

República Dominicana
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CIBAO ORIENTAL
Universidad Estatal



Facultad de Ingeniería y Recursos Naturales
Escuela de Ingeniería en Geología

Trabajo de Grado para optar por el título de Ingeniería en Geología

Título:

ANÁLISIS HIDROGEOLÓGICO Y AMBIENTAL DE LOS HUMEDALES DEL
BAJO YUNA

Sustentado por

Lio Juchis Jones Hidalgo
Rosa María Adames Mercedes
Soribel Martínez Maldonado

Los conceptos emitidos en este
Trabajo de Grado son de la
exclusiva responsabilidad de
los sustentantes del mismo.

Asesora:
Ing. Yenny Rodríguez

Cotuí, Provincia Sánchez Ramírez
Año Académico 2016-2017

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIAS

RESUMEN EJECUTIVO

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1.	Antecedentes	1
1.2.	Planteamiento del problema	3
1.3.	Justificación.....	5
1.4.	Objetivos	6
1.4.1.	Objetivo general	6
1.4.2.	Objetivos específicos.....	6
1.5.	Variables e indicadores	7
1.6.	Alcance y limite	7
1.7.	Definiciones de términos.....	8
1.8.	Área de estudio.....	12
1.8.1.	Geología	13
1.8.2.	Tectónica	14
1.8.3.	Geomorfología	16
1.8.4.	Hidrología.....	24

CAPITULO II: REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.	Introducción	25
2.2.	Hidrogeología.....	25
2.2.1.	Distribución del agua en la tierra	26
2.2.2.	Ciclo hidrológico.....	27
2.2.3.	Los humedales y el ciclo del agua.....	27
2.3.	Componentes medioambientales.....	28
2.4.	Humedales	30

2.5. Bienes y servicios ecosistémicos.....	32
2.6. Mapa geológico	35
2.6.1. Información topográfica	35
2.6.2. Información geológica.....	35
2.7. Mapa hidrogeológico.....	36
2.7.1. Perfiles hidrogeológicos	36

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1. Introducción	38
3.2. Diseño y tipo de estudio	38
3.3. Enfoque de la investigación	38
3.4. Población y muestra	39
3.5. Descripción y validación del instrumento	39
3.6. Procedimientos de investigación	39
3.7. Análisis de datos.....	41

CAPITULO IV: PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Hidrogeología.....	42
4.2. Componentes medioambientales.....	43
4.2.1. Precipitación.....	43
4.2.2. Temperatura	44
4.2.3. Sequía	45
4.3. Humedales	46
4.3.2. Tipo de Humedal	48
4.3.3. Flora	49
4.3.4. Fauna	51
4.4. Bienes y servicios ambientales.....	52
4.4.1. Bienes ambientales	53
4.4.2. Servicios ambientales	54

4.5. Mapa geológico	56
4.5.1. Área inundable	57
4.6. Mapa hidrogeológico.....	59
4.6.1. Red hidrográfica	60
4.6.2. Unidad hidrogeológica	61

CAPITULO V: ANALISIS DE LOS RESULTADOS

5.1. Introducción	62
5.2. Hidrogeología.....	62
5.3. Componentes medioambientales.....	63
5.3.1. Precipitación	63
5.3.2. Temperatura.....	64
5.3.3. Sequía	64
5.4. Humedales	64
5.4.2. Flora	66
5.4.3. Fauna	66
5.5. Bienes y servicios ambientales.....	67
5.6. Mapa geológico	68
5.6.1. Geología	69
5.6.2. Tectónica	69
5.6.3. Geomorfología	69
5.6.4. Área inundable	70
5.7. Mapa hidrogeológico.....	70
5.7.5. Red hidrográfica.....	70
5.7.6. Unidad hidrogeológica	71
Conclusiones	72
Recomendaciones.....	74
Referencias	75
Anexos.....	80

TÍTULO:

Análisis Hidrogeológico y Ambiental de los Humedales del Bajo Yuna

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por guiarnos y llenarnos de fuerzas para poder realizar este proyecto el cual pudimos hacerlo y finalizar con la gran satisfacción de que realizamos un buen trabajo el cual significa mucho para cada una de nosotras.

A la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO)

Por permitirnos el espacio y darnos la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos, por medio de las facilidades y herramientas necesarias las cuales nos ayudó a obtener nuestro grado académico y convertirnos en profesionales.

A nuestros profesores/as

Quienes nos dieron tanto!!!!!! Fueron tantas asignaturas básicas, de carreras las cuales cada una nos dejó enseñanzas que van más allá de los conocimientos básicos de las mismas. Sin la disponibilidad y ayuda de ustedes nada hubiese sido posible.

Al Servicio Geológico Nacional, Centro para la Conservación y Ecodesarrollo de la Bahía de Samaná y su Entorno, Instituto Agrario Dominicano Regional Sánchez, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, Oficina Nacional de Meteorología.

Por sus atenciones y colaboración.

A nuestra asesora *Ing. Yenny Rodríguez* y nuestra profesora la *Ing. María Calzadilla*

Por sus orientaciones y la ayuda ofrecida durante todo este tiempo, para que este trabajo llegara a feliz término.

Lio Juchis Jones Hidalgo

Rosa María Adames Mercedes

Soribel Martínez Maldonado

DEDICATORIAS

A Dios

Gracias por tantas bendiciones, gracias por mi familia, porque más que pedirte debo agradecerte, gracias señor porque me enseñaste que en la vida todo pasa pero tú siempre vas a estar ahí.

