas son: la Planicie Costera del Pacífico; la Cordillera volcánica del Pacífico; la Depresión Nicaragüense; la Región Central-Tierras Altas del interior; y la Planicie Costera del Caribe.

Los humedales de San Miguelito y de Bluefields se localizan en las provincias de la Depresión Nicaragüense y la Planicie Costera del Caribe, respectivamente.

La geomorfología del área del humedal San Miguelito se caracteriza por ser una planicie Fluvio-Lacustre con un relieve plano a ligeramente ondulado en las partes bajas depresionales entre la costa este del Lago Nicaragua y la cordillera Chontaleña, en los municipios de San Miguelito y San Carlos. De acuerdo a la hidrología, esta unidad se inserta dentro de la sub-cuenca del río Tule, que drena al Lago Nicaragua el cual a su vez lo hace al mar Caribe a través del río San Juan (ver sección 3.3.3). Los suelos de esta unidad son generalmente profundos, de texturas muy finas, imperfectamente drenados, originados a partir de sedimentos aluviales con un nivel freático que permanece a moderada profundidad.

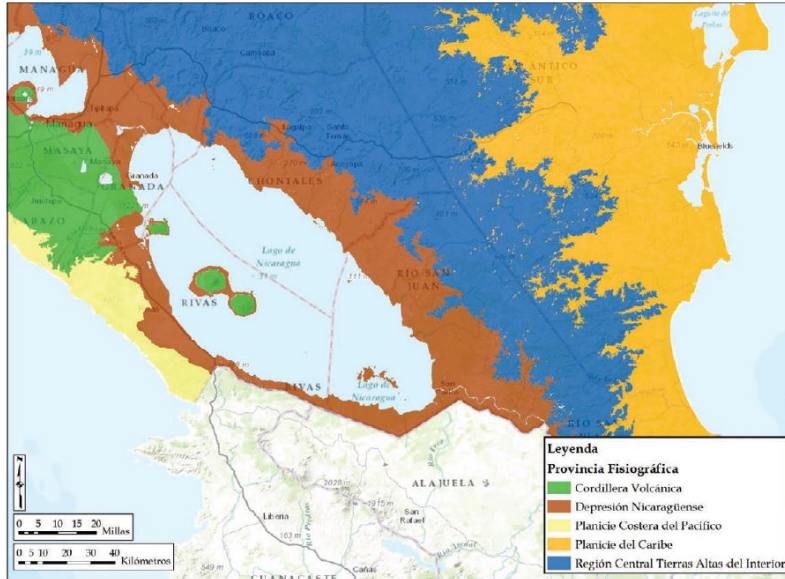


Figura 3.3 Provincias fisiográficas de Nicaragua cerca del proyecto del Canal

3.3.2 Geología

A la escala de Centroamérica, Nicaragua meridional, Costa Rica y Panamá tienen un basamento de origen oceánico y conforman el Bloque Chorotega en el sur de Nicaragua, Costa Rica y Panamá occidental, así como el Bloque Chocó en el borde norte de Panamá oriental. Esta división se hizo con base en gravimetría y se considera que el Bloque Chocó es un fragmento acrecionado a la Placa de Sur América y el borde suroeste de la Placa Caribe.

Las **rocas metamórficas** conforman los bloques Maya y Chortis, junto con algunos plutones representan el basamento del norte de América Central (Figura 3.4). Tienen una edad del Mesoproterozoico al Paleozoico. Están formadas por esquistos, filitas, metacuarcitas, gneises, migmatitas, anfibolitas y mármoles.

Las **rocas sedimentarias** son del Paleozoico/Paleógeno, esencialmente compuestas por conglomerados, areniscas y lutitas del Carbonífero Pérmico, que sobreyacen a las rocas metamórficas, y que muestran una influencia vulcanoclástica fuerte, con intercalaciones de lavas riolíticas y dacitas. También se encuentran rocas carbonáticas (dolomitas y calizas) del Pérmico y rocas correspondientes con un evento evaporítico (calizas, yeso, anhidrita) en el Cretácico (Honduras y Guatemala) (Figura 3.4). Sedimentos vulcanoclásticos marinos, calizas pelágicas y lutitas, así como las típicas capas rojas continentales del Jurásico-Cretácico afloran en Guatemala, Honduras y norte de Nicaragua.

Las **rocas volcánicas** del Cenozoico esan compuestas de un vulcanismo calco-alcálido presente desde el Paleoceno, en toda América Central (andesitas, ignimbritas, basaltos, raramente dacitas y riolitas), con arcos volcánicos que variaron su posición durante la historia geológica y que actualmente se renuevan en un vulcanismo muy activo. Durante el Plioceno destaca la presencia de un vulcanismo alcalino muy localizado en el sur de América Central.

A la escala de Nicaragua, en particular las zonas de humedales de importancia internacional de Ramsar, San Miguelito, Los Guatuzos y Bluefields, la geología es más simple. Los tres sitios se localizan en rocas sedimentarias del Neógeno (5-20 millones de años, Figura 3.4).

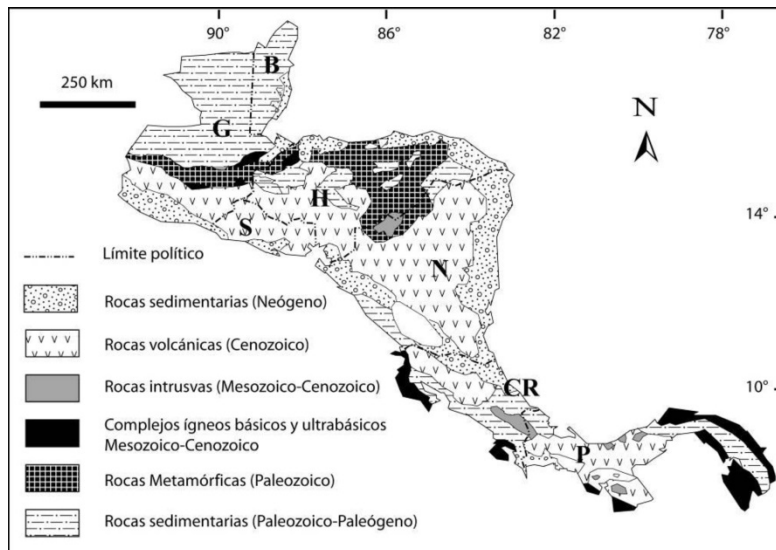
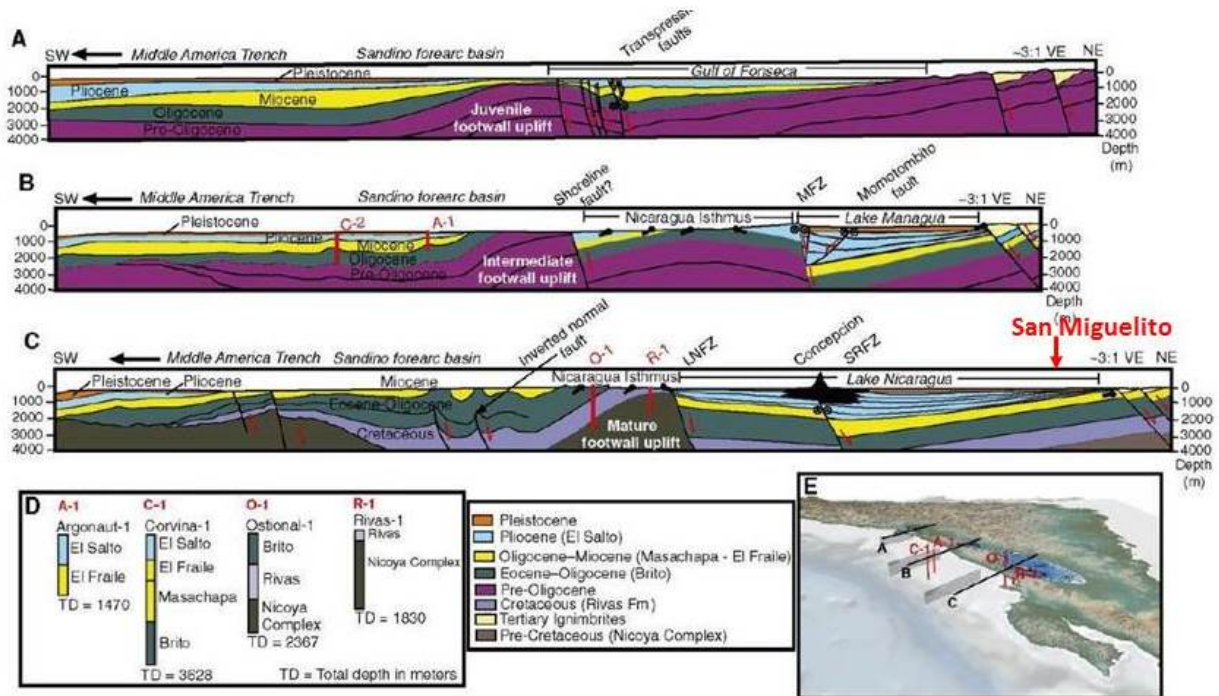


Figura 3.4: Mapa geológico generalizado, basado en Weyl (1980) y Bundschuh y Alvarado (2007).

Humedal San Miguelito

El humedal San Miguelito está localizado en la parte este del Lago Nicaragua sobre sedimentos aluviales y volcánicos del Pleistoceno (entre 2 millones y 10,000 años). Esos sedimentos tiene poco espesor descansando sobre sedimentos más ancianos de la formación El Salto del Plioceno (entre 5 y 2 millones de años), cuyo espesor es mayor (Figura 3.5).



Fuente: GSA 2009

Figura 3.5: Corte transversal geológico de los segmentos Canal Oeste y del Lago de Nicaragua

Humedal Bluefields

Por su lado, la región en donde se localiza el humedal Bluefields se caracteriza por una alternancia de formaciones volcánicas del Cenozoico y rocas sedimentarias mucho más recientes del Cuaternario (Neógeno).

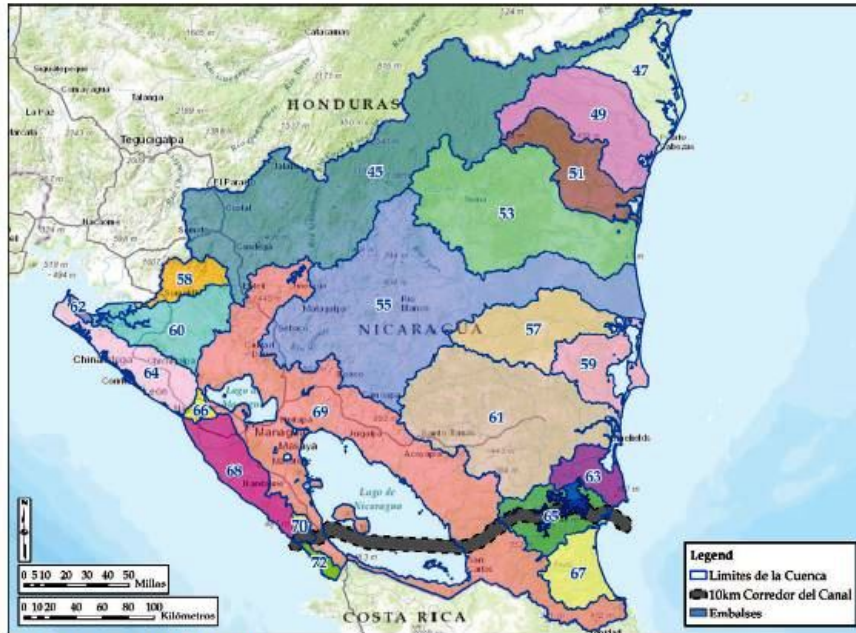
La ruta de canal termina en la desembocadura del río Punta Gorda, a unos 30-40 km al sur del centro de la Bahía Bluefields en donde se localiza el sistema de humedales del mismo nombre. La zona de desembocadura de varios de los ríos que envuelven el canal y los humedales (Punta Gorda, Kukra, Escondido) forman estuarios de tipo laguna al llegar al Mar Caribe. Los depósitos deltaicos de arena y grava de esa área han formado una línea costera lobulada de relieves bajos, con pantanos de manglares.

Esa zona es muy particular pues es ahí en donde el cambio de formaciones geológicas es más evidente, por un lado con el afloramiento de rocas volcánicas de los periodos paleógeno a cuaternario con acantilados prominentes de flujos basálticos del Terciario, y por otro lado el inicio de las rocas sedimentarias mucho más recientes del Neógeno (gravas, arenas y arcillas) que se extienden hacia el norte.

3.3.3 Hidrología superficial

El MARENA organiza las aguas superficiales de Nicaragua en 21 cuencas hidrográficas (Figura 3.6). Trece de las 21 cuencas drenan hacia el mar Caribe, con un área de captación total de 117,420 km², que representan alrededor del 90 por ciento de la totalidad del territorio de

Nicaragua. Gran parte del total del drenaje del Caribe desemboca primero en el Lago de Nicaragua y luego en el mar Caribe a través del Río San Juan al extremo sur del Lago de Nicaragua. Las ocho cuencas hidrográficas restantes drenan hacia el Océano Pacífico con un área aproximada de 12,185 km², que representan el uno por ciento de Nicaragua (ver tabla 2). El proyecto del Canal de Nicaragua cruza tres de las principales cuencas hidrográficas mencionadas: la cuenca del Río Punta Gorda (cuenca 65 en la figura 3.6), del Río San Juan (69), y del Río Brito (70).



Fuente: Modificada de INETER 2014a

Figura 3.6: Mapa de la cuencas de Nicaragua

Tabla 2.1 : Cuencas de Nicaragua vertiente Mar Caribe

Numero de cuenca	Rio principal	Area de la cuenca en km ²
45	Coco	19,969
47	Ulang	3,777
49	Wawa	5,372
51	Kukalaya	3,910
53	Prinzpolka	11,292
55	Grande de Matagalpa	18,445
57	Kurinwas	4,457

59	Kurinwas y Escondido	2,034
61	Escondido	11,650
63	Escondido y Punta Gorda/Kukra	1,593
65	Puna Gorda	2,867
67	Entre Puta Gorda y Rio San Juan	2,229
69	San Juan	29,824
Subtotal		117,420

Humedal San Miguelito

El sistema de humedales San Miguelito se ubica en la cuenca No. 69, Río San Juan, constituida principalmente por los sistemas hídricos: Río San Juan y Lagos de Xolotlán y Cocibolca (o Lago de Nicaragua, Fig. 3.7). El segmento este del Canal atraviesa la parte sur del humedal Ramsar San Miguelito, que abarca 43,475 hectáreas a lo largo de la costa sureste del Lago de Nicaragua. Varios ríos pasan por el sitio Ramsar, entre ellos, los ríos Camastro, Piedra, Tepenguazapa, y Tule. En numerosos estudios realizados en esta área durante los últimos 30 años, se ha documentado una rica diversidad acuática y terrestre, y se ha observado la importancia de este sistema de humedales para el **control de inundaciones** y para la calidad del agua.

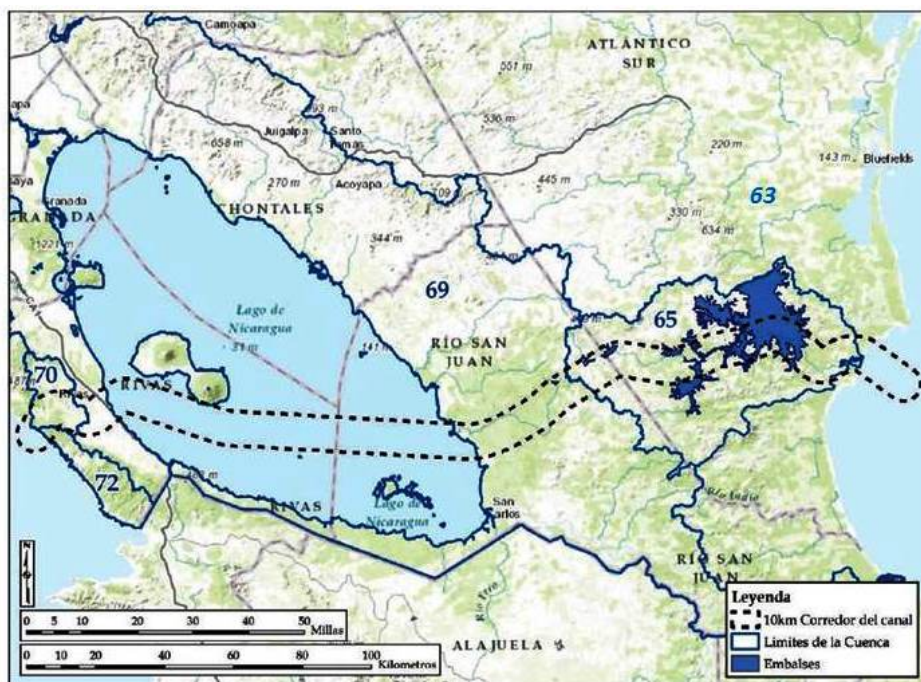


Figura 3.7: Cuencas en donde se localizan los humedales de estudio

Humedal Bluefields

El sistema de humedales de la Bahía Bluefields se localiza en la cuenca No. 63 (Fig. 3.7). El clima imperante en el Municipio de Bluefields es determinado principalmente por sus altos niveles de pluviosidad, es ocasionado por las características topográficas de la zona. Las montañas de Chontales forman la columna vertebral del tercio meridional de Nicaragua. Los vientos alisios que vienen cargados de humedad se ven obligados a elevarse al chocar con estas montañas, lo que ocasiona que se descargue el exceso de humedad sobre la Costa Caribeña, de la que forma parte el Municipio de Bluefields.

Estos altos niveles de precipitación alimentan la cuenca de los dos principales ríos que desembocan en la Laguna de Bluefields: El Escondido, que es formado por la confluencia de los ríos Siquia y Mico con una extensión aproximada de 70 km, y un ancho variable de 250 m a 1000 m, y el Kukra con una extensión aproximada de 75 km y un ancho promedio de 50 m.

La topografía de las áreas que rodean a la laguna es relativamente plana, las alturas promedio sobre el nivel del mar oscilan entre 0 y 20 metros. En las partes un poco más altas se establecen grupos humanos. La parte más alta del sistema es ocupado por la Ciudad de Bluefields.

En el periodo lluvioso, que dura nueve meses, el exceso de precipitación desborda los ríos, inundando las partes más bajas, las cuales funcionan como esponja absorbiendo el exceso de agua y evitando que se inunden las partes altas dentro del sistema e inclusive aminorando la posibilidad de inundaciones río arriba.

Además de la función de **control de inundaciones**, también **captan los sedimentos** que provienen de las cuencas altas y son arrastrados por las escorrentías. No hay datos sobre la tasa de captación de sedimentos por estos humedales pero sí sobre las cantidades que ingresan a la laguna. Según investigaciones llevadas a cabo por el Ministerio de Construcción y Transporte en la Bahía en 1995. El Río Escondido traslada 5 millones de toneladas de material suspendido, con un promedio diario de 1.4 a 22.3 kg/m³. (Informe del Dragado de la Bahía citado por Comisión Nacional de los recursos Hídricos, 1995).

Asimismo estos humedales son muy importantes para el **mantenimiento de las cadenas alimenticias**, tanto a lo interno como externo del sistema, por ejemplo estos sitios proporcionan agua y alimento a los grupos de venado (*Odocoileus virginianus*) y chanco de monte (*Tayassu pecari*) en el período seco (verano), los cuales constituyen el principal alimento de Tigre (*Panthera onca*), Estas especies tienen un rango de acción muy amplio que sobrepasa el territorio de los humedales. En el caso de las especies acuáticas, los cuerpos de agua mantienen cantidades significativas de peces, de los cuales, algunos sirven de alimento a otros peces del área o migratorios (p.e. *Tarpon atlanticus*), y al mismo tiempo sustentan la vida de grupos de aves acuáticas.