A mi madre *Juderka M. Hidalgo L.*

Por ser mi amiga fiel, por siempre apoyarme, darme fuerzas y estar ahí para mí; eres mi razón de ser, el motor que me mueve y que me inspira para ser cada día una persona mejor, gracias madre por haberlo sacrificado todo para que tus hijos tuvieran una buena educación, este es el primer logro de muchos. ¡Te amo!

A mi hermano *Tomas David Jones*

Porque desde mi nacimiento has estado ahí cuidando de mí, para que nada malo me pase y deseándome lo mejor, has sido todo para mí, eres mi ejemplo a seguir.

A mis sobrinos

Alan David Jones, Kevin David Jones (los reyes) y Diomi Lissnette Jones (la princesa), porque aunque a veces me hagan enfadar con sus locuras yo siempre los querré como mis hijos, han llegado a mi vida para llenarla de paz, alegría, amor, felicidad pero sobre todo madurez y experiencia.

A mis compañeras de tesis *Rosa María Adames M. y Soribel Martínez Maldonado*

Que digo compañeras si son amigas o más bien como las hermanas que nunca tuve. A pesar de tanta locura agradezco a Dios por haberlas puesto en mi camino, porque si bien es cierto que tengo pocos amigos ustedes forman parte de ellos. Gracias por comprenderme y más que eso aguantarme (sé que no es tarea fácil), espero chicas que este sea el primer de nuestros logros juntas, las quiero y sé que nuestra amistad será duradera en el tiempo “*WE MADE IT HERE*”.

A mis familiares y compañeros de carrera

A mis compañeros por haber compartido su amistad con migo y haber hecho este viaje un poco más ameno. En especial a *Celina Alt. Hidalgo P. y Laura Maritza Villa A.* por haber estado ahí cuando más las necesitaba, las quiero y son muy especial para mí por eso quiero compartir este logro con ustedes.

A mi asesora *Ing. Yenny Rodríguez*

Gracias profe porque desde el principio y aun antes de la tesis estuvo brindándonos su apoyo y compartiendo con nosotras sus conocimientos, lo cual apreciamos y valoramos.

Lio Juchis Jones Hidalgo

DEDICATORIA

A Dios

Gracias papá Dios por tanto. Todo lo vivido en el transcurso de mis años de estudios me han dejado en claro que nada tiene sentido si tú no estás ahí y de la manera en que te has manifestado ha sido dándome ese “‘Tanto” del que ya te hable, a ti las gracias. Amén!

A mis padres: Pablo Adames y Dominga Mercedes Rojas - Dominga Mercedes Rojas y Pablo Adames

He decidido repetir sus nombres colocándolos en orden diferente para que sepan que el orden no altera lo que siento por cada uno de ustedes. De ambos he aprendido valores que llevaré conmigo siempre eso lo aprecio y estimo mucho. **Gracias por darme la vida Vean que creación Yo!** Mi más sincero amor hacia ustedes.....

A mi hermana: Paula María Adames Mercedes

Por ser mi mayor inspiración, gracias a su compañía, motivación y apoyo que me permiten avanzar hacia el logros de mis proyectos en la vida. Postdata: Te la tomé prestada, pero es que el sentimiento es mutuo ☺ De ti aprendí: Así como pasó está perfecto, a Dios las gracias porque eres mi morenita...

A las personas especiales en mi vida (familiares y amigos)

Por su amistad y apoyo brindado en todos estos años convirtiéndose en personas que ocupan un lugar especial en mi corazón. Se le quiere!

A mis compañeras de Trabajo de Grado: Lio Juchis Jones Hidalgo y Soribel Martínez Maldonado

Mis queridas: siempre me pregunte, me dije y les cómo fue que caí en este grupo Depordio'! Pero qué bueno que fue así! Gracias chicas por permitirme ser parte de este proyecto el cual fue el verdadero reto, ya que implico de más convivencia, paciencia, chistes, trabajo en equipo, risas y más risas, Malaquitas jeje ... también aprovecho el espacio para agradecer a sus familias quienes me abrieron las puertas de sus hogares no casas para hacerme sentir como en la mía. Que más les digo deben de agradecer que con ustedes es que me desborde hablando jaja! Mis más sinceros deseos para ustedes, saben que pueden contar con Rosita por aquí...

A mis ex compañeros de tesis Armando Suarez y Denny Saldivar

Chicos tengo que dedicarles esto porque gracias a todo lo que viví cuando trabajaba con ustedes en su tesis me sirvió y de mucho. Gracias por esos momentos de revuelvo, trasnochos, organización de ideas en fin.....! También agradecerles a sus familias por hacerme sentir como uno de ustedes en casa. Éxitos, bendiciones y pa'lante saben que pueden contar conmigo.

A mis amigos y compañeros de estudio

Gracias a Dios que los conocí y no los conocí! En verdad que ustedes formaron parte de todo esto, clases, prácticas de campo, viajes, discusiones en fin fueron tantas cosas. Que solo les puedo decir gracias. A los que aún no han llegado no se desanimen lo mejor está por pasar. Fé y ser pacientes que todo llega y pasa. Y los que ya llegaron éxitos, salud y humildad.

A ti que lees esto recuerda ambas cosas:

Así como sucedió está perfecto.

“Everything in life is a lesson” Djokovic.