3.3.4 Hidrología subterránea

Los acuíferos de América Central se encuentran entre los más productivos y de mayor calidad del mundo (Webster et al. 2001), la vasta mayoría de la población de la región depende de ellos como suministro de agua potable, de irrigación e industrial. Aproximadamente, entre el 80 y el

90 por ciento de la demanda de agua se satisface con aguas subterráneas dentro de América Central, en comparación con el uso de aguas subterráneas de entre el 30 y el 50 por ciento en la mayoría de las demás regiones del mundo. La alta dependencia de aguas subterráneas que tiene esta región refleja la gran calidad natural de este recurso, la protección relativa contra la contaminación, el acceso fácil y barato y la fiabilidad anual. En las áreas rurales, las familias obtienen agua de manantiales o pozos muy poco profundos, los cuales se contaminan fácilmente debido a las instalaciones sanitarias deficientes y a los vertidos agrícolas (Bethune et al. 2007). Aunque el uso de aguas subterráneas es mayor en las áreas rurales y satisface más del 90 por ciento de la demanda, la mayoría de las ciudades de América Central cuentan con el agua subterránea como la fuente principal de agua, incluida Managua, la cual depende completamente de este recurso subterráneo (Bethune et al. 2007).

Nicaragua tiene abundantes recursos de agua; sin embargo, gran parte del agua superficial se ha visto afectada por la actividad humana, como el desecho de flujos de desperdicios domésticos e industriales sin procesar en ríos y áreas costeras, y no es apto como suministro de agua, especialmente el Lago de Managua. Si bien la calidad del agua dentro del Lago de Nicaragua es generalmente buena, no se la ha utilizado significativamente como suministro de agua hasta la fecha. Como resultado de estos impactos en los recursos de agua superficial, se depende fuertemente del agua subterránea como suministro de agua. La mayor parte del país, cuenta con suficientes suministros de agua dulce subterránea. Los suministros más abundantes se encuentran en acuíferos aluviales del período cuaternario y depósitos volcánicos de los períodos terciario y cuaternario en la depresión de Nicaragua y las tierras bajas del Caribe y el Pacífico.

Los recursos de aguas subterráneas son muy importantes para la economía de Nicaragua, ya que aproximadamente el 90 por ciento de la producción de agua proviene de pozos subterráneos (Webster et al. 2001). Las variaciones en las estructuras geológicas, los terrenos, los tipos de rocas y las precipitaciones contribuyen a las condiciones ampliamente variables del agua subterránea en diferentes partes del país. Las fuentes más productivas de agua subterránea se encuentran en los acuíferos aluviales del período cuaternario, los cuales están interestratificados con materiales piroclásticos, y los depósitos volcánicos de los períodos terciario y cuaternario, los cuales contienen flujos de lava basáltica y andesítica, flujos piroclásticos y depósitos descendentes. Los manantiales generan grandes cantidades de agua a lo largo de zonas de fractura y contacto dentro de los depósitos aluviales, principalmente en las tierras bajas del noroeste del Pacífico, en la depresión de Nicaragua con el Lago de Managua interior y el Lago de Nicaragua, y hasta 100 kilómetros tierra adentro de la costa del Caribe.

En el resto del país, especialmente en las tierras altas del interior, las condiciones de las aguas subterráneas son generalmente desfavorables debido a las formaciones geológicas que tienen baja porosidad primaria y baja permeabilidad. Las montañas y las colinas contienen muchos tipos de acuíferos, incluidas rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias de baja permeabilidad. En las tierras altas del interior y en partes dispersas de las tierras bajas del Pacífico, los acuíferos sedimentarios de los períodos terciario y cretácico tienen un bajo rendimiento. Las rocas volcánicas de los períodos terciario a cuaternario de las tierras altas del interior son acuíferos pobres, excepto en los casos en que la erosión y las fracturas han mejorado la permeabilidad. Los acuíferos ígneos y metamórficos del Paleozoico en el noreste de las tierras altas del interior son prácticamente impermeables. Estos tienen rendimientos entre inadecuados y escasos, excepto localmente, donde las fracturas han mejorado la permeabilidad y la porosidad. Las

planicies aluviales, las tierras bajas y la depresión de Nicaragua constituyen alrededor del 55 por ciento del país, pero contienen aproximadamente el 80 por ciento de las reservas de aguas subterráneas disponibles. La Figura 3.8 resalta los recursos de aguas subterráneas dentro de Nicaragua.

Las áreas aluviales (mapa de la unidad 1 en la Fig. 3.8) constituyen alrededor del 35 por ciento del país y contienen aproximadamente el 50 por ciento de las reservas de aguas subterráneas disponibles. Las áreas que contienen depósitos volcánicos de depósitos piroclásticos basálticos y andesíticos y flujos de lava basáltica (mapa de la unidad 2 en la Fig. 3.8) constituyen alrededor del 20 por ciento del país y contienen aproximadamente el 35 por ciento de las reservas de aguas subterráneas disponibles. Los acuíferos de baja permeabilidad (mapas de las unidades 3, 4 y 5) constituyen alrededor del 45 por ciento del país y contienen aproximadamente el 15 por ciento de las reservas de aguas subterráneas disponibles (Webster et al. 2001).

Humedal San Miguelito

El humedal San Miguelito se localiza justo en buenas formaciones de acuíferos aluviales del periodo cuaternario (mapa de la unidad 1 en la Fig. 3.8). La calidad natural del agua subterránea en esos acuíferos por lo general es buena para uso potable y riego, a excepción de sitios contaminados por agroquímicos y coliformes fecales y condicionantes naturales de origen volcánicos. Los tipos hidroquímicos predominantes son bicarbonatados cálcicos y bicarbonatados- magnésicos. Dentro de las zonas bajas de los valles de ríos que bajan hacia el Lago Nicaragua (incluyendo los del Humedal San Miguelito), se ha formado depósitos aluviales muy desarrollados de los periodos cuaternario a reciente, los cuales proveen las condiciones ideales para la formación de acuíferos productivos en el intervalo de entre 4 y 100 L/s (Webster et al., 2001). Estos acuíferos están compuestos por arena y grava sin consolidar, con depósitos de arenisca y arena y grava inter-estratificados con arcillas y limos a profundidades que van desde 5 hasta los 60 metros.

Dadas esas condiciones y por su contacto hidráulico con el Lago Nicaragua, esos acuíferos son susceptibles de modificar tanto la cantidad como la calidad del agua subterránea que contienen (ver capítulo 6).

Humedal Bluefields

Una de las funciones más importantes que ejerce el sistema de humedales de la Bahía Bluefields es la **recarga de acuíferos**, función muy importante para las poblaciones humanas de la zona y muy en especial para la Ciudad de Bluefields la cual no cuenta con un sistema de abastecimiento (acueductos) de agua potable, por lo que la fuente de agua son los pozos que construye la población en sus patios.

Este sistema de humedales también se localiza justo en buenas formaciones de acuíferos aluviales del periodo cuaternario así como una pequeña zona de acuíferos en formaciones geológicas que tienen baja porosidad primaria y baja permeabilidad (mapa de las unidades 1 y 5 en la Fig. 3.8).

secundarios y consecuentes de los anteriores, estos son: los deslizamientos de terreno y los incendios. La construcción y operación del Canal de Nicaragua por si mismo no aumenta la probabilidad de ocurrencia de un riesgo natural. Sin embargo la construcción y/o la operación del canal podrían aumentar el traslado de poblaciones y negocios hacia áreas con mayor probabilidad de riesgo al ser estos desplazados por el canal.

Tal y como se muestra en las figuras 3.9 y 3.10, el diseño y localización del segmento oeste del Canal de Nicaragua en un área con actividad sísmica muy alta.

El proyecto del canal describe estudios incompletos de sismicidad, y no incluye estudios de licuefacción de tsunamis provocados por sismos, ni de deslizamientos de terreno. Estos deben ser incluidos.

La región en donde se localiza el humedal San Miguelito, es una región de muy alto riesgo sísmicos, en donde se han registrado sismos de magnitudes superiores a 7 (en la escala sismológica de magnitud de momento (M_w) ver Fig. 3.10).

Por otro lado, los huracanes aunque con menores frecuencias en Nicaragua, exponen riesgos a la seguridad pública; más aún, las tempestades tropicales y los tornados son más comunes en Nicaragua teniendo un alto potencial de daño a las infraestructuras, por esa razón aumenta considerablemente el riesgo a la seguridad pública; por ejemplo, en caso de ruptura del dique propuesto a lo largo del Lago Atlanta.

El riesgo de inundaciones existe en Nicaragua sobre todo en las zonas del lado Atlántico. Dada la infraestructura para manejar las aguas, el proyecto del Canal podría traer como efecto el de aumentar las inundaciones en donde son raras (oeste), pero disminuirlas en donde son frecuentes, al menos alrededor y a lo largo del Rio Punta Gorda.

endémicos y algunas especies marinas raras que no se encuentran en hábitat similares en otra parte del mundo. Adicionalmente, existen otras propiedades en el lago de Nicaragua que permiten la mantención de las comunidades humanas y actividades económicas (servicios ecosistémicos). Entre lo más importantes que fueron identificados en el EIA del Canal de Nicaragua (Tabla 5.16-1, EIA), podemos señalar los siguientes:

Servicios de aprovisionamiento

- Acuicultura, peces y mariscos de agua dulce capturados en el medio silvestre: Peces, mariscos y/o plantas que se reproducen y cultivan en estanques, jaulas y otras formas de confinamiento en aguas dulces y saladas a efectos de su aprovechamiento.
- Cultivos agrícolas: Cultivo de plantas anuales y perennes para consumo de subsistencia y ventas comerciales.
- Cría de animales: Cría de animales, sedentaria y nómada.
- Plantas y miel silvestres: Frutas, nueces, plantas silvestres y otras recolectados en zonas silvestres para consumo de subsistencia o para la venta.
- Combustible de biomasa: Madera, estiércol y materias vegetales recolectadas para carbón y combustibles vegetales.
- Madera estructural y productos forestales: Madera recolectada para uso local o para la venta como madera estructural, pulpa de madera y pulpa de papel—se utiliza la madera en la construcción de viviendas (su importancia varía de una comunidad a otra)—confirmar que provenga de fuentes locales.
- Fibras y resinas no forestales: Por ejemplo, cañas, palmas, pajas, algodón, cáñamos, torzales, guitas, hule natural.
- Medicina ancestral: Medicinas ancestrales, biocidas, aditivos para alimentos, especies de uso farmacéutico y otros materiales biológicos de explotación comercial o doméstica.
- Agua dulce para usos domésticos: Agua dulce para aseo, consumo, lavado de ropa y otros usos domésticos (incluye el agua potable).
- Agua dulce para irrigación y cría de animales: Agua dulce para irrigación y usos industriales.
- Transporte acuático: Función de los cuerpos de agua en la prestación de transporte.

Servicios de regulación

- Regulación del clima global: Las zonas cubiertas de vegetación capturan el CO₂, lo que tiene un efecto en el cambio climático global.
- Regulación de la calidad del aire: La influencia que los ecosistemas tienen en la calidad del aire, debida a los procesos de extracción (función de “sumidero”) y de emisión (función de “fuente”) de compuestos químicos.
- Regulación del clima local: Regulación de la temperatura, del aire a la sombra y de la calidad del clima local por el efecto de las zonas cubiertas de vegetación.
- Periodicidad y flujos de agua: La influencia de los ecosistemas en la periodicidad y la magnitud de las corrientías, de las crecidas de los cursos de agua y de la recarga de acuíferos.
- Purificación del agua y tratamiento de desechos: Función que cumple la vegetación en el filtrado y la descomposición de desechos orgánicos y contaminantes, y la asimilación y la

destoxificación de compuestos químicos.

- Regulación de las crecidas de los cursos de agua: Función de la vegetación en la prevención de las crecidas y la mitigación de su impacto.
- Regulación de la erosión: Función de la vegetación en la regulación de la erosión en las pendientes y en las zonas ribereñas.
- Protección de los litorales: Función de los hábitats naturales (humedales, playas, arrecifes) en la protección de cultivos, edificaciones y zonas de recreación contra el oleaje, el viento y las inundaciones producidas por tormentas litorales.
- Regulación de plagas: Los depredadores que habitan en las zonas selváticas y de herbazales podrían controlar las plagas que atacan los cultivos y a los animales de cría.
- Polinización: Los pájaros, los insectos y algunos mamíferos pequeños polinizan algunas especies de flora, entre las que se encuentran algunos cultivos agrícolas.
- Regulación de enfermedades: La influencia que tienen los ecosistemas en la incidencia y la abundancia de patógenos que afectan a los seres humanos.
- Regulación de incendios: Regulación de la frecuencia y la intensidad (p. ej., las selvas muy densas pueden servir de cortafuegos) de los incendios.

Servicios culturales

- De valor cultural, espiritual o religioso: Espacios naturales y especies silvestres de importancia cultural, espiritual o religiosa.
- Valor estético: Importancia cultural asignada al valor estético suministrado por los paisajes y los monumentos naturales.
- Turismo y recreación: Uso de espacios y recursos naturales para actividades de turismo y de recreación de los pobladores locales (p. ej., nado, pesca y paseos en embarcaciones).
- Importancia (no basada en el uso) en cuanto a la biodiversidad: Especies y hábitats valorizados de manera global como de alto valor conservacionista (p. ej., de existencia, patrimonial).
- Valores educativos e inspiracionales: Información derivada de los ecosistemas utilizados para el desarrollo intelectual, la cultura, el arte, el diseño y la innovación.

Servicios de apoyo

- Aprovisionamiento de los hábitats: Espacios naturales que mantienen poblaciones de especies y que protegen la capacidad de las comunidades ecológicas de recuperarse de perturbaciones.
- Producción primaria: Formación de materiales biológicos mediante la fotosíntesis y la asimilación de nutrientes por parte de las plantas.
- Reciclaje de nutrientes: Flujo del agua a través de los ecosistemas, en sus fases sólida, líquida y gaseosa.
- Reciclaje del agua: Flujo del agua a través de los ecosistemas, en sus fases sólida, líquida y gaseosa.
- Formación de mantillo vegetal: Procesos naturales de formación de mantillo vegetal en las zonas cubiertas de vegetación.

En el EIA se realizó una jerarquización de los servicios ecosistémicos, identificando aquellos que fueron definidos como cruciales para las comunidades humanas y actividades económicas que se realizan en el lago de Nicaragua y su cuenca circundante. El listado priorizado se indica a continuación:

- Acuicultura, peces y mariscos de agua dulce capturados en el medio silvestre.
- Cultivos agrícolas.
- Cría de animales.
- Agua dulce para uso industrial.
- Transporte acuático.
- Turismo y recreación.
- Importancia en cuanto a la biodiversidad.

Las características ecológicas y ambientales del lago de Nicaragua son muy diversas. A modo de ejemplo, podemos citar un estudio de peces realizado por el Profesor Luis R. Rivas en el año 1960¹ (Figura 4.1), en donde se recolectaron más de 10.000 ejemplares de peces del lago de Nicaragua y Managua. Los peces clasificados se distribuyeron en 16 familias, 27 géneros y 45 especies. Con orígenes biogeográficos muy diversos. A nivel de la ecoregión el lago Nicaragua² se inserta en el centro de una franja megabiológica, con importancia a nivel nacional e internacional, lo que nos ayuda a visualizar la complejidad y riqueza biótica del área.

En este contexto, si incorporamos la descripción de los servicios ecosistémicos a la biodiversidad presente en el lago de Nicaragua, estamos en la presencia de un sistema muy diverso, con un elevado grado de complejidad en cuando a sus interacciones ecológicas y del cual dependen estrechamente las comunidades humanas que habitan en la cuenca y numerosas actividades económicas. En la actualidad el conocimiento disponible en el área y el incorporado a través del EIA del Canal de Nicaragua, permite describir de manera general, los diferentes componentes ambientales presentes en el área (ej. Especies flora y fauna, comunidades humanas, recursos renovables, servicios ecosistémicos), sin embargo, se desconocen las interacciones que existen entre cada uno de los componentes del ecosistema asociado al lago de Nicaragua.

¹ Publicado en INVESTIGATIONS OF THE ICHTHYOFAUNA OF NICARAGUAN LAKES, ed. Thomas B. Thorson (University of Nebraska-Lincoln, 1976). Copyright © 1976 School of Life Sciences, University of Nebraska-Lincoln.

² Estudio de País: Biodiversidad de Nicaragua. (1991). Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales.

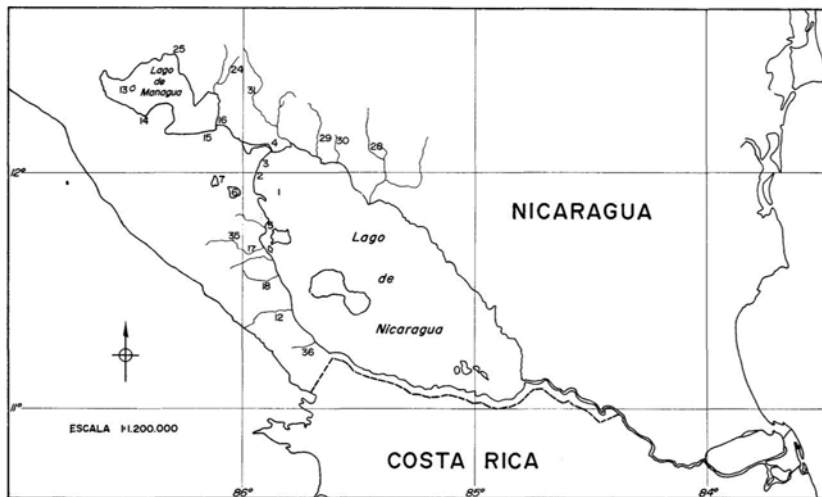


Figura 4.1. Peces de la Cuenca de los lagos de Nicaragua.



Figura 4.2. Diversidad de Ecosistema (Byron Walsh, 1999)

4.3 Aspectos físicos

4.3.1 Clima y geomorfología

De acuerdo a la clasificación Koppen, la región del área de estudio cuenta con dos zonas climáticas:

1. Una zona del tipo de Sabana Tropical (Aw) en los alrededores del Lago de Nicaragua y por ende cubre toda el área del sistema de humedales de San Miguelito, de las zonas bajas y media de las sub-cuencas hidrográficas involucradas, esta se caracteriza por tener precipitaciones y temperaturas relativamente altas.
2. Una zona Tropical Monzónica (Am), que ocupa parcialmente las partes intermedias y totalmente la partes altas de las subcuencas hidrográficas Tepenaguasapa, El Camastro y El Tule.

La geomorfología del Lago Nicaragua está definida completamente por la provincia fisiográfica de la Depresión Nicaragüense como se muestra en la figura 3.5. La Depresión esta bordada al noroeste y oeste por las provincia fisiográficas de la Planicie Costera del Pacífico y la Cordillera volcánica del Pacífico. Por ello, el humedal de San Miguelito se localiza enteramente dentro de la Depresión Nicaragüense.

4.3.2 Geología

De la complejidad geológica que bordea el Lago de Nicaragua, se puede definir que la misma ha estado constantemente en procesos de cambios a través de la historia, al mismo tiempo se determina que por la ocurrencia de grandes eventos tanto sísmicos como tectónicos el cuerpo de agua ha sufrido regresiones y transgresiones en largos periodos de tiempo.

La cuenca del lago de Nicaragua está comprendida en tres provincias geomorfológicas: Tierras Altas del Interior, Depresión nicaragüense, y la zona Costera del Pacífico, figura 4.3.

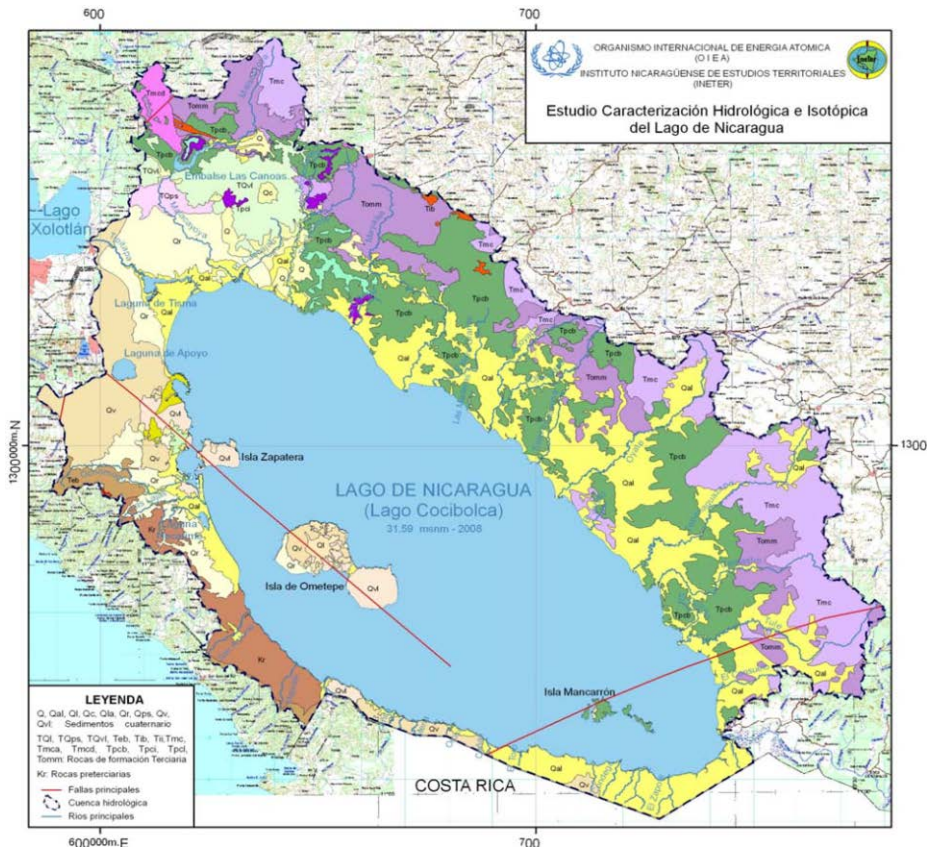


Figura 4.4: Geología regional de la cuenca del lago Nicaragua.

4.3.3 Hidrología superficial

El sistema de drenaje del Lago Nicaragua se considera como una zona dendrítica dado a sus características de formación geológica reciente no muy compactada y poco estable; el cual ha dado origen a una situación de drenaje muy ramificada, típica en este tipo de formaciones geológicas.

En el sector norte y en toda la meseta de Carazo no existe ninguna fuente superficial, estas afloran en los niveles muy inferiores, todas drenan a los ríos Medina y Ochomogo en dirección sur y al oeste; pero fuera del área se encuentran los ríos La Máquina y La Flor.

La zona pre-costera y costera del Lago de Nicaragua presenta una geomorfología muy plana y por lo tanto el drenaje es vertido de manera horizontal en la parte noreste del llano del istmo, durante el periodo lluvioso el área es inaccesible por efectos de inundación.

Algunas fallas geológicas sirven de guías para la dirección del flujo superficial por medio de las cárcavas, que tienen un patrón de drenaje casi paralelo que se inician en lo alto de la meseta y se dirigen con rumbo noroeste al sur y sureste, hasta terminar los cursos en el sur del municipio de Nandaime.

Todo el drenaje de aguas superficiales de los 20 ríos que aportan gasto al Lago Nicaragua se concentra en el extremo sur del Lago en el poblado de San Carlos (Fig. 4.5) para luego escurrir sobre el Rio San Juan hasta el mar Caribe, con un gasto promedio de 200 m³/s, mínimo de 105 m³/s, y máximo de 822 m³/s. ese caudal resulta en un escurrimiento anual de 8 km³ captados por el rio San Juan del conjunto de la cuenca del Lago Nicaragua; sin agregar el caudal que se adiciona por el lado de Costa Rica (Fig. 4.5).

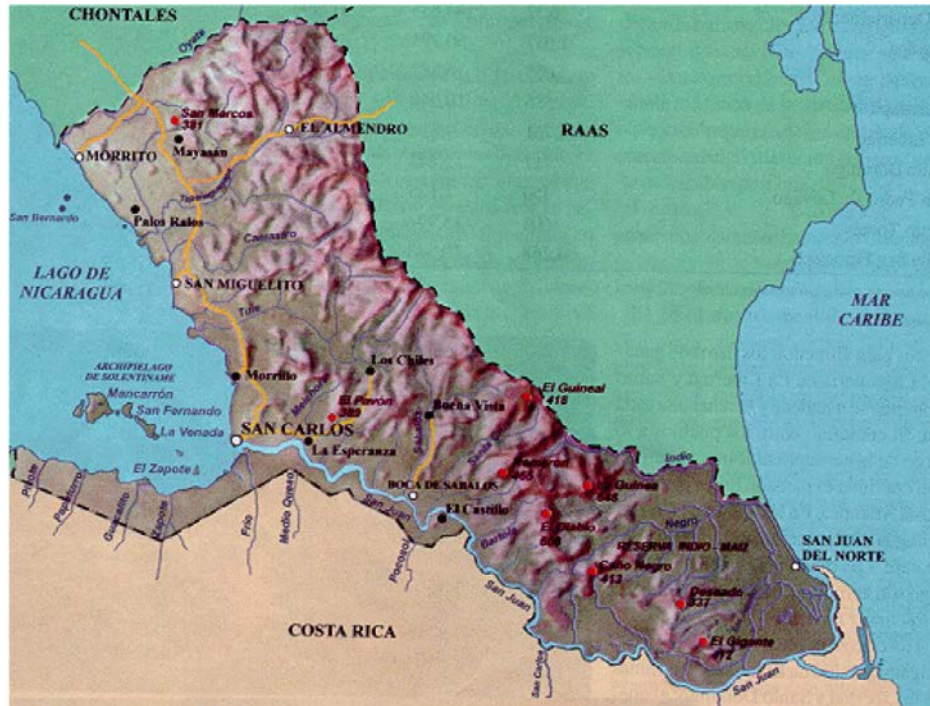


Figura 4.5 Mapa del Rio San Juan a lo largo de la frontera entre Nicaragua y Costa Rica

4.3.4 Hidrología subterránea

De manera general las aguas subterráneas dentro y alrededor del Lago de Nicaragua están contenidas en acuíferos aluviales de los periodos cuaternario a reciente con volúmenes importantes de hasta 100 l/s. Estos acuíferos están compuestos por arena y grava sin consolidar, con depósitos de arenisca y arena y grava inter-estratificados con arcillas y limos a profundidades que van desde 5 hasta los 60 metros. El agua subterránea varía de blanda (0 a 60 mg/l de CaCO₃) a moderadamente dura (61 a 121 mg/l de CaCO₃). La parte oeste del Lago contiene napas de agua subterránea generalmente menores a 5 metros con variabilidad estacional. En esas zonas el agua salina se encuentra por debajo de las aguas dulces presentando posibilidad de intrusión de agua salada en caso de bombeo excesivo en esas áreas. En esas zonas, la excavación del canal tendrá como consecuencia un rebatimiento de las napas de agua dulce con un avance de la interface de agua dulce/agua salada e intrusión salina hasta el Lago de Nicaragua. Ese efecto podrá ser temporal o permanente, ello dependerá de la gestión de los trabajos de excavación y control de la intrusión salina durante los mismos.

Los acuíferos localizados en la parte oeste de lago Nicaragua, juegan un papel hidráulico importante en el equilibrio dinámico de las aguas superficiales y subterráneas. Por ejemplo parte de los acuíferos localizados en la cuenca del río Brito tienen flujos de agua subterránea tanto hacia el Pacífico como hacia el lago y proveen de flujo base a los ríos durante la época de secas. Se ha estimado que el balance de agua en esa zona provee una tasa de recarga dentro de la cuenca del río Brito de 585 mm por año representando el 40 % de la precipitación. Dado el gradiente hidráulico tan pequeño dentro de esa cuenca ($i=1.2 \times 10^{-3}$ m/m), el riesgo de romper el equilibrio hidrodinámico natural es muy elevado.

A medida que la ruta del canal entra en el lago de Nicaragua por la costa oeste del mismo, este ingresa dentro del sistema hídrico de la cuenca del Río San Juan representado por la cuenca 69 de la figura 3.7. Las características hidrogeológicas de la mayor parte de los valles que terminan en el lago de Nicaragua son aproximadamente las mismas descritas antes, es decir depósitos aluviales muy desarrollados durante los periodos del cuaternario y reciente los cuales proveen las condiciones ideales para la formación de acuíferos productivos (4 a 100 l/s).

Dentro del propio Lago el entorno hidrogeológico está constituido principalmente por rocas volcánicas del periodo cuaternario del grupo Las Sierras (ceniza piroclástica fina, piedra pómez y lapilli). Estos depósitos tienen buena permeabilidad y proveen condiciones de almacenamiento ideales para las aguas subterráneas. Los acuíferos costeros que rodea al Lago en la costa este, están compuestos de material aluvial (grava y arenas), limos y arcillas; estos depósitos pueden alcanzar profundidades de hasta 60 metros en las orillas de los ríos que forman los valles. El fondo del Lago está compuesto por sedimentos lacustres principalmente arcilla mezclada con arena de decenas de metros de espesor. Estos depósitos lacustres se caracterizan por contener partículas de tamaño fino que forman una barrera de tipo acuitardo entre el agua del Lago y el acuífero subyacente. Sin embargo, los efectos termales observados debajo del Lago cerca las islas Ometepe y Zapatera indican la presencia probable de una zona de fallas que puede promover la descarga libre entre el Lago y el acuífero subyacente en estas áreas.

La figura 4.6 muestra los niveles de la superficie piezométrica en los alrededores del Lago de Nicaragua; obsérvese también la presencia de fallas. De ese mapa se puede deducir que los acuíferos forman un sistema de flujos de agua subterránea totalmente integrado a la hidrodinámica de la Cuenca del Lago Nicaragua; el total del agua subterránea escurre hacia el Lago aportando así cantidades importantes de agua dulce de muy buena calidad las cuales son descargadas por el río San Juan al sur del Lago.

A lo largo del valle del río Tule en donde se localiza el humedal San Miguelito, prevalecen depósitos aluviales del periodo cuaternario y la productividad de los pozos que ahí se perforan varía entre 4 y 100 l/s. Más cerca del pueblo de San Miguelito los pozos de suministro extraen agua subterránea a tasas de entre 2.5 y 3.8 l/s de acuíferos aluviales con transmittividades que varían entre 57 y 120 m^2/d . Las elevaciones del nivel freático en esa área son importantes, con fluctuaciones que pueden variar de 20 m entre las estaciones de lluvia y la seca.

Más hacia el este de la cuenca, en la cabecera del río Tule, existen manantiales de agua subterránea en las partes bajas de la topografía que son utilizados por pequeñas comunidades locales.



Figura 4.6: Mapa de la superficie piezométrica de la Cuenca del Lago de Nicaragua.

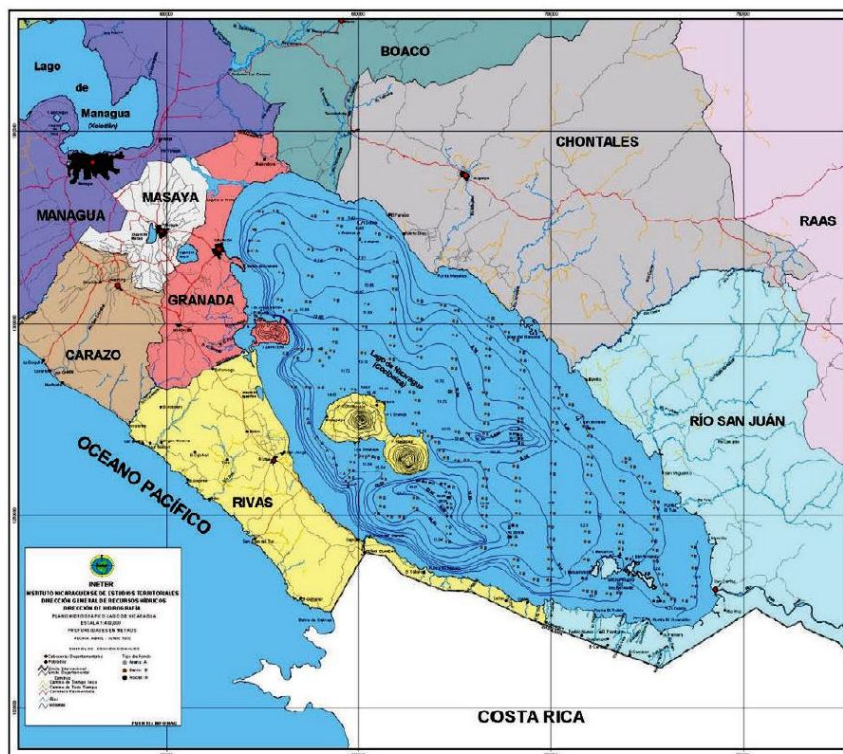
4.3.5 Suelos y dinámica fluvial

El lago de Nicaragua es el lago más grande de Centroamérica siendo parte de un sistema hidrológico amplio que incluye una cuenca importante (Lago Managua y Lago Apanes) y el Río San Juan. El estudio batimétrico más reciente del lago se realizó en 1972 y se muestra en el mapa de la figura 4.7. El proponente del proyecto realizó un estudio batimétrico más reciente, pero este solo abarca la ruta del canal. La morfología del lago de Nicaragua, con volúmenes y áreas de superficie por elevación, se presentan en el resumen morfológico de la tabla 4.1.

Tabla 4.1: Resumen morfológico de Lago de Nicaragua

Aspecto	Unidades	1974	1976	2003
---------	----------	------	------	------

Área de superficie	10^6 m^2	8,185	7,585	8,000
Volumen	10^6 m^3	91,272	94,160	104,000
Profundidad promedio	m	11	12.4	13
Caudal promedio de salida, 2011 (año lluvioso)	m^3/s	501 (calculado por ERM)		
Tiempo de residencia durante el año lluvioso	Años	6	6	7
Caudal promedio de salida, 2007 (año seco)	m^3/s	314 (calculado por ERM)		
Tiempo de residencia durante el año seco	Años	9	9.5	11



Fuente: publicado originalmente por INFONAC 1974 y basado en INETER (comunicación personal Dr. Jose Milan, INETER, mayo-agosto 2014)

Figura 4.7: Batimetría del Lago de Nicaragua

Las tasas de erosión y sedimentación en la cuenca más grande de América Central son generalmente altas debido a las tasas altas de precipitación del área. Esta es una preocupación medioambiental muy importante.

Las cuencas de Nicaragua han sufrido cambios debido al uso intenso de la tierra durante el último siglo. El transporte de sedimentos en los ríos nicaragüenses es generalmente alto, siendo la deforestación la causa principal de las tasas altas de erosión de los suelos.

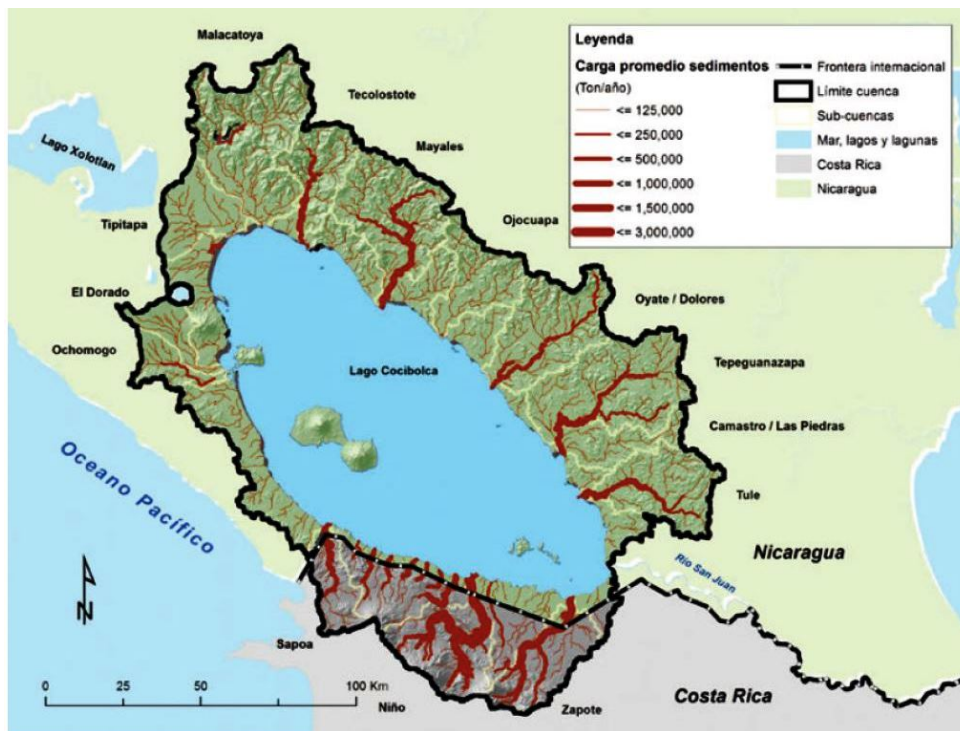
Las cuencas que contribuyen a la erosión de suelos y transporte de sedimentos a lo largo del trazado del Canal de Nicaragua son (ver figura 4.8):

Pacífico (cuenca 70)

Central (cuenca 69)

Caribe (cuenca 65)

La figura 4.6 muestra la cuenca 69, y sub-cuencas principales que contribuyen a las cargas de sedimentación del Lago Nicaragua. El balance de sedimentos del área central del Lago se da principalmente por los aportes de las sub-cuencas Las Lajas y Tule (en donde se localiza el humedal San Miguelito), y por la salida del Río San Juan, que es la única salida del Lago. El balance de sedimentos de las Lajas, Tule y San Juan es parte de los ríos que fluyen hacia el Lago de Nicaragua mostrados en la figura 4.6. El río Tule por si solo contribuye a una carga promedio de sedimentos de menos de 1.5 millones de toneladas por año.



Fuente: adaptado de Klytchnikova et al. 2013

Figura 4.8 Cuencas que contribuyen a las cargas de sedimentación del Lago Nicaragua.

La figura 4.9 muestra un patrón mensual de circulación típico en la superficie del Lago de Nicaragua. Por otro lado, la dirección del flujo neto es hacia la salida en el extremo sudeste del Lago (Río San Juan en el poblado de San Carlos); la circulación del Lago está afectada por afluentes de otros ríos, vientos, batimetría y corrientes leves impulsadas por la densidad en las partes más profundas del Lago.

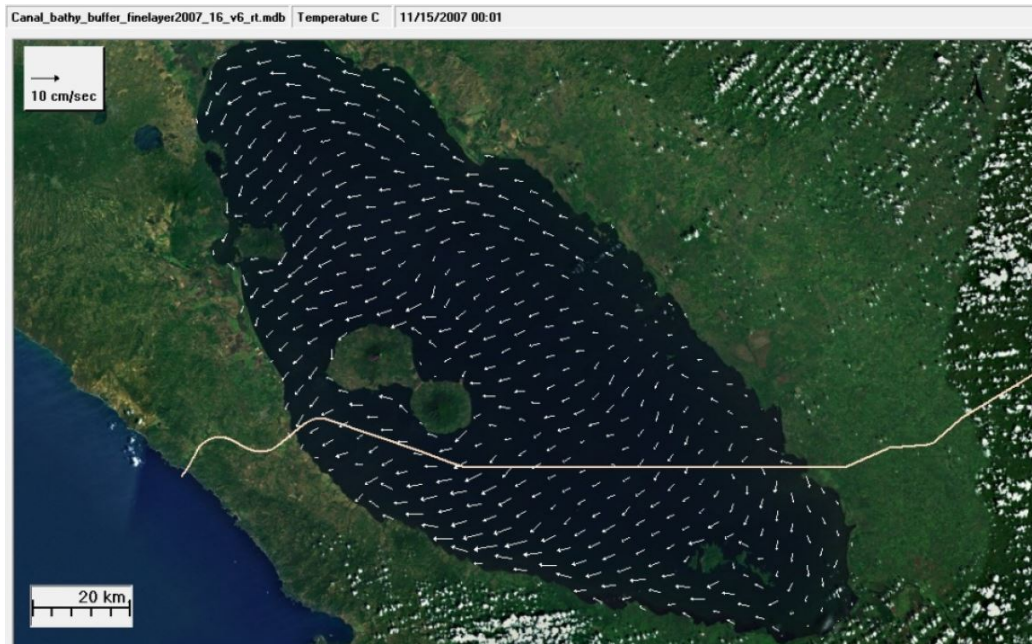


Figura 4.9: Patrones de circulación típicos del Lago de Nicaragua.