Rosa María Adames Mercedes

DEDICATORIAS

A Dios

Por darme las fuerzas de seguir día a día, bendecirme en todo este trayecto, por permitirme lograr unos de mis más anhelados sueños, el de convertirme en profesional. Todo te lo debo a ti.

A mis padres: María Estela Maldonado y Efraín Martínez

Por siempre preocuparse por mi formación, por su apoyo incondicional, enseñándome que todo en la vida es cuestión de esfuerzo y dedicación, porque este triunfo es de ustedes gracias mil, los amo.

A mis hijos: Dariel y Dylan

A ustedes que fueron mi motor de arranque, que en momentos de debilidad en este trayecto me ayudaron a levantarme y seguir hacia delante, porque ustedes son esa luz en medio de la oscuridad, este y cada uno de mis triunfos a conseguir son suyos.

A Diomedes Vásquez Nolasco:

Por estar siempre a mi lado, por tu ayuda incondicional, por aguantar mis altas y bajas en toda esta travesía.

A mis hermanas, Elena Martínez y Efranmiry Martínez

Por apoyarme en todos los momentos en los cuales he requerido de su ayuda.
Gracias por su apoyo. Las quiero.

A mis sobrinos: Ashley, Shelsea y Jaden

Ustedes mis niños son parte de esta trayectoria, porque los adoro un montón.
Recuerden que mis triunfos siempre los compartiré con ustedes.

A mis familiares: Abuelos, Tíos, Primos:

Por creer que podía llegar a lograr este sueño anhelado y brindarme el apoyo
necesitado.

A mis compañeras de tesis: Lio Juchis Jones y Rosa Adames:

Que decir de ustedes, hermanas, amigas, compañeras, el grupo súper poderosa,
somos únicas. A pesar de todo lo vivido nos mantuvimos siempre serenas, hasta nos
podríamos llamar el grupo cero estrés, mil gracias chicas por acogerme, por confiar en
que podíamos terminar con éxito este proyecto. Pero de ese mismo modo debo de
agradecer a mi Yudi gracias por aguantarnos y por esa comida tan rica, y a Pablo y
Dominga, por confiarnos a su hija, hicimos muy buen trabajo con ella jajajaj. Los
quiero a todos.

A mis amigos y compañeros de estudio

Por estar conmigo apoyándome y dándome una mano amiga cuando la he necesitado, porque a pesar de los buenos y malos entendidos al final siempre estuvimos juntos. Gracias por todo

A el Batallón:

(Albert, Sindy, Brian, Laura, Rosa, Lio, Luis Ángel, Auridis, Adalberto, Víctor Frías, Heriberto, Armando, Dainel, Mileika, Solano, Roberto, Denny, Jorge Luis, Ezequiel) Ustedes mis hermanos por elección, que en el transcurso del camino nos convertimos en más que amigos, que a pesar de las diferencias nos mantuvimos siempre juntos y dispuestos ayudarnos. Gracias por todo chicos.

Soribel Martínez Maldonado

RESUMEN EJECUTIVO

Análisis Hidrogeológico y Ambiental de los Humedales del Bajo Yuna

Sustentantes:

Lio Juchis Jones Hidalgo

Rosa María Adames Mercedes

Soribel Martínez Maldonado

Asesora:

Ing. Yenny Rodríguez

Con esta investigación se pretendió diagnosticar la condición hidrogeológica y ambiental de los Humedales del Bajo Yuna. Para hacer posible esto se ha de identificar las características hidrogeológicas de los Humedales del Bajo Yuna, las características de los componentes medioambientales de los Humedales del Bajo Yuna, identificar los Bienes y servicios ambientales que brindan los Humedales del Bajo Yuna, elaborar mapa geológico local de los Humedales del Bajo Yuna y elaborar mapa hidrogeológico local de los Humedales del Bajo Yuna. Como variables a estudiar en esta investigación están: hidrogeología, componentes medioambientales, humedales, bienes y servicios ambientales, mapa geológico y mapa hidrogeológico. Esta investigación corresponde a un diseño no experimental, del tipo descriptivo y un enfoque mixto.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación se identificaron las características hidrogeológicas del área de los humedales del Bajo Yuna la cual es una subunidad de la unidad hidrogeológica Valle del Cibao. Geológicamente hablando

esta área es una llanura de inundación formada por depósitos del cuaternario donde las litologías más comunes son lutitas, limos, arenas, arcillas y lutita con abundante vegetación, fangos limosos ricos en materia orgánica.

Se identificaron cuáles son los diferentes bienes y servicios ambientales que brinda el humedal y como la población hace uso de los mismos; estos son pesca, ganadería y agricultura además del abastecimiento de agua el cual es el servicio más utilizado en esa zona. Cabe resaltar que el área de los Humedales del Bajo Yuna se caracteriza por poseer una alta gama de especies de flora y fauna. Por tal razón fue designado como uno de los humedales de importancia internacional en la convención Ramsar (2009-2012).

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En este trabajo de investigación se busca presentar un diagnóstico actual del estado en que se encuentran los Humedales del Bajo Yuna, herramienta con la cual no se cuenta hasta el momento en la República Dominicana; un informe destacando las características hidrogeológicas y los servicios ambientales ofrecidos por los humedales. Solo tras generar dicha información se podrá diseñar medidas que garanticen su conservación, la cual contribuye al bienestar humano de las comunidades que se encuentran en el entorno de los humedales.