4.3.6 Riesgos naturales

Los riesgos naturales más importantes están descritos en el capítulo 3 (sección 3.3.7), en lo que respecta a los aspectos físicos de línea base, y son también aplicables al Lago de Nicaragua, sobre todo

5. Descripción del Estudio de Impacto Ambiental Canal Interoceánico de Nicaragua (todos)

5.1 Aspectos generales

La idea de construir un canal que conecte el tráfico de buques de los océanos Atlántico y Pacífico para promover el transporte y el comercio internacional a través de Nicaragua existe desde principios de 1800 (EIA Canal de Nicaragua, acápite 1.2.1). La idea de construir un canal en Nicaragua siguió presente y en Diciembre de 1999 se aprobó el acuerdo presidencial 436-99, el cual creó la Comisión de Trabajo del Canal de Nicaragua (CDT). El propósito de la Comisión era estudiar la posibilidad de realizar el Gran Canal Interoceánico y planificar y ejecutar el proyecto dentro del desarrollo sostenible de la nación.

En Agosto del 2006, CDT publicó un documento llamado “Gran Canal Interoceánico Por Nicaragua, Perfil del Proyecto”. En este documento se describieron los resultados de estudios realizados sobre el mercado, la tecnología, el ambiente, la economía y los aspectos legales del proyecto. Este Perfil identificó seis posibles rutas del Gran Canal que presentaban las mejores características geológicas, topográficas, hidrológicas, ambientales y de costo.

En términos ambientales, los estudios realizados por la CDT indicaron que Nicaragua tiene una ubicación geográfica estratégica para la construcción de un canal, con las tierras más bajas en el centro del continente americano entre los océanos Atlántico y Pacífico, así como recursos de agua abundante y poco aprovechados en el área de la ruta recomendada para el Proyecto (CDT 2006). El medio ambiente de Nicaragua se ha deteriorado durante las últimas tres décadas, incluyendo el aumento en la tala de bosques para crear tierras para la agricultura y la ganadería. Según la CDT, el manejo ambiental adecuado del Proyecto puede permitir al país recuperar el medio ambiente, lo que comprende en gran parte los niveles de arborización y degeneración de agua de mediados del siglo pasado (CDT 2006).

HK-Nicaragua Canal Development Investment Co., Limitada (junto con la Empresa Desarrolladora de Grandes Infraestructuras S.A. y afiliados, [HKND]), es el promotor del Proyecto. HKND es una firma privada de desarrollo de infraestructura con sede en Hong Kong y oficinas en Managua, Nicaragua. El 5 de setiembre de 2012, HKND firmó un Memorando de Entendimiento con el Gobierno de Nicaragua para una concesión de 50 años para financiar, construir y operar el Proyecto. El 13 de junio de 2013, la Asamblea Nacional de Nicaragua ratificó un acuerdo exclusivo entre el Gobierno de Nicaragua y HKND para desarrollar el Proyecto (Ley 840).

Entre las tareas a desarrollar se destaca la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social del “Canal de Nicaragua” (EIAS), cuyo contenido fue establecido a través de unos Términos de Referencia (TdR), preparados por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) en el año 2014 (ver Apéndice IN-1, Términos de Referencia Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto del Canal de Nicaragua). Tal como lo dicta el Decreto Nicaragüense No 76-2006 (véase el Capítulo 2, Marco Jurídico y Administrativo). Específicamente, se solicitó evaluar los componentes del Proyecto (canal, puertos y todas las instalaciones auxiliares) durante todas sus fases (construcción y operación), considerando los siguientes criterios:

- Efectos a corto plazo (los impactos temporales durante la construcción), los impactos a largo plazo e impactos permanentes.
- Efectos positivos y negativos.
- Efectos directos, indirectos e inducidos.
- Efectos predecibles y no predecibles como resultado de accidentes y desastres naturales.
- Efectos acumulativos del Proyecto con otras actividades o desarrollos en la misma área de influenciad el Proyecto.

El Estudio de Impacto Ambiental y Social fue entregado en Junio 2015 por la concesionaria del proyecto canal interoceánico de Nicaragua (EIAS), HKND Group, a la Comisión del Gran Canal Interoceánico de Nicaragua. Los objetivos específicos de este EIAS fueron (EIA Canal de Nicaragua, Acápite 1.5.1):

- Documentar y contextualizar las condiciones de línea base ambiental y socioeconómica de la zona de estudio y de las comunidades afectadas.
- Informar y obtener la participación de las partes interesadas (las autoridades gubernamentales, las comunidades locales y el público en general) para tomar en cuenta sus argumentos y preocupaciones principales durante la preparación del EIAS.
- Evaluar los efectos ambientales y sociales del Proyecto, que incluyen impactos acumulativos asociados con otros desarrollos previstos en la región.
- Identificar las medidas de prevención y mitigación social y ambiental para minimizar los impactos adversos potenciales y maximizar los beneficios del Proyecto;
- Desarrollar un Sistema de Gestión Ambiental y Social sólido, basado en las medidas de mitigación y requisitos de gestión ambiental y social a corto y largo plazo, desarrollados en el EIAS.
- Cumplir con los requisitos reglamentarios de Nicaragua.
- Guiarse por las políticas, directrices y procedimientos de buenas prácticas relevantes y reconocidas en el mundo (por ejemplo, Principios de Ecuador), los tratados internacionales y acuerdos de los que Nicaragua forma parte.

Tal como se indica en el acápite 3.1 (Capítulo 3, EIAS Canal de Nicaragua), el Proyecto aún se encuentra en el nivel de estudio de viabilidad con respecto al diseño y se necesitan estudios adicionales para finalizar el diseño, para cuantificar de manera precisa los impactos del Proyecto y para determinar las medidas apropiadas de mitigación.

El documento completo del EIAS y sus anexos está disponible en la página web de HKND Group. (<http://hknd-group.com>)

5.2 Análisis crítico del contenido del EIAS

5.2.1 Descripción del proyecto

Un aspecto clave del Proyecto fue la selección de la ruta preferida (Resumen Ejecutivo EIAS, Capítulo 2), en general, estudios previos identificaron seis alternativas para la ruta del Canal Este (denominadas Rutas 1 a 6), como se muestra en la Figura 5.1. Estas rutas tenían varios puntos de origen en la costa del Caribe, desplazándose hacia el oeste a través de corredores de poca elevación en las tierras altas del Caribe, hasta llegar al lago de Nicaragua, donde convergen y siguen una ruta común a través del istmo pasando por el valle del Río Brito hacia el Océano Pacífico.

El proceso de análisis de alternativas incluyó la evaluación de estas seis rutas, pero en términos generales, consideró la entrada del Caribe en una amplia región desde el norte de la Bahía Bluefields hasta el Río San Juan en la frontera con Costa Rica (denominada Área de Estudio). Las alternativas al norte de la Bahía de Bluefields no se consideraron económicamente viables ya que la longitud del canal aumenta progresivamente y, por lo tanto, su costo se hace prohibitivo. Estas rutas más largas también se traducen en mayor perturbación ambiental y afectación social. Para más detalles ver el Capítulo 3 del EIAS.

La Ruta 4 se consideró la alternativa preferida porque evita los Humedales Ramsar de Bluefields de mayor valor y la Reserva Biológica Indio Maíz, tiene menor potencial de impacto a las tortugas marinas y arrecifes de coral, minimiza el impacto sobre los pueblos indígenas Rama Kriol, atraviesa un área de baja densidad poblacional, tiene un suministro adecuado de agua y es la ruta más corta con la menor perturbación al hábitat (Figura 5.1). Además, esta ruta tiene la ventaja potencial de hacer que el canal funcione como barrera para limitar la expansión agrícola hacia la Reserva Biológica Indio Maíz.

El Proyecto se ubicaría en la región Sur de Nicaragua y atravesaría el país de costa a costa. Iniciando en el Océano Pacífico cerca de Brito, seguiría por el valle del Río Brito, pasaría sobre el parteaguas continental y luego por el valle del Río Las Lajas hasta el lago de Nicaragua, entrando al lago un poco al Norte de la desembocadura de ese río, a unos 4 kilómetros al Sur de la población de San Jorge. Desde allí atravesaría el lago de Nicaragua pasando a aproximadamente 4 kilómetros al Sur de la isla de Ometepe, hasta llegar a un punto en la costa oriental del lago de Nicaragua situado aproximadamente a 8 kilómetros al Sur de la población de San Miguelito. Después continuaría por el valle del Río Tule y sobre las tierras altas del Caribe que tienen una elevación máxima de 224 metros sobre el nivel promedio del mar (msnm) por donde las atraviesa el canal. Luego atravesaría el valle del Río Punta Gorda hasta un punto en la costa caribe situado aproximadamente a 1 kilómetro al Norte de la boca del Río Punta Gorda (ver Figura 5.2).



Figura 5.1. Rutas alternativas identificadas previamente. Fuente: Comisión de Trabajo del Gran Canal 2006

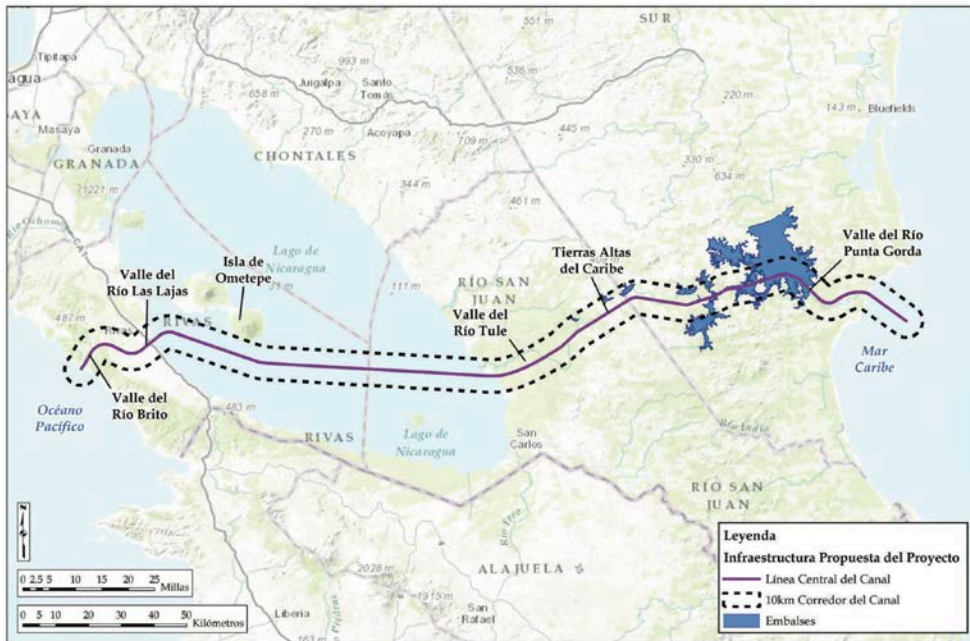


Figura 5.2. Ubicación del Proyecto (Fuente: EIAS Canal de Nicaragua, acápite 3.2 Capítulo 3).

El canal se extendería 259.4 kilómetros desde la línea de playa del Pacífico, a través del lago de Nicaragua, hasta la línea de costa del Caribe. El Proyecto también requeriría el dragado de las aproximaciones marinas, de aproximadamente 1.7 kilómetros en el Océano Pacífico y 14.4 kilómetros en el Mar Caribe, para alcanzar las profundidades requeridas para la navegación de las embarcaciones. Combinadas, estas longitudes dan un largo total del canal de 275.5 kilómetros. La sección transversal del canal tendría profundidades mínimas que van desde 26.9 a 29.0 metros y ancho del fondo mínimo que va desde 230 a 280 metros (Tabla 5.1) y figura 5.3.

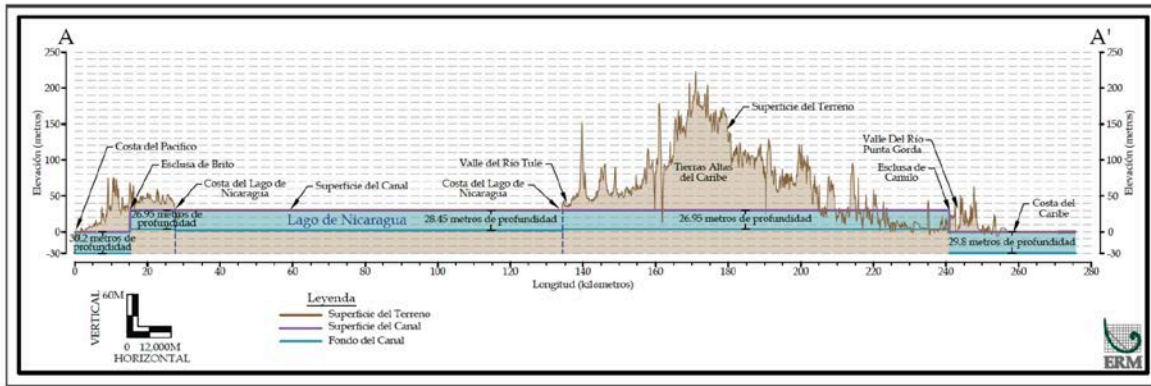


Figura 5.3. Perfil del Terreno en la Ruta del Canal, exageración Vertical de 200 (Fuente: EIAS Canal de Nicaragua, acápite 3.2 Capítulo 3).

Secciones del Canal	Longitud (km)	Elevación del fondo	Profundidad de diseño mínima	Ancho típico del fondo del canal
Océano Pacífico	1,7	-30.2 m	29.0 m	280 m
Costa del Pacífico hasta las esclusas Brito	12.5	-30.2 m	29.0 m	280 m
Esclusas Brito hasta el Lago de Nicaragua	13.4	3.25 m	26.9 m	230 m
Lago de Nicaragua ^a	106.8	1.75 m	28.4 m	280 m
Lago de Nicaragua hasta las Esclusas Camilo	105.6	3.25 m	26.9 m	230 m
Esclusas Camilo hasta la costa del Caribe	21.1	-29.8 m	29.0 m	280 m
Mar Caribe	14.4	-29.8 m	29.0 m	280 m
Largo total	275.5	NA	NA	NA

km = kilómetros; m = metros; NA = no aplica

^a La elevación promedio del agua en el Lago de Nicaragua es aproximadamente 31.3 metros, y el rango de operación del canal va desde una elevación de 30.2 metros hasta 33.0 metros.

Tabla 5.1 Dimensiones del canal.

(Fuente: Resumen Ejecutivo EIAS Canal de Nicaragua acápite 3.1)

5.2.2 Definición del área de influencia

El proyecto del canal de Nicaragua incluye la excavación, construcción y operación de un canal con dimensiones: 10 km de ancho, 220 km de largo y 30 m de profundidad. Según el constructor, el diseño y la operación del canal tendrán un área de influencia de 5 km a cada lado de la ruta trazada de canal. Sin embargo el área de influencia tanto de su construcción como de su operación futura podría ser mucho mayor que lo previsto.

El área de influencia del canal debe ser analizada de manera integral con los componentes que pudiesen tener impacto sobre la biodiversidad del humedal San Miguelito. Estos son: patrones de circulación, niveles de agua, entradas y salidas de flujo de agua del lago y de la cuencas de los ríos, calidad del agua, la intrusión salina, la erosión del suelo y transporte de sedimentos, y los efectos transfronterizos; ver figura 5.4.

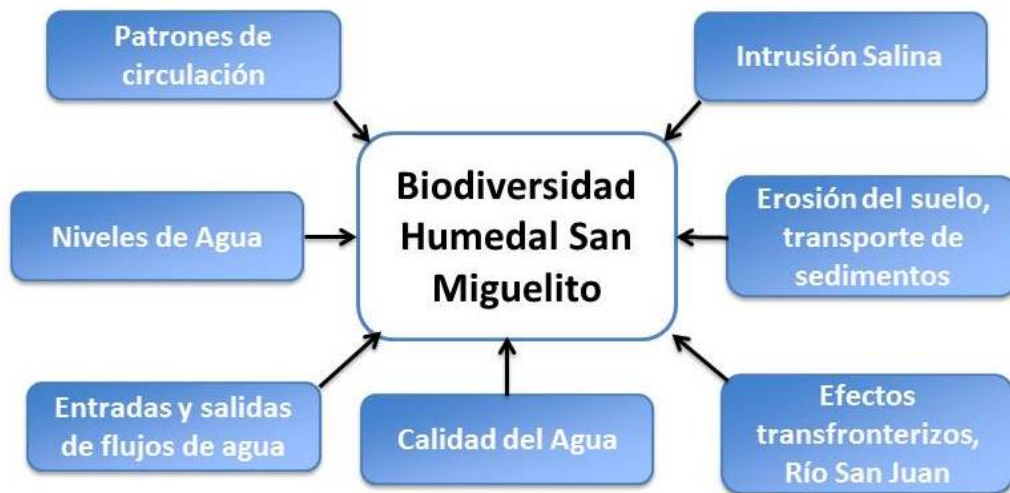


Figura 5.4: Componentes del Canal de Nicaragua con posible impacto sobre San Miguelito.

5.2.3 Medio abiótico

En ese apartado se hace una revisión del medio *abiótico*, o físico, es decir lo que no forma parte o no es producto de los seres vivos, como los factores inertes, climático, geológico o geográfico, presentes en el medio ambiente y que pueden afectar a los ecosistemas.

En la descripción de los ecosistemas distinguimos los factores abióticos que vienen dados por la influencia de los componentes físico-químicos del medio, no por los factores bióticos, cuyo origen reside en los seres vivos y sus productos. De manera análoga discutimos la *evolución* abiótica (*prebiótica*) para referirnos a las fases de la evolución físico-química anteriores a la construcción del Canal de Nicaragua.

Los factores abióticos, aunque generalmente ocupan un lugar secundario, pueden ocasionar un impacto significativo sobre la evolución. Aquí analizamos los componentes principales: agua, suelos y riesgos naturales.

Agua

Según los estudios existentes previos a la construcción del canal, así como el EIAS presentado a las autoridades de Nicaragua en Junio de 2015 (Environmental and Social Impact Assessment, ERM, 2015), la cantidad y calidad del agua en los diversos cuerpos hidráulicos en y alrededor del Canal, no sufrirán impactos mayores. Es cierto que dadas las características hidrometeorológicas de Nicaragua, la *cantidad* de agua disponible en la zona del canal no representa una preocupación mayor en cuanto a las aguas superficiales. Sin embargo, la disponibilidad de aguas subterráneas (acuíferos) así como la *calidad* de ambos recursos de aguas (superficiales y subterráneas) podrán ser afectadas por la construcción y la operación del Canal Interoceánico de Nicaragua.

Suelos

El control de la erosión del suelo y la sedimentación representan desafíos mayores para el proyecto del Canal de Nicaragua, en particular cuando se considera que el mismo disturbará cerca de 94,000 hectáreas de tierra requiriendo algunos 4,000 millones de metros cúbicos de traslado de tierras fuera de la zona del canal. La mayor parte de esos trabajos se realizarán en zonas que reciben más de 3 metros de precipitación anual. Los riesgos serán mayores hacia los segmentos localizados al este del canal dado el tamaño de la cuenca del río Punta Goda ya que es ahí en donde la lluvia es mayor. El riesgo será menor hacia el oeste pues las cuencas son menores y hay menos precipitación pluvial.

Se anticipa por lo tanto, que el impacto de la construcción del proyecto será mucho mayor hacia las zonas del este en donde se introducirán cargas de sedimentos muy significativas teniendo como resultado un impacto considerable sobre el hábitat marino. El impacto por los trabajos de construcción del canal es reconocido por el constructor el cual ha propuesto ciertas medidas para reducir su magnitud.

Riesgos naturales.

Los riesgos naturales más importantes están descritos en el capítulo 3 (sección 3.3.6) en lo que respecta a los aspectos físicos de línea base tanto de los humedales como del lago de Nicaragua, sobre todo en lo que respecta a sismos.

Nicaragua es un país que se clasifica globalmente entre los países que cuentan con mayores riesgos naturales. Estos riesgos incluyen: sismos, huracanes, erupciones volcánicas, inundaciones y sequías. Hay igualmente otros riesgos que se pueden denominar como secundarios y consecuentes de los anteriores, estos son: los deslizamientos de terreno y los incendios. La construcción y operación del Canal de Nicaragua por sí mismos no aumentan la probabilidad de ocurrencia de un riesgo natural. Sin embargo la construcción y/o la operación del canal podrían aumentar el traslado de poblaciones y negocios hacia áreas con mayor probabilidad de riesgo al ser estos desplazados por el canal.

El proyecto del canal describe estudios incompletos de sismicidad, y no incluye estudios de licuefacción de tsunamis provocados por sismos, ni de deslizamientos de terreno. Estos deben ser incluidos.

La región en donde se localiza el humedal San Miguelito, es una región de muy alto riesgo sísmico, en donde se han registrado sismos de magnitudes superiores a 7 (en la escala sismológica de magnitud de momento (M_w) ver Fig. 3.9).

Por otro lado, los huracanes aunque con menores frecuencias en Nicaragua, exponen riesgos a la seguridad pública; más aún, las tempestades tropicales y los tornados son más comunes en Nicaragua teniendo un alto potencial de daño a las infraestructuras, por esa razón aumenta considerablemente el riesgo a la seguridad pública (por ejemplo en el caso de ruptura de algún de los diques propuestos).

El riesgo de inundaciones existe en Nicaragua sobre todo en las zonas del lado Atlántico. Dada la infraestructura para manejar las aguas, el proyecto del Canal podría traer como

efecto el de aumentar las inundaciones en donde son raras (oeste), pero disminuirlas en donde son frecuentes, al menos alrededor y a lo largo del Río Punta Gorda.

5.2.4 Medio biótico

La línea base de biodiversidad se describió en un contexto ecorregional, analizando los ecosistemas, la flora y la fauna del área de influencia ambiental del Proyecto. Para lo cual se recolectó la información pertinente y disponible al público de publicaciones científicas, informes gubernamentales, contactos con personas involucradas, y de la información recopilada de prospecciones biológicas específicas realizadas para el Proyecto en los años 2013 y 2014. Para la ejecución de la línea de base se tomó en cuenta toda el área de influencia ambiental del Proyecto (Figura 5.5), pero se centró en el área del Proyecto y sus zonas inmediatamente adyacentes, ya que se estableció como principal supuesto que es allí donde se producirán los impactos más directos del Proyecto.

En este capítulo se describen los criterios utilizados para la elaboración de la línea base del medio biótico y sus principales resultados:

Biodiversidad Terrestre

El inventario de las especies de flora y fauna se realizó con el fin de realizar cálculos posteriores de la diversidad de especies, de la composición y la estructura comunitaria ecológica y de la abundancia relativa de especies en el área del Proyecto.

Se realizó la identificación de las especies de interés para la conservación, presentes o potencialmente presentes en la zona del Proyecto (especies amenazadas o en peligro, hábitats de alto valor conservacionista y otros).

Se realizó la identificación de zonas importantes de interconectividad de los hábitats y de desplazamiento de las especies.

Las prospecciones de la biodiversidad terrestre se realizaron en las estaciones húmeda y seca de Nicaragua, en los años 2013 y 2014. La prospección en la estación húmeda duró 45 días, entre el 4 de noviembre y el 18 de diciembre del año 2013. La de la estación seca duró 57 días, entre el 29 de marzo y el 25 de mayo del año 2014.

Las prospecciones se hicieron siguiendo un enfoque de evaluación biológica rápida, y fueron diseñadas a fin de caracterizar los tipos de hábitats y de especies existentes en el área del Proyecto y sus inmediaciones, y para documentar las condiciones actuales de los hábitats y el estado de la integridad biológica del área.

El diseño de campo consideró 28 puntos de muestreo terrestres dentro del área de influencia, los cuales se utilizaron como “concentradores”, desde los cuales se hicieron las prospecciones de las zonas circundantes (radio de 2 kilómetros aproximadamente) de cada punto (Figura 5.5).

En cada punto de muestreo se realizó una descripción detallada de la riqueza de especies y abundancia relativa de los taxa más relevantes.

Los resultados obtenidos fueron consistentes con descripciones previas, que indican que el área presenta una elevada biodiversidad terrestre, con presencia de especies relevante la para la conservación. El lago Nicaragua, es un ecosistema acuático de importancia global para la aves migratorias y nidificación de especies coloniales. Lo anterior es consistente con la definición de que Nicaragua es parte del Corredor Mesoamericano de biodiversidad, siendo uno de los 35 hotspot de biodiversidad identificados en el planeta.

Para algunas especies se entregaron antecedentes de estudios previos, referidos a los ciclos de vida e interacciones con otras especies.

Los bosques húmedos en la vertiente este del Caribe, que incluye bosque primario y bosques de palmera de yolillo, que abarcan parte del Corredor Biológico Mesoamericano, es una red interconectada reconocida a nivel internacional de bosques protegidos y privados designada para mantener la conectividad biológica a través de Mesoamérica.

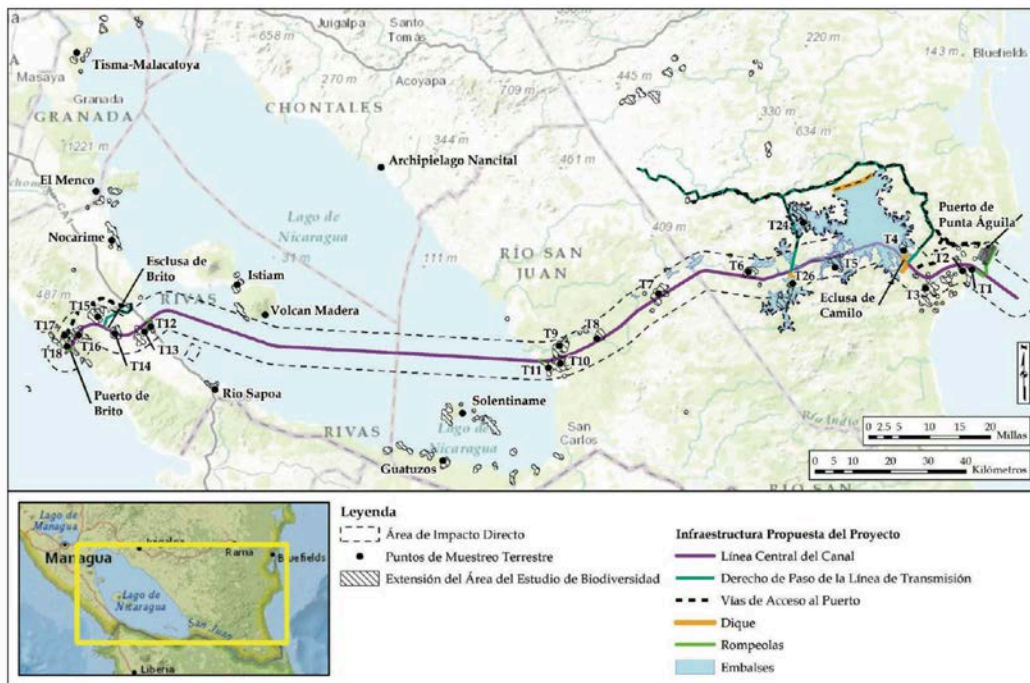


Figura 5.5. Puntos de Muestreo de la Biodiversidad Terrestre (Fuente: EIAS Canal de Nicaragua, acápite 5.9 Capítulo 5).

Biodiversidad acuática de agua dulce

El inventario de las especies de flora y fauna acuática, considero organismos del plancton, macrobentos, moluscos, peces, anfibios, reptiles acuáticos y plantas acuáticas.

Para la evaluación de la biodiversidad acuática se utilizó el enfoque de bio-evaluación rápida, lo cual responde a las restricciones impuestas por un cronograma acelerado del EISA en equilibrio

con la necesidad de asegurar la validez científica de los levantamientos en el campo.

Se realizó la identificación de las especies de interés para la conservación, presentes o potencialmente presentes en la zona del Proyecto (especies amenazadas o en peligro, hábitats de alto valor conservacionista y otros).

Las prospecciones de la biodiversidad acuática se realizaron en las estaciones húmeda y seca de Nicaragua, en los años 2013 y 2014.

El diseño de campo se describe en la Figura 5.6 y considero puntos de muestreo dentro del área de influencia y en zonas colindantes.

El objetivo principal de los levantamientos de grupos taxonómicos específicos fue documentar tantas especies como fuese posible en el área del estudio.

Las metodologías de recolección fueron estandarizadas de modo que permitieran comparaciones generales de los resultados entre los diversos sitios de muestreo, pero la variedad de hábitats en los que se tomaron muestras y la cantidad de grupos taxonómicos a ser recolectados requirió de cierta flexibilidad en la metodología entre unos sitios y otros.

El diseño de muestreo considero alrededor de 100 puntos de muestreo de biodiversidad de agua dulce y de evaluación de las condiciones del hábitat físico en el lago de Nicaragua y en ríos del área de estudio durante las estaciones húmeda y seca. En cada punto de muestreo se realizó una descripción detallada de la riqueza de especies y abundancia relativa de los taxa considerados en la línea de base. Sin embargo, es importante señalar que para los grupos menores, tales como plancton y macrobentos, la resolución taxonómica no fue a nivel de especie, en algunos casos se utilizó el nivel de Género y Orden, para describir la riqueza de especies.

Los ríos, esteros y Lagos estudiados en la línea de base, proveen hábitats para diversos grupos de biota acuática, incluyendo especies migratorias como peces y decápodos. Los antecedentes disponibles permitieron establecer que los humedales son sitios de alto valor para la conservación biológica, en términos de su biodiversidad.

El lago de Nicaragua es un ecosistema acuático único de agua dulce que alberga peces endémicos y algunas especies marinas raras que no se encuentran en hábitat similares en otra parte del mundo.

Biodiversidad Marina

La línea de base del ecosistema marino considero la biodiversidad de invertebrados (plancton, bentos, corales), vertebrados (bentos, peces, tortugas y mamíferos), algas y pastos marinos, considerando los dos frentes oceánicos (Océano Pacífico y Mar Caribe).

La ubicación de las estaciones de muestreo para cada subcomponente presento criterios de distribución horizontal y vertical (distribución batimétrica), el nivel ecorregional y el

desplazamiento de las corrientes oceánicas, tomando como base el área de influencia del futuro proyecto (Figura 5.7).

Para realizar la evaluación en campo de todos los subcomponentes del estudio se utilizaron metodologías estandarizadas, orientadas a caracterizar sus comunidades y hábitats. Con la finalidad de detectar variaciones temporales anuales, se realizaron evaluaciones de campo en dos épocas, época húmeda (noviembre de 2013) y época seca (abril de 2014).

Se obtuvieron 152 muestras de bentos/vegetación marina y 458 muestras de plancton marino de 114 estaciones de muestreo, y más de 23,350 metros cuadrados de evaluaciones biológicas submarinas de corales. Se realizó observación directa de mamíferos y tortugas marinas en aproximadamente 800 kilómetros y se recorrieron más de 50 kilómetros de áreas de anidación potencial en las playas de arena.

Los ambientes marinos descritos en la línea de base, incluyeron playas, islas rocosas cerca de la costa, arrecifes de coral, bahías y cabos, los cuales proporcionan hábitat para un diverso conjunto de organismos marinos, incluidas especies de tortugas marinas y corales, considerados raros a nivel mundial. Estos resultados confirmaron antecedentes previos, que señalaban que en los ambientes marinos de Nicaragua presentan una rica y elevada biodiversidad, compuesta por aproximadamente 584 especies de peces marinos, agrupados en 109 familias y 261 géneros, 3,716 especies moluscos, incluyendo 30 especies de crustáceos de interés comercial, siendo las más importantes las especies de camarones, langostas y cangrejos³

En términos generales, la línea de base biótica describe de manera sucinta la riqueza de especies presente en ecosistemas terrestres, acuática y marina, fundamentalmente en el área de influencia directa del proyecto. Permitiendo establecer patrones de distribución y abundancia entre los diferentes lugares muestreados.

³ Biodiversidad marino-costera de Nicaragua : (potencialidades de los ecosistemas) MARENA. -- 1ª ed.-- Managua: Embajada de Dinamarca, 2011 167 p.

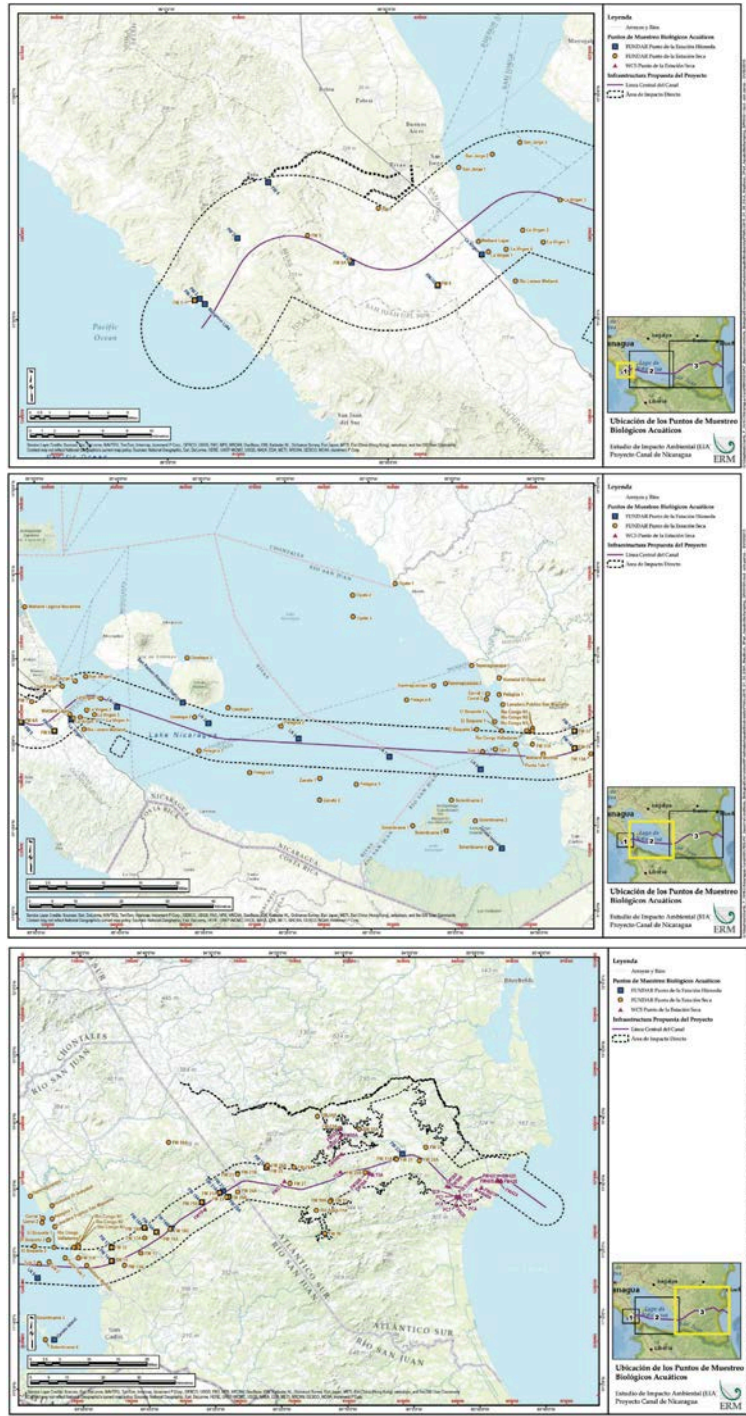


Figura 5.6. Puntos de Muestreo de la Biodiversidad Acuática de Agua Dulce (Fuente: EIAS Canal de Nicaragua, acápite 5.10 Capítulo 5).

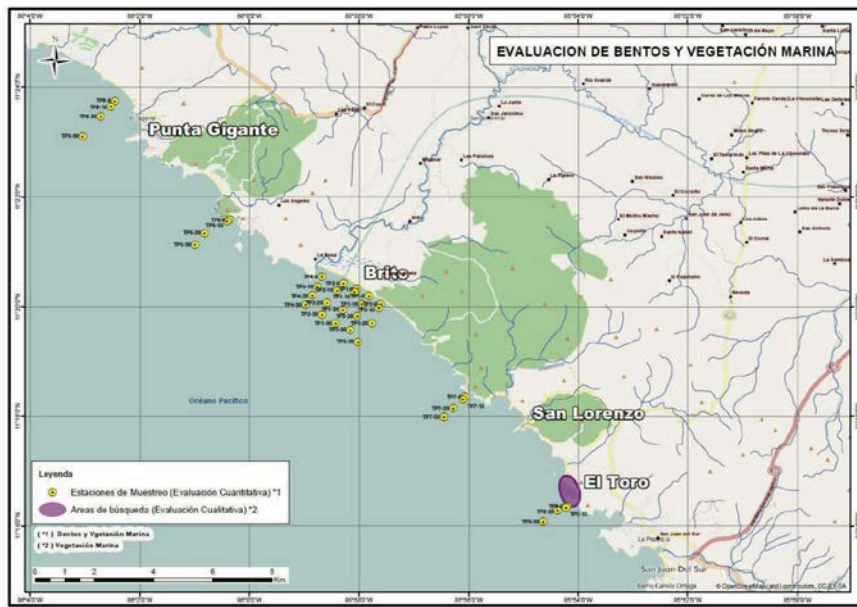


Figura 5.7: Puntos de Muestreo de la Biodiversidad Marina (Fuente: EIAS Canal de Nicaragua, acápite 5.11 Capítulo 5).

5.2.5 Medio Socioeconómico

Expropiación de tierras y reasentamiento

El desplazamiento resultante de poblaciones humanas es uno de los impactos más significantes del proyecto e incluye desplazamiento físico y económico debido a la aprobación de la expropiación de aproximadamente 2,900 Km² de tierra para canal. Aproximadamente 30,000 (o 7,210 familias) tendrían que ser desplazadas física o económicamente.

El SIA recomienda que HKND, en cooperación con el Gobierno de Nicaragua, complete e implemente un Plan de Acción de reubicación y un Marco para la Restauración y Compensación de los Medios de Subsistencia que sea consistente con las normas internacionales.

Pueblos indígenas

El segmento Este del Canal atravesarían 40 Km de tierras tradicionales de los pueblos indígenas Rama y Kriol. El segmento Oeste del Canal tendrían un impacto sobre el pueblo indígena Noha

El estudio recomienda que el Gobierno de Nicaragua inicie una consulta con la comunidad Noha de forma similar a la que se está realizando actualmente con el GTR-K y que las mismas se hagan de acuerdo a las normas internacionales y garantizarse un FPIC antes de que comience la construcción del canal.

Beneficios del proyecto

El proyecto ofrece el potencial de mejorar significativamente la economía de Nicaragua. El modelo de los impactos económicos no se realizó para el proyecto, por lo tanto estos beneficios solo pueden cuantificarse parcialmente. Algunos beneficios para el Gobierno de Nicaragua pueden medirse en términos del aumento de ingresos como ingresos directos para el Gobierno por concesión e ingresos por impuestos indirectos e inducidos.

Además de beneficios directos para el Gobierno, se espera que el proyecto también beneficie a la economía nicarguense en general a través de aumentos en la producción económica, diversidad comercial y mercados asociados a gastos de construcción de US\$40,000 millones. Se prevén también cambios en el desempleo y la participación de la fuerza laboral asociados a la contratación de un estimado de 25,000 trabajadores nicaragüenses para la construcción y 4,000 durante la operación.

5.2.6 Identificación y valoración de impactos ambientales (Manuel)

Este capítulo se analizan los impactos identificados en el EIAS, sobre los recursos físicos y biológicos (EIAS Canal de Nicaragua, capítulo 6 y 7), que puedan afectar el estado ecológico de los sitios Ramsar de San Miguelito y Bahía Bluefields.