Universidad Politécnica de Cartagena en (2014), Ramsar es el principal organismo internacional que se conoce como protector de los humedales. Se trata de una convención llevada a cabo por varios países en la ciudad Irán Ramsar en 1971, de ahí su nombre. La misma tiene como misión “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales, gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”.

Habiendo reconocido la importancia de los humedales vinculados a las aguas subterráneas en la 8ª reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes de Ramsar en España en 2002, dichas Partes manifestaron la necesidad de aumentar la comprensión de las relaciones entre humedales y aguas subterráneas. Como resultado de esta conferencia se concibió uno de los Manuales Ramsar para el uso racional de

los humedales (Ramsar, 2010a): El manejo de las aguas subterráneas. Lineamientos para el manejo de las aguas subterráneas a fin de mantener las características ecológicas de los humedales. El manual se concibió para contribuir a colmar una brecha proporcionando orientaciones a los encargados del manejo de los recursos hídricos y del manejo de los humedales (Universidad Politécnica de Cartagena, 2014).

Según el Informe de la Unidad Hidrogeológica del Valle del Cibao en (2004), el sector oriental, en el cual la red hidrográfica nace fuera de la unidad excepto el Río Camú con sus tributarios por la margen derecha (Licey y Bacu) que nacen en la unidad de la Cordillera Central. El río más importante el Yuna nace fuera de la unidad y recoge las aguas del Río Camú, Cuaba, Jaigua, Yaiba por su margen izquierda y las del Río Payabo por su margen derecha dentro de la unidad, aumentando su caudal hasta su desembocadura en la bahía de Samaná.

De acuerdo al Informe de la Unidad Hidrogeológica de los Haitises en (2004), los cursos de agua superficiales más significativos y relacionados con esta unidad son (de oeste a este) los siguientes:

- Ríos Chacuey, Cevicos, Payabo y Ara, de distribución Sur-Norte y vertientes, por su margen derecha, hacia la cuenca baja del Río Yuna.
- Río Cristal, vertiente al Río Barracote, tributario, por su margen derecha, del citado Río Yuna, en su tramo final y próximo en su desembocadura al mar.
- Arroyos Pilancón, Sabana, Capita y el Río Casui, de distribución Norte- Sur y vertientes, por su margen izquierda, a la cuenca del Río Ozama.
- Arroyos del Agua y la Jagua y ríos Yanigua y Chiquito, de distribución Sur-Norte y vertientes a la cuenca del río Yabón, en su cuenca baja y por su margen izquierda. (Eptisa, 2004).

Según el Plan de Conservación Parque Nacional Manglares del Bajo Yuna en (2012), El Sistema Nacional de Áreas Protegidas según Ley 202-04, Ley 121-04 y Decreto 571-09. De acuerdo a la ley sectorial de áreas protegidas, 202-04, “el Sistema Nacional de Áreas Protegidas es el conjunto de espacios terrestres y marinos del territorio nacional que han sido destinados al cumplimiento de los objetivos de conservación establecidos en la ley. Estas áreas tienen carácter definitivo y comprenden los terrenos pertenecientes al Estado que conforman el Patrimonio Nacional de Áreas Bajo Régimen Especial de Protección y aquellos terrenos de dominio privado que se encuentren en ellas, así como las que se declaren en el futuro”.

Existen 5 áreas protegidas relacionadas con el Parque Nacional Manglares del Bajo Yuna, incluyendo las áreas donde nacen afluentes del Río Yuna o bien son relevantes para el mantenimiento de los humedales costeros que conforman el parque. Dentro de las nuevas áreas protegidas creadas mediante Decreto 571-09, no hay ninguna que se relacione, (CEBSE, 2012).

1.2. Planteamiento del problema

Dada la carencia de evaluación existente sobre los Humedales del Bajo Yuna y debido a la gran importancia que pueden llegar a representar los mismos para la ecología y la economía de la República Dominicana, y tomando en consideración el estado de deterioro de algunas partes de la cuenca del Bajo Yuna, se propone este proyecto con la finalidad de estudiar las características hidrogeológicas y ambientales

que constituyen bienes y servicios ecosistémicos que dichos humedales brindan al bienestar y desarrollo humano.

El término humedales se refiere a una amplia variedad de hábitats interiores, que comparten ciertas características. Generalmente se los identifica como áreas que se inundan temporariamente, donde la capa freática aflora en la superficie o en suelos de baja permeabilidad cubiertos por agua poco profunda. (Rodríguez Cepeda, 2011).

De acuerdo con el decreto No.233-96 que aplica las categorías establecidas a las normas de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) nombra como reserva biológica los humedales y manglares del Bajo Yuna y de la Bahía de Samaná. Área donde se encuentran los sistemas de manglares más extensos y representativos del extremo Oriental de la isla y los humedales más dilatados del Archipiélago Antillano.

Muchos de los servicios ecosistémicos al bienestar humano que realizan los humedales se deben, en diferente medida, a la contribución del agua subterránea a los humedales. En el caso de los humedales del Bajo Yuna hay poca información sobre la relación de los humedales con las aguas subterráneas (INDRHI y AQUATER, 2000) y también respecto a los servicios ecosistémicos que dichos humedales brindan.

La presente investigación ha dado respuesta a la siguiente interrogante:

¿Cuáles son las condiciones hidrogeológicas y ambientales actuales de los Humedales del Bajo Yuna?