Evaluación de Impacto Recursos Físicos

Geología e hidrogeología: En cuanto a la geología, el principal impacto es el hundimiento de los terrenos, que afecta a los pobladores y a las estructuras que se encuentran cerca de taludes de excavación. Los impactos hidrogeológicos afectan potencialmente a los usuarios de aguas

subterráneas, presentes en la zona del Proyecto y sus alrededores. Dichos impactos incluyen la intrusión salina y los cambios en el nivel freático, que incluye tanto los aumentos y las disminuciones del nivel de las aguas subterráneas. En general, se considera que los impactos asociados a las características geológicas e hidrogeológicas tienen una significancia entre Insignificante y Mayor (pre-mitigación). Con la implementación de medidas de mitigación, la significancia de los impactos podrían reducirse a entre Insignificante y Moderada. Los antecedentes aportados en el EIAS para la evaluación de impactos hidrogeológicos, se basó en información de estudios previos y que no necesariamente está orientada a los objetivos y área de influencia del Proyecto, siendo necesario analizar en detalle con datos de campo las características de los acuíferos presentes en el área y en particular el comportamiento de nivel freático con y sin Proyecto. Lo anterior, ya que es necesario evaluar el efecto que se producirá entre las diferentes actividades del Proyecto, sobre la vegetación terrestre por modificaciones en el nivel freático. Estos efectos en general, son de largo plazo y pueden involucrar grandes extensiones de territorio. En particular, se requiere evaluar potenciales efectos sobre la vegetación del Humedal de San Miguelito, por la vecindad a algunas obras permanentes del Proyecto.

Geomorfología y suelos: la construcción y operación del canal y de las instalaciones asociadas del Proyecto, que incluye el desbroce y la nivelación del suelo, la excavación del canal, la disposición del material excavado, el tránsito de equipos, maquinaria y embarcaciones, y la inundación de las áreas de embalse, podría afectar de manera negativa la geomorfología, el paisaje y los suelos del área del Proyecto. Entre los impactos potenciales también se incluye la erosión del suelo y de la costa. En general, los impactos asociados a la geomorfología y a los suelos tienen una significancia que va de Menor a Mayor en las condiciones antes de implementar las medidas de mitigación, y de Menor a Moderada en las condiciones después de implementar las medidas de mitigación. Los procesos erosivos y/o modificaciones en el balance de sedimentos de las cuencas, derivados de actividades como las descritas en el Proyecto, pueden afectar las características geomorfológicas y régimen sedimentológico de los cuerpos de agua localizados aguas abajo de las obras (ej. ríos, Lagos, estuarios, zona costera adyacente). Los antecedentes aportados en el EIAS para la evaluación de impactos sobre la geomorfología, se basó en descripciones estructurales-superficiales de campo en el área de influencia del Proyecto. Se requiere evaluar los potenciales impactos sobre la geomorfología de los cuerpos de agua y en particular sobre la dinámica de las zonas estuarinas, ya que estas podrían eventualmente generar efectos sobre el sitio Ramsar de Bahía Bluefields.

Recursos hídricos: la construcción y operación del canal y de las instalaciones asociadas al Proyecto, que incluye la excavación del canal, la construcción y operación de las esclusas, la construcción del puerto, la construcción de rompeolas (espigón), el desarrollo de áreas de diques y disposición de material excavado y/o dragado, la inundación de embalses nuevos y el dragado, pudiera afectar de manera negativa los recursos hídricos del área del Proyecto, incluyendo cambios en la salinidad, la introducción de pesticidas, el incremento de los sólidos suspendidos, cambios en el estado trófico, cambios en los niveles de nutrientes, cambios en la hidrología de las cuencas, aumento en las cargas y transporte de sedimentos. Otra actividad que pudiera generar impactos negativos es el dragado del lago y las zonas costeras (litorales). En general, los impactos asociados a los recursos hídricos fueron evaluados con una significancia entre Menor y Mayor antes de la implementación de las medidas de mitigación, y entre Menor y Mayor con la implementación de las medidas de mitigación. Los impactos sobre el recurso

hídrico provienen de múltiples actividades del Proyecto, siendo necesario evaluar el efecto sinérgico que se generará entre todas ellas, en particular sobre la calidad de agua. En este contexto se sugiere ampliar el área de estudio, incorporando los sitios Ramsar de San Miguelito y Bahía Bluefields, para evaluar potenciales cambios en su estado ecológico.

Evaluación de Impacto sobre Biodiversidad

Biodiversidad Marina: la construcción y el dragado del rompeolas podrían causar lesiones y mortalidad a algunos organismos bénticos en ambas costas, y podrían afectar corales. Las fuentes de efectos subletales en especies más móviles incluirían contaminación lumínica de las áreas de trabajo, construcción de rompeolas, dragado y contaminación sonora a partir del clavado de pilotes y el tráfico de barcas; estas fuentes de impactos, y tendrían el potencial de afectar adversamente el comportamiento de peces, aves, mamíferos marinos y tortugas marinas. En última instancia, estos impactos combinados con otros impactos potenciales a nivel de la comunidad, como la introducción de especies no nativas a través del intercambio de agua de lastre y cambios inducidos por la calidad del agua en la comunidad de plancton (p. ej., mareas rojas), tienen el potencial de cambiar la composición de las especies en áreas localizadas de la comunidad biológica marina cercana a la costa, tanto en la costa del Caribe como la del Pacífico. La mayoría de estos impactos no tendrían significancia importante, aunque tendrían lugar impactos sobre especies raras y hábitat críticos. Los impactos sobre las especies raras (en particular las tortugas marinas) y los hábitat críticos serían los más significativos de todos los impactos sobre la biodiversidad marina y requerirían la implementación de medidas de mitigación y compensación dirigidas a evitar impactos significativos adversos a nivel poblacional. En el EIAS se levantó información de línea base para evaluar los potenciales impactos en un área de influencia marina, que no incluyó el sitio Ramsar de Bahía Bluefields (acápite 5.1), en particular, los efectos subletales descritos en el EIAS, pueden afectar la biota en el humedal a través de conexión con las corrientes marinas costeras. En este contexto se sugiere ampliar el área de estudio, incorporando el sitio Ramsar de Bahía Bluefields, para evaluar potenciales cambios en su estado ecológico.

Biodiversidad de Agua Dulce: en el EIAS se identificaron efectos directos sobre la biota y efectos indirectos sobre la biota como resultado de cambios en sus hábitats. En la evaluación de impactos sobre la biodiversidad de agua dulce, se señala que la construcción del Proyecto afectaría directamente menos del 3 por ciento del fondo del lago de Nicaragua, pero los efectos indirectos pueden extenderse más allá de esta huella. Pequeñas cantidades de sedimentos finos fugitivos liberados desde el cabezal de corte de la draga o el área de eliminación en aguas abiertas se dispersarían en la columna de agua y finalmente se asentarían en el fondo del Lago afuera de la huella del Proyecto. El hábitat para especies demersales comunes sería perturbado en su totalidad y la batimetría se vería alterada irrevocablemente por la excavación del canal y la deposición de material de desecho arenoso y pedregoso en el área de eliminación en aguas abiertas, adyacente al canal. En el área afectada podría haber áreas no mapeadas de fondo rocoso, pero la mayor parte del hábitat para peces endémicos y potencialmente nuevos para la ciencia se encuentra afuera del área que se vería impactada por el Proyecto. Asumiendo que no ocurrirán eventos grandes no anticipados en el lago de Nicaragua, no se espera que la construcción y la operación del Proyecto causen impactos negativos significativos sobre la diversidad acuática en el lago. Dentro de los impactos más importantes que provocaría la

construcción y operación del canal, se identifica la propagación inevitable de especies invasivas desde el lago hacia el sistema del Río Punta Gorda. La línea base presentada en el EIAS, se basó en un análisis denominado “bioevaluación rápida” orientado básicamente a identificar especies acuáticas con un enfoque areal (riqueza), el cual no está dirigido a analizar aspectos funcionales de las especies, cómo historia de vida, ciclos y áreas reproductivas, requerimientos de hábitats (ej. sustrato, calidad de agua, oferta alimento). Considerando el proyecto involucra actividades que afectarán el lago de Nicaragua, a través de alteraciones en el régimen sedimentológico, fluctuación del nivel de las aguas, cambio en la calidad de agua, entre otros.

Se requiere desarrollar un análisis más detallado en el sitio Ramsar de San Miguelito, para evaluar potenciales cambios en su estado ecológico. En particular, referido a los cambios en la salinidad, aporte de elementos contaminantes y nutrientes, que pueden afectar las especies presentes en el humedal. Estos antecedentes permitirían evaluar adecuadamente impactos funcionales sobre los ecosistemas acuáticos, tales como el efecto de la salinidad sobre el ciclo de vida de los organismos. Es importante destacar que en el EIAS, se utilizó exclusivamente el criterio uso de las aguas del lago para el consumo humano (agua potable), sin hacer referencia a criterios ecológicos, toda vez que el lago de Nicaragua es un ecosistema de agua dulce con alto valor ambiental en términos de su biodiversidad.

Biodiversidad Terrestre: En el EIA se indica que el Proyecto tendría como resultado la pérdida directa de aproximadamente 94,000 hectáreas de vegetación, que constituye menos del 1 por ciento de la vegetación total dentro de Nicaragua, y entre 5 y 70 por ciento de la vegetación dentro de las cuencas afectadas. Gran parte de esta pérdida tendría lugar en hábitat ya degradados (p. ej., pastizales u otra cubierta terrestre modificada por humanos) pero aproximadamente 30 por ciento ocurriría en hábitat de calidad alta y excepcional, incluyendo bosques primarios. De las 94,000 hectáreas de pérdida directa de hábitats terrestres causada por el Proyecto, 65,000 tendrían lugar dentro de tres áreas protegidas: las Reservas Naturales Punta Gorda y Cerro Silva en el este y el sitio Ramsar San Miguelito ubicado en la orilla este del lago de Nicaragua. El impacto para el sitio Ramsar San Miguelito afectaría a menos del 1 por ciento del área total del sitio, mientras que los impactos a las Reservas Naturales Punta Gorda y Cerro Silva abarcarían el 18 y el 17 por ciento de esas reservas, respectivamente. En el EIAS se levantó información de línea base para evaluar los potenciales impactos en el área de influencia terrestre, que no incluye una caracterización detallada del sitio Ramsar de San Miguelito (acápito 5.2.4). En este contexto se sugiere ampliar el área de estudio, incorporando el sitio Ramsar de San Miguelito, para evaluar potenciales cambios en su estado ecológico.

En el EIAS se indica que el Proyecto tendría como resultado impactos directos para 87,640 hectáreas de hábitats críticos marinos, de agua dulce y terrestres; sin embargo, la implementación exitosa de las medidas de mitigación y compensación minimizarían los impactos del Proyecto sobre el hábitat crítico y, en algunos casos, tendría como resultado un beneficio (p. ej., ganancia neta) en los valores de biodiversidad para los cuales se designó el hábitat crítico. Esta conclusión requiere ser analizada nuevamente a la luz de las actividades que se recomiendan en este informe, ya que está sustentada sobre información proveniente de una “bioevaluación rápida” con énfasis areal, sin considerar aspectos funcionales que son la base de la sustentabilidad de los ecosistemas naturales presente en el área de estudio, tales como los sitios Ramsar de San Miguelito y Bahía Bluefields.

5.2.7 Programa de gestión ambiental

En el EIAS del Canal de Nicaragua se resumen los diez problemas clave que surgieron sobre el Proyecto durante las consultas para la determinación del alcance, en los medios de comunicación o a través de la evaluación independiente de los impactos (Tabla 5.2).

Tabla 5.2. Problemas y Preocupaciones Clave (Fuente: Resumen Ejecutivo EIAS Canal de Nicaragua, acápite 5).

Problemas o preocupaciones clave	Norma internacional relevante	Acción relacionada en el ESAP	Referencia a capítulos de la EIAS
1. Lago de Nicaragua	IFC ND 3/WB EHS	#8, 10, 11, 12, 13, 19, 20, 21	5, 6, 7, 12
2. Erosión de los suelos y sedimentación	IFC ND 3/WB EHS	#19, 20, 21	5, 6, 7, 12
3. Biodiversidad	IFC ND 6	#6, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21	5, 7, 12
4. Expropiación de tierras y reubicación	IFC ND 5	#3, 7, 19, 20, 21	5, 8,
5. Pueblos indígenas	IFC ND 7	#4, 7, 19, 20, 21	5, 8, 12
6. Comunidades afectadas por el proyecto	IFC ND 1	#5, 7, 19, 20, 21	5, 8, 12
7. Influjo poblacional e impactos inducidos	Manual IFC	#7, 18, 19, 20, 21	5, 7, 8, 12
8. Patrimonio cultural	IFC ND 8	#12, 20, 21	5, 8, 12
9. Riesgos naturales y seguridad del proyecto	IFC ND 4	#8, 9, 14, 16, 17, 20, 23	10,
10. Efectos transfronterizos	IFC ND 1/3	#20, 21	6, 7

Para cada uno de estos diez aspectos claves, el EIAS describe los posibles efectos del Proyecto, analiza las medidas de gestión y mitigación que HKND propone o ha aceptado, hace referencia a las normas internacionales aplicables y explica las conclusiones y recomendaciones de ERM.

Considerando que el objetivo de este informe es analizar los potenciales impactos y/o riesgos sobre los sitios Ramsar de San Miguelito y Bahía Bluefields, sin perjuicio de que incorporemos otros impactos que no estén incluidos en la lista priorizada por el EIAS del Canal de Nicaragua. En particular nos referiremos a:

Lago Nicaragua: en el EIAS se identifican como potenciales impactos las variaciones en los niveles del agua y su flujo de descarga, la intrusión salina, los patrones de circulación y transporte de sedimentos, y la calidad del agua. A partir del análisis de cada uno de los impactos y medidas de gestión y mitigación contenidas en el EIAS, planteamos las siguientes observaciones:

- Nivel de agua y flujos de descarga: en el EIAS se indica que no existirán efectos sobre el nivel de agua del lago Nicaragua, a pesar de su aumento desde 30,2 a 33 m.s.n.m. Para sostener dicha hipótesis se requiere contar con un análisis hidrológico del régimen de fluctuaciones del lago en condiciones naturales y a diferentes escalas temporales (intradiaria, diaria, mensual y interanual) y compararlas con la regla de operación del proyecto (a las mismas escalas temporales, a diferentes probabilidades de excedencia hidrológica). Existe numerosa evidencia científica de que el efecto de la regulación de cuerpos de agua puede ocurrir a diferentes escalas de tiempo, recientemente se ha

demostrado que fluctuaciones intradiarias e interanuales afectan negativamente el estado ecológico de los humedales.

- **Intrusión salina:** El lago de Nicaragua se considera una fuente de agua potable; por lo tanto, la salinidad en el lago de Nicaragua debe cumplir las normas para el agua potable. ERM estimó que la concentración promedio de cloruro por volumen en el año 2070 en el lago de Nicaragua aumentaría de aproximadamente 64 mg/l, en la actualidad, a aproximadamente 160 mg/l (equivalente a 0.5 partes por mil [ppt] de salinidad). Es importante observar que estas estimaciones asumen que no hay medidas de control para la salinidad. Sin embargo, HKND pretende proporcionar medidas de control para la salinidad, aunque aún no ha seleccionado una medida específica. Existen varias opciones para el control de la salinidad, que incluyen proporcionar enjuagues periódicos a las esclusas, construcción de trampas para capturar el agua salada y cortinas de burbujas de aire, entre otras. Estas medidas de control deben reducir la intrusión salina en el lago de Nicaragua para garantizar que el lago cumpla con las normas para agua potable. Si bien es cierto, que uno de los principales usos del lago de Nicaragua es el abastecimiento de agua potable, también es muy importante la biodiversidad acuática y terrestre asociada al lago, reconocidas como áreas de alto valor ambiental a escala nacional e internacional. En este contexto, el análisis presentado en el EIAS (Modelación hidrodinámica y efectos intrusión salina, Apéndices EIAS RH3 y RH4), deberían actualizarse a una modelación numérica 3D integrada con modelación de calidad de agua. Lo anterior para evaluar los potenciales efectos sobre el humedal de San Miguelito, en particular, derivados de la ocurrencia de corrientes en densidad con alta salinidad, masas de agua con baja disponibilidad de oxígeno disuelto, entre otros. Los rangos de tolerancia a la salinidad de especies acuáticas o terrestres presentes en humedales de agua dulce son en general desconocidos, por el efecto del aumento en 0,5 ppt en la salinidad del lago de Nicaragua sobre el humedal de San Miguelito requiere ser estudiado en mayor profundidad. Las medidas propuestas para controlar el aumento de salinidad en el lago de Nicaragua, deben ser reevaluadas a la luz de los resultados que se obtengan con las actividades propuestas.
- **Patrones de circulación y Transporte de sedimentos:** el Proyecto propone dragar un canal de 30 metros de profundidad a través del lago de Nicaragua, colocando el material dragado más grueso adyacente al costado sur del canal y el material fino en dos CDF. Durante la operación, el proyecto requiere realizar el dragado de manera permanente en el lago de Nicaragua. Ambas actividades generarán potenciales impactos sobre los ecosistemas acuáticos y áreas adyacentes, derivados de la movilización y transportes de material particulado a otras áreas del lago. Se sugiere realizar una Evaluación de Riesgo Ecológico en el Sitio Ramsar San Miguelito y en el lago de Nicaragua.
- **Calidad de agua:** la construcción y operación del Proyecto puede generar potenciales impactos sobre la calidad de agua, derivados de la movilización y transporte de nutrientes y contaminantes presentes en los sedimentos del lago. Se sugiere realizar una Evaluación de Riesgo Ecológico en el Sitio Ramsar San Miguelito y en el lago de Nicaragua.

Erosión de suelos y sedimentación : El control de la erosión del suelo y la sedimentación es una de los impactos más relevantes del Proyecto, en especial si se considera que la construcción perturbaría aproximadamente 105,000 hectáreas y requeriría movilizar aproximadamente 5,000 Mm³ de tierra. En el EIAS se indica que la construcción del Proyecto introduciría cargas de sedimentos significativas en los cursos de agua, en especial al mar Caribe, con impactos potenciales a importantes hábitat marinos. Este impacto es en alguna medida inevitable, aunque existen medidas que se pueden implementar para reducir su magnitud. La magnitud de dicho impacto es desconocido, ya que se basó exclusivamente en análisis cualitativos.

Biodiversidad: Nicaragua es parte del Área Clave de Biodiversidad Mesoamericana, uno de los 35 puntos clave de biodiversidad designados en todo el mundo. La ruta propuesta para el canal atraviesa un área rica en recursos de biodiversidad marina, de agua dulce y terrestre. Para mitigar y contrarrestar estos impactos inevitables, y para perseguir la meta del Proyecto de alcanzar un impacto neto positivo sobre la biodiversidad, HKND propone una serie de medidas para mitigar y compensar los impactos inevitables a los bosques del Caribe y el Corredor Biológico Mesoamericano (Fuente: Resumen Ejecutivo EIAS Canal de Nicaragua, acápite 5.3.1, pág.51). Sin embargo, los resultados obtenidos durante la ejecución de la línea de base biótica, se limitó a identificar la presencia de especies en sitios acotados circunscritos al área de influencia directa del Proyecto, sin evaluar atributos funcionales de los ecosistemas. Estos últimos serán probablemente los impactos a largo plazo más relevantes. Por lo anterior, se sugiere desarrollar una línea de base específica en los sitios Ramsar de San Miguelito y Bahía Bluefields, utilizando los delineamientos establecidos en la Convención, para evaluar los potenciales impactos en estas áreas.

En un contexto general, se sugiere actualizar el balance hídrico global del área de influencia del Proyecto y localmente para el embalse Agua Zarca, incorporando periodos húmedos en diferentes probabilidades de excedencia hidrológica. Además de realizar un levantamiento detallado de las características hidrogeológicas del área de influencia del Proyecto.