Esta interrogante esta sistematizada a través de las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son las características hidrogeológicas de los Humedales del Bajo Yuna?
2. ¿Cuáles son las características de los componentes medioambientales de los Humedales del Bajo Yuna?
3. ¿Qué bienes y servicios ambientales se pueden obtener de los humedales del Bajo Yuna?
4. ¿Cómo está mapeada la geología de los humedales del Bajo Yuna?
5. ¿Cómo está mapeada la hidrogeología de los humedales del Bajo Yuna?

1.3. Justificación

Este trabajo tiene como propósito diagnosticar las condiciones hidrogeológicas de los Humedales del Bajo Yuna, así como también los servicios ambientales que estos brindan, debido a que son de gran importancia ecológica, por su alta biodiversidad de flora y fauna. Por lo que son considerados un bien natural del cual los pobladores pueden beneficiarse ya sea con el uso directo del agua o por la incentivación de actividades ecoturísticas amigables con el medio ambiente en la zona.

El objetivo de esta investigación es obtener un diagnóstico actual sobre dichos humedales que sea de gran relevancia para las diversas instituciones del estado tales como: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el INDRHI, Ministerio de Turismo, Servicio Geológico Nacional, la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO) y comunidades involucradas en el áreas de estudio.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diagnosticar la condición hidrogeológica y ambiental de los Humedales del Bajo Yuna.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Describir las características hidrogeológicas de los Humedales del Bajo Yuna.
2. Reconocer las características de los componentes medioambientales de los Humedales del Bajo Yuna.
3. Identificar los bienes y servicios ambientales que brindan los Humedales del Bajo Yuna.
4. Elaborar mapa geológico local de los Humedales del Bajo Yuna.
5. Elaborar mapa hidrogeológico local de los Humedales del Bajo Yuna.

1.5. Variables e indicadores

Variables	Indicadores
Hidrogeología	– Litología – Permeabilidad – Porosidad – Acuífero
Componentes Medioambientales	– Precipitación – Temperatura – Sequía
Humedales	– Tipo de humedal – Flora – Fauna
Bienes y Servicios ambientales	– Agricultura – Pesca – Ganadería – Abastecimiento de agua
Mapa geológico	– Geología – Tectónica – Geomorfología – Área inundable
Mapa hidrogeológico	– Red hidrográfica – Unidad hidrogeológica

1.6. Alcance y limite

Alcance

Campo: Geología y medioambiente

Área: Hidrogeología, bienes y servicios ecosistémicos

Aspectos: Diagnóstico Hidrogeológico y Ambiental de los Humedales del Bajo Yuna.

Delimitación espacial:

Esta investigación se realizará en la subunidad hidrogeológica del Bajo Yuna la cual pertenece a la unidad hidrogeológica del Valle de Cibao.

Delimitación temporal:

Esta investigación se realizará desde el mes de agosto del 2016 hasta diciembre del mismo año.

Alcance investigativo:

El producto de esta investigación es realizar un diagnóstico actual sobre las condiciones hidrogeológicas y ambientales (bienes y servicios ecosistémicos) del área, el cual servirá para proporcionar información detallada sobre estos aspectos los cuales no se han trabajado de manera integrada en investigaciones pasadas.

1.7. Definiciones de términos

Abastecimiento de agua: El abastecimiento de agua es un sistema que permite llevarla al consumidor en las mejores condiciones higiénicas, constando de varias partes captación, tratamiento, almacenamiento, transporte y distribución (Gobierno de Aragon, s.f.)

Acuífero: “Una o más capas subterráneas de roca o de otros estratos geológicos, que tienen la suficiente porosidad y permeabilidad para permitir ya sea un flujo significativo de aguas subterráneas, o la extracción de cantidades significativas de aguas subterráneas” (López-Geta, Fornés Azcoiti, Ramos González, & Villarroya Gil, 2009).

Agricultura: La agricultura se puede definir como la actividad que ejerce el hombre haciendo uso deliberado de la tierra para extraer bienes del suelo gracias al aprovechamiento de la energía solar (Life Sinergia, 2016).

Área inundable: Área inundable es aquella superficie debajo de la máxima creciente conocida más 50 cm, por uno probabilístico asociado al concepto de período de retorno de 100 años (Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, 2014) .

Fauna: El término se refiere de modo general a todos los animales que viven sobre la faz del planeta tierra. Se utiliza como sinónimo del censo e inventario a la fauna de un bosque, región o país (Fraume R., 2006).

Flora: Se entiende por “Flora” al conjunto de plantas existentes en un determinado país o en una determinada región geográfica, debido a los procesos antiguos de migración, conexiones intercontinentales u oscilaciones climáticas (Domus Consultoria Ambiental, 2015).

Ganadería: Es una actividad del sector primario que consiste en la crianza y cuidado de algunos animales para obtener alimentos y otros productos útiles para la industria (Secretaría de Educación Pública, 2016).

Geomorfología: Etimológicamente, Geomorfología deriva de las raíces griegas *geo* (tierra), *morphos* (forma) y *logos* (tratado). Por lo tanto, esta ciencia se preocupa de la forma de la tierra. Schumm (1991) define la Geomorfología como la ciencia que estudia los fenómenos sobre y cerca de la superficie terrestre y se preocupa de las interacciones entre varios tipos de materiales y procesos, implicando los sólidos, líquidos y gaseosos (Gutiérrez Elorza, 2008).