Las medidas de gestión y mitigación propuestas en el EIAS, deben ser reevaluadas a la luz de los resultados que se obtengan con las actividades propuestas en este informe. Adicionalmente se requiere implementar un programa de seguimiento adaptativo con enfoque ecosistémico, para poder detectar tempranamente cualquier desviación en la magnitud y tendencia de los impactos identificados en el EIAS y detectar impactos no previstos.

5.3 Análisis integrado (todos)

Comentarios Generales

A continuación se presentan algunos comentarios respecto de la línea de base del medio biótico, incluida EIAS Canal de Nicaragua:

Teniendo en cuenta que el proyecto considera modificaciones en algunos aspectos biogeoquímicos de ecosistemas como el lago Nicaragua o sector costero del Mar Caribe, se recomienda analizar los potenciales efectos, estructurales y funcionales, sobre los humedales

San Miguelito y Bahía Bluefields. Ambos sitios Ramsar de importancia internacional y no fueron considerados dentro de la línea de base. En particular se sugiere:

- Considerando la elevada biodiversidad y singularidad de las comunidades biológicas registradas en los diferentes ambientes, se sugiere realizar estudios de la historia de vida de especies con problemas de conservación, en particular referidas a los requerimientos de hábitat de los estadios de desarrollo más temprano.
- Se sugiere mejorar la resolución taxonómica durante el proceso de identificación de la biodiversidad, en particular de los organismos acuáticos.
- Se sugiere incorporar un análisis funcional de la biodiversidad con enfoque ecosistémico, para evaluar adecuadamente los potenciales impactos sobre la biodiversidad. En particular referido a áreas de reproducción, procesos migratorios, requerimientos de hábitats de las especies, entre otros.

6. Análisis priorizado del estudio de impacto ambiental

6.1 Impactos sobre los componentes físicos

Como se menciona en el capítulo 5, el área de influencia del canal debe ser analizada de manera integral con los componentes que tengan impacto potencial sobre la biodiversidad del humedal San Miguelito. Estos incluyen: patrones de circulación y niveles de agua del lago Nicaragua, entradas y salidas de flujo de agua del lago y de las cuencas de los ríos, calidad del agua, intrusión salina, erosión del suelo y transporte de sedimentos, así como los efectos transfronterizos (Figura 5.4).

Un análisis profundo que se debería anticipar en el estudio de impacto ambiental debería considerar un balance entre los beneficios sociales, ambientales y económicos del mismo y la cuantificación detallada del humedal. La figura 6.1 muestra de manera esquemática el balance entre los beneficios y la evaluación del humedal.

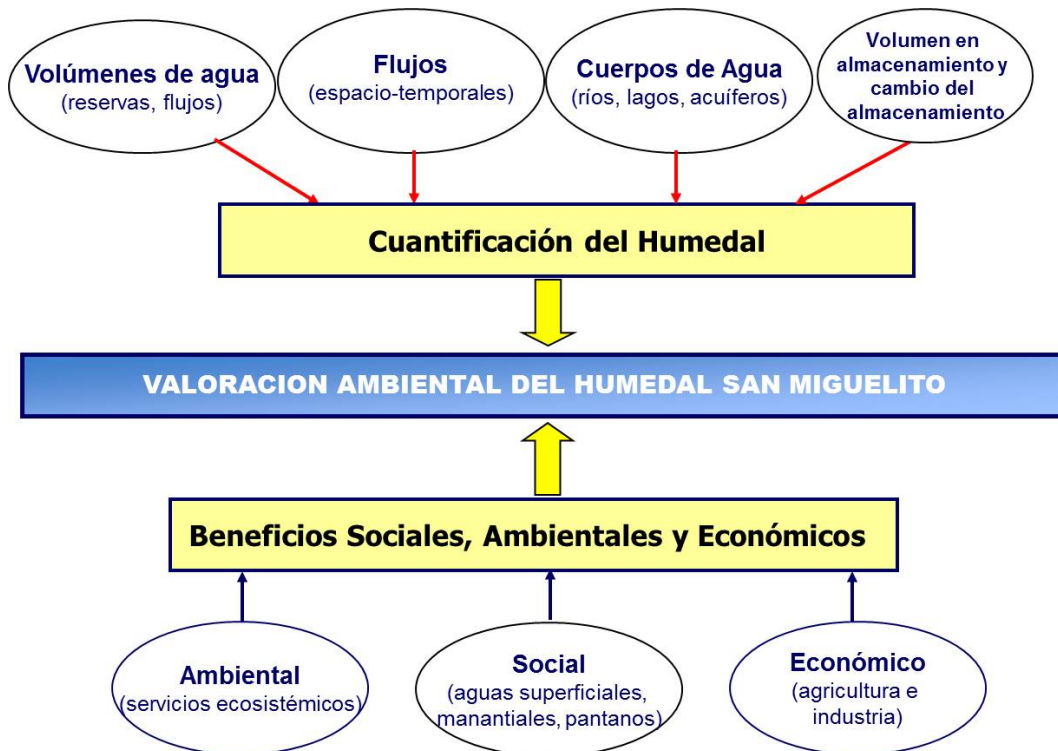


Figura 6.1 Diagrama de elementos de un modelo conceptual para la valoración ambiental del Humedal San Miguelito.

Hidrología e hidrogeología

Desde los puntos de vista hidrológico e hidrogeológico, la evaluación cuantitativa del humedal San Miguelito debe incluir los siguientes elementos: volúmenes de agua (en reservas y en flujos), flujos (espacio-temporales), cuerpos de agua (ríos, Lago, acuíferos), y los volúmenes en almacenamiento, así como los *cambios* del almacenamiento. De manera general, ese análisis cuantitativo se realiza primero adoptando un *modelo conceptual* de la dinámica integrada de esos elementos en su estado natural (línea de base) para poder después evaluar los efectos en cualquier cambio. La integración cuantitativa de los mismos requiere series de datos con mediciones espacio-temporales (ciclos hidrológicos). Con esos datos se puede construir un *modelo numérico* detallado con el cual se valida la dinámica del sistema y se pueden hacer predicciones de los impactos antropogénicos (p. ej., construcción del canal).

Desde el punto de vista de los beneficios en el balance mostrado esquemáticamente en la figura 6.1, el Humedal de San Miguelito depende en gran parte de las actividades socioeconómicas y culturales del poblado y las comunidades adyacentes al mismo, tales como: ganadería, agricultura, pesca artesanal y semi-industrial, materia prima para construcción de viviendas, alimentación, transportes y recreación. Este humedal mantiene una rica diversidad biológica; sustentada en su variedad de ambiente y nichos para un gran número de especies de aves, peces, reptiles y mamíferos, nativos, residentes y migratorios.

También como beneficios indirectos, estos ecosistemas cumplen una función primordial en la prevención de desastres naturales e inundaciones, retenedores de sedimentos y control de la

erosión, depuración y reciclaje de las aguas del Lago de Nicaragua, en las condiciones climatológicas, entre otras funciones que otorgan diversos atributos que se pueden considerar como servicios ambientales de suma importancia e indispensable para la existencia de seres vivos en estos ecosistemas. El capítulo 3 (sección 3.2) presenta una descripción detallada de los servicios eco-sistémicos del Humedal San Miguelito.

Los procedimientos de evaluación del impacto ambiental deben asegurar la identificación de los verdaderos valores de los ecosistemas de humedales en cuanto a los múltiples valores, beneficios y funciones que proveen para permitir que esos amplios valores ambientales, económicos y sociales se incorporen a los procesos de toma de decisión y de manejo.

El estudio del impacto ambiental y social realizado para la obtención del permiso de construcción del Canal de Nicaragua (ERM, 2015), no incluye un análisis completo ni integrado como se sugiere en este reporte. El estudio de impacto ambiental y social presenta resultados *cualitativos* basados en investigación bibliográfica y algunos estudios de campo realizados con el objetivo de la construcción del canal. Los resultados del mismo son muy precarios notándose principalmente la ausencia de monitoreo a largo plazo (acuíferos), y de un análisis cualitativo muy somero del transporte potencial de solutos (intrusión salina) como consecuencia de la abertura del canal hacia el mar.

6.2 Impactos identificados en el EIAS

El EIAS (ERM, 2015) identifica los efectos que la construcción del Canal Interoceánico tendrían sobre una amplia gama de recursos y receptores potenciales; estos incluyen principalmente: recursos físicos, recursos de biodiversidad, recursos humanos, y recursos económicos.

Muchos de esos recursos, y los efectos que el Canal tendría sobre ellos, están interrelacionados, de manera que una actividad de la construcción y/o la operación del canal (p. ej., dragado del Lago de Nicaragua) pueden tener implicaciones ambientales, sociales, culturales, económicas y sanitarias.

El EIAS reconoce que a pesar de los varios estudios de impacto realizados, la evaluación todavía tiene un nivel de incertidumbre alto que requieren más estudios para que el EIAS sea más asertivo en lo que respecta a las conclusiones finales y recomendaciones sobre impacto que la construcción y operación del canal tendrían sobre los recursos mencionados más arriba.

Esas mismas observaciones se aplican en lo que respecta a los impactos sobre el humedal San Miguelito.

Dentro de los recursos físicos evaluados se destacan la geología, los suelos, las aguas subterráneas y las aguas superficiales.

6.2.1 Hidrología

Dentro de la hidrología (aguas superficiales) destacan los impactos sobre el Lago de Nicaragua y el río San Juan. Las prácticas internacionales relacionadas con los recursos hídricos y su uso, establecen sobre todo la eficiencia de esos recursos y la prevención de la contaminación. En este caso, se espera que los constructores del Canal eviten, o minimicen y controlen, la liberación de contaminantes, además de adoptar medidas que eviten o reduzcan el uso de agua de forma que el consumo de agua de proyecto no tenga efectos significativos sobre los otros usos de ese mismo recurso.

Los estudios preliminares realizados previos a la construcción del canal indican que la construcción y operación del canal tendría efectos pequeños sobre los niveles de agua del Lago Nicaragua y debería ser capaz de gestionar adecuadamente el potencial de impactos de la salinidad. Sin embargo esos estudios son muy preliminares y son deficientes. El mismo EIAS, publicado en junio de 2015 (ERM, 2015), reconoce las limitaciones y los vacíos en la información, datos y análisis de los mismos. Para ello listan una serie de recomendaciones que “deberían remediarse para reducir las incertidumbres *antes* de que se tomen decisiones finales sobre el canal o comience la construcción de mismo.

Al momento de la preparación de este reporte de la misión Ramsar de asesoramiento, esas recomendaciones no se habían aun implementado.

De interés particular son el incremento de la salinidad en el Lago Nicaragua; el balance hídrico del Lago más actualizado e integrado; la erosión y el transporte de sedimentos y la carga de nutrientes que podrían llegar al Lago.

En lo que respecta a los impactos potenciales transfronterizos sobre el río San Juan, el EIAS concluye que en base a los datos disponibles de hidrología y sedimentos del Lago, el canal tendría un efecto insignificante sobre los flujos y la calidad del agua del río San Juan. No obstante, como ya se mencionó antes, no se finalizó el estudio recomendado de balance hídrico con estratigrafía de sedimentos para confirmar los datos preliminares que sugieren esa conclusión.

6.2.2 Hidrogeología

De manera general las aguas subterráneas dentro y alrededor del Lago de Nicaragua están contenidas en acuíferos aluviales de los periodos cuaternario a reciente con volúmenes importantes de hasta 100 l/s. Estos acuíferos compuestos por arena y grava sin consolidar, varían en profundidades que van desde 5 hasta los 60 metros. La parte oeste del Lago contiene napas de agua subterránea generalmente menores a 5 metros con variabilidad estacional. En esas zonas el agua salina se encuentra por debajo de las aguas dulces presentando posibilidad de intrusión de agua salada en caso de bombeo excesivo en esas áreas. En esas zonas, la excavación del canal tendrá como consecuencia un rebatimiento de las napas de agua dulce con un avance de la interface de agua dulce/agua salada e intrusión salina hasta el lago de Nicaragua. Ese efecto podrá ser temporal o permanente, ello dependerá de la gestión de los trabajos de excavación y control de la intrusión salina durante los mismos.

Los acuíferos localizados en la parte oeste de lago Nicaragua, juegan un papel hidráulico importante en el equilibrio dinámico de las aguas superficiales y subterráneas. Por ejemplo,

parte de los acuíferos localizados en la cuenca del río Brito tienen flujos de agua subterránea tanto hacia el Pacífico como hacia el Lago y proveen de flujo base a los ríos durante la época de secas. Se ha estimado que el balance de agua en esa zona provee una tasa de recarga dentro de la cuenca del río Brito de 585 mm por año representando el 40 % de la precipitación. Dado el gradiente hidráulico tan pequeño dentro de esa la cuenca, el riesgo de romper el equilibrio hidrodinámico natural es muy elevado.

El EIAS da una calificación de *impacto menor* de la construcción y operación del canal sobre las aguas subterráneas. Según el EIAS ésta significación es debida a “factores de pequeña magnitud general esperada de los cambios, la cantidad limitada de receptores afectados (acuíferos), y la naturaleza geográficamente localizada de dichos impactos”. Sin embargo el mismo EIAS reconoce que esa evolución de impactos potenciales presupone la implementación de controles incorporados y eficacia de los mismos en el diseño y operación del proyecto del canal. No obstante, además de algunas directivas con respecto a los impactos *geológicos* (no hidrogeológicos), el EIAS no presenta más argumentos ni descripciones relacionadas con esos controles.

6.2.3 Hidrodinámica

El impacto de la construcción y operación del canal sobre la hidrodinámica de los recursos hídricos se concentra sobre todo en tres receptores: el Lago de Nicaragua, el río San Juan, y las aguas subterráneas adyacentes (ver secciones 3 y 4).

Los niveles de agua del Lago Nicaragua tienen una sensibilidad alta a la construcción del canal, lo cual representa un problema mayor y un impacto a la hidrodinámica, al hábitat y al balance hídrico del Lago. Más aun, la modificación de patrones de circulación podrán afectar sensiblemente la hidrodinámica del aLago trayendo otros daños colaterales al río San Juan y a los acuíferos que están en contacto con el mismo Lago.

Por último, al modificar la hidrodinámica de ese cuerpo receptor tan importante para la región, la calidad del agua, la salinidad, las plumas generadas por los trabajos de dragado , los pesticidas/metales y el balance de sedimentos se verán completamente afectados.

El balance hídrico y el manejo de la salinidad fueron estudiados por el promotor, pero a pesar de que ambos llegan a conclusiones similares, ninguno de los dos refleja el diseño actual del proyecto. Por ello es necesario completar un balance hídrico más preciso del proyecto que tome en consideración la topografía actualizada de la planicie costera y la batimetría del lago, la evapotranspiración, las proyecciones de demanda de aguas no relacionadas al proyecto (p ej., utilización del agua subterránea en los acuíferos aledaños al sitio del humedal San Miguelito), el almacenamiento del agua en los embalses, las medidas propuestas para el manejo de la salinidad, el diseño de las esclusas y el cambio y variabilidad climática; para confirmar si el suministro de aguas para las operaciones del canal se puede lograr sin tener impacto sobre los niveles de agua del Lago de Nicaragua y los cuerpos adyacentes con los que éste está conectado hidráulicamente (acuíferos y ríos).

6.3 Medidas del proyecto (mitigación, reparación, compensación)/ (todos)

En el EIAS del Canal de Nicaragua se describen una serie de planes de manejo relacionados con componentes ambientales que son impactados por el proyecto (Apéndice MM-1). A continuación se describen los principales planes de manejo, que están vinculados con los sitios Ramsar de San Miguelito y Bahía Bluefields:

- Plan de Manejo de Biodiversidad Acuática y Terrestre: este plan describe una serie de controles de diseño y operación (ej. límites de velocidad de los barcos, prohibición de voladuras submarinas en el Lago Nicaragua, reducción de polvo), medidas de mitigación (ej. implementación de caudales ecológicos, estudio de las zonas no afectadas de los ríos Punta Gorda y Chiquito, reforestación, control de caza) y de compensación (ej. mejorar las áreas protegidas con manglares y bosques secos, actividades adicionales de reforestación, monitoreo de especies poco comunes).
- Plan para la Conservación del Suelo, Manejo de Cuencas, Reforestación y Protección de la Regeneración Natural: este plan describe una serie de controles de diseño y operación (ej. desarrollar bancos y pendientes de excavación coherentes con las directrices de estabilidad geotécnica, medidas de control de la erosión de suelos, recolección de semillas y de plantas, rescate de suelo, construcción de rompeolas a ambas entradas del canal). No se describen medidas de mitigación y/o compensación.
- Plan de Monitoreo y Control de las Especies Exóticas y Remolas Agresivas: este plan está orientado a las especies exóticas que se consideran invasivas y que, por lo tanto, tienen potencial de causar daño ambiental. Este Plan cubre los controles incorporados y las medidas de mitigación que HKND y sus contratistas aplicarán para evitar, minimizar y controlar la introducción y propagación de especies de plantas y animales marinas, de agua dulce y terrestres exóticas invasivas.
fases de construcción y operación del Proyecto, porque las actividades del mismo que pueden provocar la introducción y propagación de especies exóticas invasivas tendrá lugar durante ambas fases. Se propone como principal medida la prevención y observación regular, para controlar la introducción y propagación de especies invasivas acuáticas en el área del Proyecto. No se describen medidas de mitigación y/o compensación.
- Plan de Manejo para el Lago Colcibolca (Nicaragua) y su Influencia al Río San Juan: Los objetivos específicos de este plan incluyen: i) Mitigación de los impactos a la cantidad y la calidad del agua superficial; nicaragüenses;
Mitigación de los impactos para las actividades de sustento.
orientadas al recurso hídrico y recursos naturales en el lago de Nicaragua, se propone control de las emisiones, tratamiento de las aguas residuales, optimizar el dragado, reducción de la contaminación lumínica, diseños y procedimientos de manejo de la salinidad, uso de draga de succión y corte para minimizar la liberación de material al ambiente acuático, eliminación de material dragado superficial fino en instalaciones de eliminación confinadas, entre otras medidas. No se describen medidas de

El alcance tem po

i) Protección de l

ii) Implem entac ió

En relación a las m

compensación.

- Plan de Manejo de Recursos Hídricos por Cuenca y Subcuencas: el objetivo principal de este plan es asegurar la minimización de los riesgos de impactos adversos económicos y sociales sobre dicho recurso, incluyendo la implementación de sistemas adecuados de sostenibilidad medioambiental, reducir al mínimo los impactos sobre la cantidad y la calidad de las aguas en la superficie y

subterráneas; pr

la vida silvestre. Entre las principales medidas de mitigación se indican control de drenajes ácidos, plantas de tratamiento de aguas servidas, mantenimiento caudales ecológicos, prevención de la erosión de los cauces y de las laderas, diseño e implementación de procedimientos de control de la salinidad. No se describen medidas de compensación.

- Planes de Manejo de Áreas Protegidas y Sistemas de Humedales: este Plan describe las medidas de mitigación y compensación relacionadas con las áreas protegidas. El Plan refleja la meta del Proyecto de alcanzar un Impacto Neto Positivo (NPI) sobre la biodiversidad, cuyo dogma central implica el fortalecimiento de las áreas protegidas dentro y alrededor del área del Proyecto para asegurar que los valores de biodiversidad en la región más amplia se mantengan o mejoren respecto a las condiciones actuales y pronosticadas sin Proyecto. Este Plan no reemplaza o suplanta los planes de manejo existentes establecidos por el MARENA. El alcance espacial de este Plan incluye toda la amplitud de las áreas protegidas con potencial de influencia directo o indirecto por parte de la construcción y operación del canal, además de áreas protegidas concebidas como parte de las compensaciones y la compensación de los impactos residuales del canal. Las áreas protegidas existentes consideradas dentro del alcance espacial de este plan

incluyen el Refug

Marina La Anciana, el sitio Ramsar San Miguelito, la Reserva Natural Punta Gorda, la Reserva Natural Cerro Silva, la Reserva Biológica Indio Maíz y el Refugio de Vida Silvestre Cayos Perlas. En relación sitio Ramsar San Miguelito, en el EIA se indica que la implementación del Proyecto, la porción sur del sitio Ramsar ya no cumplirá con muchos de los objetivos del plan de manejo actual (Condisa y otros, 2011). HKND se ha comprometido a implementar las recomendaciones de la Comisión Ramsar, que están pendientes, para mitigar los impactos directos e indirectos del Proyecto sobre el sitio Ramsar

San M iguelito. P

compensación para este sitio en particular.