Litología: Es la parte de la Geología que trata sobre las rocas. Estudia, por tanto, sus características y los diferentes tipos de rocas existentes. Éstas son muy variadas en sus características. Algunos ejemplos de tipos de litología pueden ser: mármoles, dolomías, calizas, pizarras, cuarcitas, esquistos, etc. (Delgado Peña & Godoy Castillo, 2009)

Permeabilidad: La permeabilidad de un material es la capacidad que este tiene de transmitir un fluido, en este caso agua. Un material será más permeable cuando sea poroso y estos poros sean de gran tamaño y estén conectados (Ordoñez Gálvez, 2011).

Pesca: Conjunto de técnicas y actividades para capturar peces, moluscos, cetráceos y otros animales que se encuentran en el mar o en el agua dulce (Escuela Superior Politécnica del Litoral , 2009).

Porosidad: La porosidad de un material se define como la fracción del volumen total de la roca ocupada por su espacio poroso, y representa el porcentaje del espacio total que puede ser ocupado por líquidos o gases (Universidad Nacional Autónoma de México , 2005).

Precipitación: Se engloba dentro del término precipitación a todas las aguas meteóricas que caen sobre la superficie de la tierra, tanto bajo la forma líquida como (nieve, granizo) estos tipos de precipitación son normalmente medidos sin efectuar su discriminación por medio de su equivalente en agua (Universidad Nacional de Cuyo, 2006).

Red hidrográfica: Es un sistema de circulación lineal, jerarquizado y estructurado que asegura el drenaje de una cuenca; específicamente una cuenca hidrográfica (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010).

Sequía: El término sequía suele referirse a un periodo prolongado de tiempo con precipitaciones por debajo de la media esperada, o también, según la metodología utilizada, cuando en más de la mitad del área considerada se producen precipitaciones inferiores al 85% de la media, por espacio de dos o más años. Este concepto tiene matices distintos según se aborde desde el punto de vista meteorológico, hídrico o antrópico (López-Geta, Fornés Azcoiti, Ramos González, & Villarroya Gil, 2009).

Tectónica: Ciencia de las dislocaciones (movimientos) en la corteza terrestre. Es el estudio de masas rocas deformadas, cambiadas por fuerzas (Museo Virtual, Geología, 2015) .

La tectónica de placas es un modelo en el que la parte externa de la tierra se divide en un número de placas rígidas delgadas, que están en movimiento relativo una con respecto de la otra (Gutiérrez Elorza, 2008).

Temperatura: Es la magnitud física que mide cuán caliente o cuán frío esta un objeto (Tambutti & Muñoz, 2005).

Tipo de humedal: La clasificación de la Convención Ramsar reconoce, por el tipo de ambiente donde se presentan y la geoforma, tres ambientes generales: I) humedales marino/costeros, II) Humedales interiores (continentales) y III) humedales construidos por el hombre (López Portillo, Vásquez Reyes, Gómez Aguilar, & Priego Santander, 2010).

Unidad hidrogeológica: En inglés a veces “sistema hidrogeológico”, es un conjunto de formaciones geológicas cuyo funcionamiento hidrogeológico conviene considerar conjuntamente. Dentro de la unidad podrá haber uno o varios acuíferos y quizás acuitados o acuíclados entre ellos. Se consideran una unidad porque están conectados de modo que su funcionamiento (entradas, salidas, balance) hay que estudiarlo de un modo conjunto (Universidad de Salamanca, 2014).

1.8. Área de estudio

El Parque Nacional Manglares del Bajo Yuna está situado al noreste de la República Dominicana, específicamente se extiende en la planicie aluvial costera del río Yuna hasta el extremo oriental del Valle del Cibao. La principal desembocadura del Río Yuna está situada en la Bahía de Samaná, al sur de la península del mismo nombre y al Norte de la Región Kárstica de Los Haitises. Desde la capital el acceso se realiza por dos vías principales: desde Santo Domingo hasta la Ciudad de Cotuí localizada al suroeste del Humedal distante a 105 Km. La segunda ruta desde la ciudad de Santo Domingo Oriental hasta cruzar el área del Parque Nacional Los Haitises. En el ámbito de este importante Humedal, tienen incidencias administrativas las provincias Duarte, Sánchez Ramírez, Samaná y María Trinidad Sánchez.

1.8.1. Geología

La geología del área de estudio, Humedales del Bajo Yuna abarca las hojas geológicas 1:50,000 Sánchez (6273-I), La Jagua Palmar Nuevo (6273-II) y Cevicos (6273-III), Villa Riva (6273-IV). (Ver anexo 1 - 4).

El contexto geológico en el que se encuentra la Cuenca del Río Yuna se caracteriza por ser una zona inundable con meandros abandonados y con una serie de rocas de edades entre el Cuaternario (depósitos recientes) de gravas, arenas, limos y lutitas que varían en permeabilidad desde alta a media y baja; rocas calizas del neógeno con una alta permeabilidad debido a la Karstificación; rocas calizas con alta permeabilidad debido a fracturación y karstificación, rocas volcánicas y volcanoclásticas del Cretácico Inferior con una permeabilidad baja; por ultimo rocas plutónicas de baja permeabilidad (Consortio IGME-BRGM-INYPSA, 2007-2010).