- Plan de Manejo de Zonas Marino–Costeras: el Plan tiene como objetivo asegurar que el Proyecto produzca la mínima afectación posible sobre los ecosistemas costeros y marinos, estableciendo una adecuada gestión para la prevención y mitigación de los impactos que serían generados durante las actividades de construcción y operación. El alcance del Plan se ha elaborado tomando en cuenta la información generada en el estudio de línea base y tomando en cuenta las mejores prácticas ambientales, de acuerdo con los lineamientos y recomendaciones de instituciones nicaragüenses e internacionales. El Plan incluye acciones de manejo relacionadas con el diseño del Proyecto y acciones adicionales, que permitan una adecuada gestión de los impactos identificados. Los impactos y las acciones de mitigación han sido determinados para

cada una de las etapas del Proyecto (construcción y operación) y para cada uno de los grupos biológicos del ecosistema marino-costero identificados y evaluados como parte del estudio de línea base, en ambos frentes marinos. En el plan se describe Medidas Generales para Reducir Impactos de las actividades de dragado, disposición del material dragado, descarga de aguas residuales o aguas servidas, pilotaje, vertido accidental de hidrocarburos y otras sustancias peligrosas durante la fase de construcción del Proyecto, para prevenir, evitar y/o minimizar los posibles impactos sobre el plancton, bentos, corales, vegetación marina (algas y pastos marinos), peces, mamíferos, tortugas y aves marinas, en hábitats críticos (La Anciana, Manglares de Brito, área Pájaro Bobo, Monkey Point y Ecosistema de la Zona Litoral del Caribe). No se describen medidas de compensación.

El sitio RAMSAR de San Miguelito es un complejo de humedales de 44,000 hectáreas reconocido a nivel internacional y localizado a lo largo de lado este del lago de Nicaragua. El proyecto del canal de Nicaragua se alineó para minimizar los impactos al sitio, pero de todas maneras tendrá impacto sobre 430 hectáreas de tierras altas y hábitat acuático (figura 6.2), de las cuales alrededor de 40 por ciento se usan para agricultura, pastoreo y otros usos de tierra no naturales. La misión de RAMSAR llevo a cabo varias discusiones con el gobierno de Nicaragua y con los representantes de HKND sobre los posibles impactos y las medidas de mitigación que serían requeridas; abajo se describen las conclusiones y recomendaciones de la misión RAMSAR.

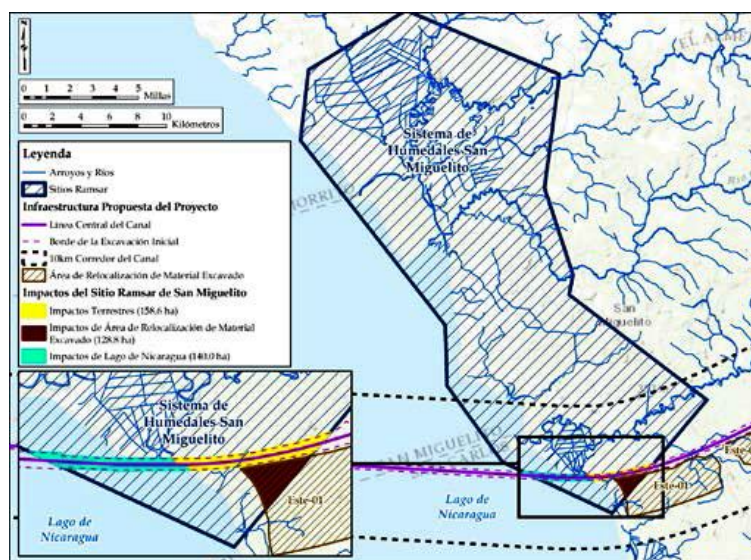


Figura 6.2: Impacto al sitio RAMSAR de San Miguelito.

6.4 Plan de seguimiento ambiental

El propósito del monitoreo durante las fases de construcción y operación busca tres aspectos: 1) comprobar la eficacia de los controles incorporados y de las medidas de mitigación, en cuanto a la minimización de los impactos asociados al Proyecto; 2) permitir la detección ágil de toda no conformidad con los estándares y las metas del Proyecto, así como la detección de impactos no previstos; y 3) identificar y aplicar medidas apropiadas de manejo adaptable cuando

corresponda y sea factible (Capitulo 6 volumen 14 del EIA). A continuación se describen sucintamente el Plan de Monitoreo por componente ambiental:

- Monitoreo de la Biodiversidad Acuática y Terrestre: el monitoreo de la biodiversidad acuática y terrestre, se ejecutará durante la fase de construcción y operación, con frecuencia semestral (Estaciones húmeda y seca). Para lo cual se utilizarán los mismos diseños de muestreo y metodológicas utilizadas durante la ejecución de la línea de base.
- Plan para la Conservación del Suelo, Manejo de Cuencas, Reforestación y Protección de la Regeneración Natural: el monitoreo contempla inspección de la erosión de los suelos y sedimentación, pérdida de suelos aptos para la agricultura, integridad de pendientes, reforestación, entre otras. La frecuencia de inspección y muestreo esta asociada a la ejecución de cada una de las actividades que afectan estos componentes ambientales, considerando en algunos casos monitoreo posterior al termino de las mismas.
- Plan de Observación y monitoreo de Monitoreo las Especies Exóticas y Remolas Agresivas: la observación consiste en auditar dos veces al año los registros de inspección del Plan de Monitoreo de Biodiversidad, inspecciones de diferentes actividades y obras del proyecto, consulta a personas de las comunidades locales, observaciones de ADN en muestras de agua, entre otras.
- Plan de Monitoreo para el lago Colcibolca (Nicaragua) y su Influencia al Río San Juan: El programa de monitoreo para el lago de Nicaragua y el Río San Juan incluirán como mínimo los siguientes componentes para alcanzar sus objetivos: Monitoreo de la calidad del agua y los sedimentos; Monitoreo de los niveles de agua del Lago; Monitoreo de la extensión y la condición de humedales; Monitoreo de las corrientes del lago en la superficie y en el fondo; Monitoreo de los patrones de erosión y deposición de sedimentos en el lago de Nicaragua (prospecciones batimétricas periódicas, cada 2 años durante los primeros 10 años, luego cada 5 años según lo relacionado con el dragado de mantenimiento); Monitoreo de la captura de peces y poblaciones de peces; Monitoreo de la cantidad de agua para el Río San Juan en San Carlos; Monitoreo de la cantidad de sedimentos (transporte de sedimentos); Monitoreo de los niveles de salinidad (con dispositivos automáticos); Inspección visual de estructuras diseñadas para mitigar o reducir los impactos en el Lago de Nicaragua y los efectos potenciales en el Río San Juan; Programa de monitoreo de ruido subacuático en ubicaciones sensibles del lago de Nicaragua; y Programa de monitoreo de especies invasivas. En la Tabla 6.1-1 se describe el diseño de muestreo y metodologías a implementar en cada programa de monitoreo (Capitulo 6 volumen 14 del EIA).
- Plan de Monitoreo de Recursos Hídricos por Cuenca y Subcuencas: el programa de monitoreo de los recursos hídricos incluirá, como mínimo, los componentes indicados a continuación a fin de lograr sus objetivos: Monitoreo de la calidad del agua y de los sedimentos; Monitoreo de la cantidad de aguas (caudales); Monitoreo de la cantidad de sedimentos (transporte de sedimentos); Monitoreo de los niveles de salinidad (con

el uso de dispositivos automáticos); Monitoreo de las aguas subterráneas (nivel y calidad); y Inspección visual de las estructuras construidas para la mitigación o reducción de los impactos sobre los recursos hídricos. En la Tabla 6.1-2 se describe el diseño de muestreo y metodologías a implementar en cada programa de monitoreo (Capítulo 6 volumen 14 del EIA).

- Planes de Monitoreo de Áreas Protegidas y Sistemas de Humedales: en el EIA se indica HKND será responsable de implementar el Programa de Observación de todo el Proyecto (Capítulo 13, Manejo y Monitoreo, del EIAS). El Área de Influencia del Proyecto, incluidas las áreas protegidas, se observará regularmente durante la construcción y operación para documentar la implementación de los compromisos de la EIAS del Proyecto y la respuesta del medio ambiente a la implementación del Proyecto. El propósito de la observación durante la construcción y operación será: 1) verificar la efectividad del controles incorporados y las medidas de mitigación para mitigar los impactos relacionados con el Proyecto, y 2) proporcionar detección rápida de no conformidades con las normas y metas del Proyecto o impactos no anticipados; y 3) identificar y aplicar medidas de manejo adaptativa adecuadas cuando sea posible y según corresponda. Sin embargo, los planes de monitoreo a implementar en dichas áreas se limitan a la revisión de potenciales amenazas a los sitios, sin que estos consideren el monitoreo del estado ecológicos de las áreas Protegidas y Sistemas de Humedales.
- Plan de Monitoreo de Zonas Marino–Costeras: el plan considera el monitoreo de parámetros físico-químicos y de biodiversidad, un “Plan de vigilancia y alerta temprana” con la finalidad de detectar la ocurrencia de potenciales impactos en su fase inicial y permitir eventualmente la interrupción de los procesos causantes. A partir del diseño de ingeniería del Proyecto se establecieron estaciones de monitoreo en el Frente Pacífico y en el Frente Caribe, en las cuales se incluyeron evaluaciones para los siguientes grupos biológicos marino-costeros: plancton, vegetación marina, bentos, corales, peces, mamíferos marinos, aves costeras y marinas y tortugas marinas. En la sección 6.1.2 de dicho plan, se presenta una descripción detallada del diseño de muestreo a aplicar para el seguimiento de cada componente.

El estudio de impacto ambiental y social (ERM, 2015) no contiene un análisis cuantitativo detallado que pudiese anticipar los todos los compontes del balance entre los beneficios sociales, ambientales y económicos del mismo y la cuantificación detallada del humedal San Miguelito.

Se debería monitorear e informar públicamente los niveles de agua en el lago de Nicaragua y el flujo y la calidad del agua de rio San Juan para verificar y confirmar los efectos del canal sobre el rio.

7. Conclusiones y recomendaciones

Este capítulo describe los resultados principales de la evaluación independiente realizada por la Misión RAMSAR de Asesoramiento, solicitada por el gobierno de Nicaragua como Parte Contratante de la Convención de Ramsar.

Las diferentes Recomendaciones (6.2 Evaluación de Impacto Ambiental) y Resoluciones (VII. 16 La Convención de Ramsar y el impacto ambiental: estratégico, ambiental y social, Resolución X.17 Evaluación de Impacto Ambiental y Evaluación Ambiental Estratégica) buscan asegurar que los procedimientos de evaluación del impacto ambiental se orienten y aseguren la identificación de los verdaderos valores de los ecosistemas de humedales en cuanto a los múltiples valores, beneficios y funciones que proveen para permitir que esos amplios valores ambientales, económicos y sociales se incorporen a los procesos de toma de decisión y de manejo a fin de mantener su carácter ecológico.

En el anterior sentido, a continuación se plantean las siguientes conclusiones:

1. El estudio del impacto ambiental y social realizado para la obtención del permiso de construcción del Canal de Nicaragua (ERM, 2015), no incluye un análisis completo ni integrado como se sugiere en este reporte. El estudio de impacto ambiental y social presenta resultados cualitativos basados en investigación bibliográfica y algunos estudios de campo realizados con el objetivo de la construcción del canal. Los resultados del mismo son muy precarios notándose principalmente la ausencia de monitoreo a largo plazo (acuíferos), y de un análisis cuantitativo del transporte potencial de solutos (intrusión salina) como consecuencia de la abertura del canal hacia el mar.
2. El estudio de impacto ambiental y social (ERM, 2015) no contiene un análisis cuantitativo detallado que pudiese anticipar todos los componentes del balance entre los beneficios sociales, ambientales y económicos del mismo y la cuantificación detallada del humedal San Miguelito (Figura 6.1)
3. La cantidad y calidad del agua en los diversos cuerpos hidráulicos en y alrededor del Canal, no sufrirán impactos mayores. La cantidad de agua disponible en la zona del canal no representa una preocupación mayor en cuanto a las aguas superficiales.
4. La disponibilidad de aguas subterráneas (acuíferos) así como la calidad de ambos recursos de aguas (superficiales y subterráneas) podrán ser afectadas por la construcción y la operación del Canal Interoceánico de Nicaragua.
5. Respecto a los suelos los riesgos serán mayores hacia los segmentos localizados al este del canal dado el tamaño de la cuenca del río Punta Gorda ya que es ahí en donde la lluvia es mayor. El riesgo será menor hacia el oeste pues las cuencas son menores y hay menos precipitación pluvial.
6. El proyecto del canal describe estudios incompletos de sismicidad, y no incluye estudios de licuefacción de tsunamis provocados por sismos, ni de deslizamientos de terreno. Estos deben ser incluidos.

7. Los huracanes aunque con menores frecuencias en Nicaragua, exponen riesgos a la seguridad pública; las tempestades tropicales y los tornados son más comunes en Nicaragua teniendo un alto potencial de daño a las infraestructuras, por esa razón aumenta considerablemente el riesgo a la seguridad pública (por ejemplo en el caso de ruptura de algún de los diques propuestos).
8. Dada la infraestructura para manejar las aguas, el proyecto del Canal podría traer como efecto el de aumentar el riesgo de las inundaciones en donde son raras (oeste), pero disminuirlas en donde son frecuentes, al menos alrededor y a lo largo del Río Punta Gorda.
9. En el EIAS del Canal de Nicaragua no se presenta una descripción de los sitios Ramsar de San Miguelito y Bahía Bluefields, que permita identificar la existencia de componentes ecológicos sensibles a las obras y actividades del proyecto.
10. La línea base en el EIAS es discreta, en términos espaciales y temporales, centrada exclusivamente en la riqueza y abundancia de las especies, sin considerar aspectos relacionados con la historia de vida o dinámica de las poblaciones de organismos hidrobiológicos (ej. migraciones, periodos de reproducción).
11. Entre los impactos identificados en el EIAS se señala un potencial aumento de la salinidad del lago Nicaragua, sin considerar potenciales efectos sobre las especies de flora y fauna presentes en el humedal de San Miguelito.
12. En el EIAS no se presentan en detalle planes de manejo para reducir los efectos de los impactos del proyecto, lo cual restringe la posibilidad de evaluar su efectividad. El EIAS se limita a plantear que la protección y la mitigación del impacto al sitio Ramsar de San Miguelito, seguirá las recomendaciones de la Misión Ramsar. Lo anterior es relevante toda vez que la porción sur del sitio Ramsar será afectado por el proyecto.
13. No se presentan medidas de mitigación y/o compensación para el sitio Ramsar de San Miguelito, considerando que este será afectado por el proyecto.

Las recomendaciones principales de la misión RAMSAR son:

1. Dado que los estudios por modelo del balance hídrico y el manejo de la salinidad del lago de Nicaragua no reflejan el diseño actual del proyecto es necesario completar un balance hídrico más preciso del proyecto para confirmar si el suministro de aguas para las operaciones del canal se puede lograr sin tener impacto sobre los niveles de agua del lago de Nicaragua y los cuerpos adyacentes con los que éste está conectado hidráulicamente (acuíferos y ríos). Para lo anterior se debe tomar en consideración la topografía actualizada de la planicie costera y la batimetría del lago, la evapotranspiración, las proyecciones de demanda de aguas no relacionadas al proyecto (p ej., utilización del agua subterránea en los acuíferos aledaños al sitio del humedal San Miguelito), el almacenamiento del agua

en los embalses, las medidas propuestas para el manejo de la salinidad, el diseño de las esclusas y el cambio y variabilidad climática.

2. Se sugiere adoptar un plan de monitoreo a corto, mediano plazo (0 a 5 años) y largo plazo (5 a 10 años) de la salinidad en el lago y en pozos seleccionados, antes (condición de línea de base), durante, y después de la construcción.
3. Con los datos compilados de esos planes de monitoreo, se sugiere poner al día los modelos de transporte y de calidad de agua en el Lago y los ríos principales.
4. Los rangos de tolerancia a la salinidad de especies acuáticas o terrestres presentes en humedales de agua dulce son en general desconocidos, por lo que el efecto del aumento en 0.5 ppt en la salinidad del lago de Nicaragua sobre el humedal de San Miguelito deben ser estudiados en mayor profundidad. Las medidas propuestas para controlar el aumento de salinidad en el lago de Nicaragua, deben ser reevaluadas a la luz de los resultados que se obtengan con los estudios propuestos.
5. Considerando la elevada biodiversidad y singularidad de las comunidades biológicas registradas en los diferentes ambientes, se sugiere realizar estudios de la historia de vida de especies con problemas de conservación, en particular referidas a los requerimientos de hábitat de los estadios de desarrollo más tempranos en los humedal de San Miguelito.
6. Mejorar la resolución taxonómica durante el proceso de identificación de la biodiversidad, en particular de los organismos acuáticos.
7. Incorporar un análisis funcional de la biodiversidad con enfoque eco- sistémico, para evaluar adecuadamente los potenciales impactos sobre la biodiversidad. En particular referido a áreas de reproducción, procesos migratorios, requerimientos de hábitats de las especies, entre otros.
8. Realizar un análisis de los bienes y servicios del Humedal de San Miguelito frente al desarrollo del proyecto y las medidas para mantener su carácter ecológico.
9. Se requiere realizar una evaluación de riesgo ecológico del humedal de San Miguelito que considere todas las obras y actividades del proyecto.
10. Se deben realizar estudios de licuefacción de tsunamis provocados por sismos, y de deslizamientos de terreno, los estudios presentados en el EIAS están incompletos.

8. Referencias

Bethune, Ryan, Lozilla and Krásný, 2007. *Hydrogeology*. In Chapter 24, Central America: Geology Resources and Hazards. Taylor & Francis Group plc, London, UK.

Bundschuh y Alvarado, 2007. Central America: Geology Resources and Hazards. Taylor & Francis Group plc, London, UK.

Chediack A. R. Montagne y A. R. Rodríguez 1998. Evaluación Preliminar de la Ornitofauna de los Humedales de San Miguelito, Nicaragua. Proyecto Integrado del Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre, Heredia, Costa Rica.

ERM, Junio 2015. Canal de Nicaragua, Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS). <http://hknd-group.com/portal.php?mod=view&aid=293>

Evaluación de Ecosistemas del Milenio, 2005. (cap 1, Maria)

UICN. 1998. 1996. Red List Of Threatened Animal. Página Web: http://www.wcmc.org.uk/cgi-bin/arl_output.p

INETER, 2004. Mapa de las Provincias geoestructurales de Nicaragua

Maffei, L., A. V. Mata, A. R. Rodríguez. 1998. Inventario Preliminar de Mamíferos de San Miguelito, Nicaragua. Proyecto Integrado del Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre, Heredia, Costa Rica. XXX pp.

Mandujano, H., M. Osawa y L. Piedra. 1998. Listado Preliminar de Herpetofauna de los Humedales del Municipio de San Miguelito, Nicaragua. Proyecto Integrado del Programa Regional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Heredia, Costa Rica.

Saravia, T. D. 1996. Bases Metodológicas Para un Esquema del Ordenamiento Ambiental del Territorio. Tesis en Publicación. Managua, Nicaragua.

Villa, J. 1982. Peces Nicaragüenses de Aguas Dulces. Fondo de Promoción Cultural del Banco de América, Managua, Nicaragua. 253 pp.

Webster Markley and Roebuck, 2001. Evaluación de Recursos de Agua de Nicaragua. Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América; Distrito de Mobile y Centro de Ingeniería Topográfica. Mayo 2001.

Weyl, Richard, 1980. *Geology of Central America. (Geología de Centroamérica.)* Edición 2, Berlin: Giefen, 1980.