El Parque Nacional está asentado sobre un área de formación geológica joven constituida principalmente por los sedimentos que arrastra el río Yuna y sus afluentes. Hipótesis geológicas presuponen la emersión de un islote separado del resto insular, lo que hoy es la Península de Samaná, y que luego se agregó al resto por desplazamiento de las placas tectónicas de las dos Américas y las del Caribe. Es una región muy activa morfológicamente a todo lo largo del litoral debido a la actividad geológica, al régimen torrencial del río Yuna y a los procesos marinos de la bahía (Mateo Feliz, y otros, 2009-2012).

1.8.2. Tectónica

La Isla de La Española, conjuntamente con Puerto Rico, constituye una unidad que puede interpretarse como una microplaca, limitada al Norte por una zona de subducción con desplazamiento oblicuo a su traza, y al Sur, por otra zona de subducción incipiente a la que se asocia la Fosa de los Muertos, descrito por Byrne *et al.*, (1985); Masson y Scanlon, (1991). El margen Norte de la Placa del Caribe ha evolucionado desde constituir un límite controlado por subducción en el Cretáceo y parte del Eoceno (Fig. 1.1), a ser hoy, tras la colisión de esta placa con la plataforma de las Bahamas (Colisión Arco-Continente), un límite dominado en gran parte por desplazamientos en dirección de carácter senestral, que acomodan el desplazamiento hacia el Este de la Placa del Caribe en relación con Norteamérica, (Consortio IGME-BRGM-INYPSA, 2007-2010).

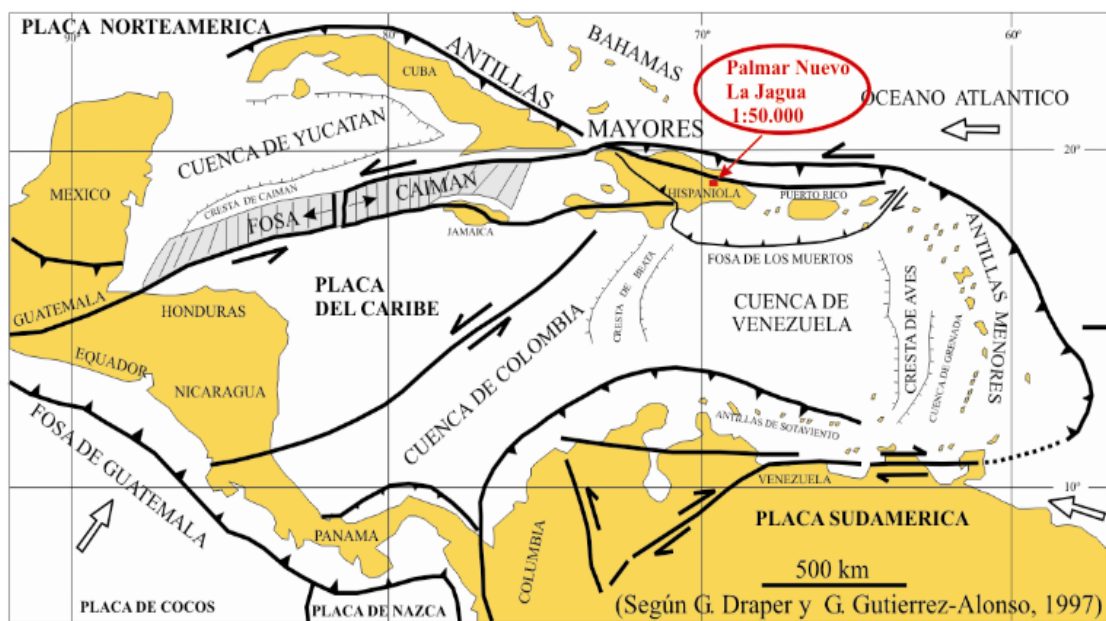


Fig. 1.1 contexto geodinámico de la Placa del Caribe: situación de la Hoja La Jagua-Palmar Nuevo (6273-II)

La placa del Caribe se desplaza hoy día hacia el este con respecto a las placas Norte y Sudamericana (Dolan y Mann, 1998; Dixon, 1998; De Mets et al., 2000;

Mann et al., 2002). Este movimiento relativo se acomoda, en el margen septentrional de la isla, por la zona de subducción de la fosa de Puerto Rico y por la falla Septentrional, en un tipo de articulación en el que se conjugan la convergencia oblicua, en la primera, y los movimientos senestrales, en la segunda (Dolan y Mann, 1998; Dolan et al., 1998).

En el interior de la isla, el citado movimiento relativo lo articula principalmente la zona de falla Septentrional, que marca el borde Norte de la Bahía de Samaná y la Falla de Los Haitises que marca el borde Sur (fig. 1.2).

La hoja de La Jagua 6273-II abarca dos dominios estructurales, uno de ellos y el más importante en este caso se ubica al Norte, la Bahía de Samaná y el valle del bajo Yuna, corresponden a la Falla meridional de Samaná o Falla de Los Haitises que limita el borde Norte de Los Haitises y forman parte del sistema de fallas que se prolongan hacia el NO a lo largo de la cuenca del Cibao, descrito por Dixon y Daily, (1981); de Zoeten y Mann, (1991); Edgar, (1991) .

La Falla EO de Los Haitises o Falla meridional de Samaná, limitan el borde Norte de Los Haitises y ha originado la depresión del bajo Yuna y de la Bahía de Samaná. El resalto de Falla es superior a 50 m.

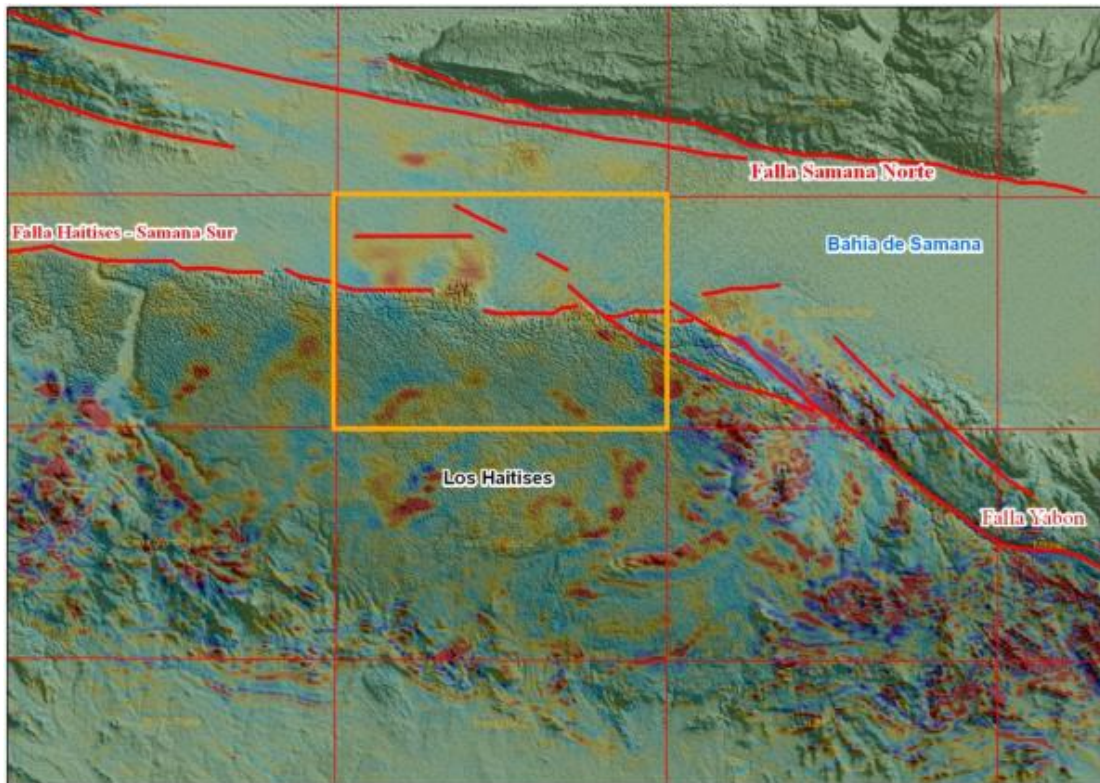


Fig. 1.2 Principales fallas regionales y la posición de la Hoja de La Jagua-Palmar Nuevo (6273-II)

1.8.3. Geomorfología

La información geomorfológica del Bajo Yuna se encuentra ubicada en una hoja a escala 1:100.000, la cual es Sánchez (6273) (Consorcio IGME-BRGM-INYPSA, 2007-2010).

En la hoja aparecen las siguientes unidades morfoestructurales de rango mayor: la Cordillera Septentrional, la Cordillera Oriental, representada por los Haitises, la península de Samaná y el Valle del Cibao. La hoja de Sánchez incluye terrenos pertenecientes al de la Vega Real, también conocido como Valle del Yuna.

En el W de la hoja, las estribaciones meridionales de la Cordillera Septentrional se encuentran separadas de los Haitises por el Valle del Yuna en su parte más estrecha, a partir de allí, éste se ensancha hasta formar un delta, que es un terreno que se va ganando naturalmente y protege a los materiales de la llanura aluvial de la acción salinizadora del mar (fig. 1.3).



Fig. 1.3 Principales unidades Morfotectónicas de La Española según Draper y Lewis (1991)

1) Estudio morfoestructural

La isla Hispaniola está cortada, de noroeste a sureste, por 8 grandes fallas regionales que dividen la isla en cuatro importantes fragmentos de placas, de los cuales, el bloque Septentrional se encuentra integrado por el valle del Cibao, la Bahía de Samaná, la Cordillera Septentrional, la Península de Samaná, la costa Atlántica y el talud insular norte.

La zona de Sánchez estructuralmente es compleja, con pequeños movimientos a lo largo de fallas verticales. Esta zona ha sido sometida a intensos movimientos

tectónicos que le han proporcionado una compleja estructura geológica con un alto grado de fracturación.

El área del Bajo Yuna está representada morfoestructuralmente como una zona de aluviones recientes. Depósitos de planicie costera sin diferenciar. (Ver anexo 5).

2) Estudio del modelado

La acción de los agentes externos sobre dominios tan contrastados como la Cordillera Septentrional, las plataformas carbonáticas de los Haitises y de la Península de Samaná y la llanura aluvial del río Yuna, tiene como resultado una expresión geomorfológica sensiblemente diferente. Así, el modelado de las sierras es el producto de una larga evolución presidida por los procesos geodinámicos internos acaecidos a lo largo del Cenozoico, generadores de relieves positivos, sobre los que han actuado, con mayor o menor efectividad, diversos agentes morfogenéticos encaminados a la destrucción o modelado de dichos relieves, destacando los de carácter fluvial, gravitacional y kárstico.

De manera general en la zona del Bajo Yuna predominan tres unidades morfogenéticas, las cuales son: morfogénesis fluvial, morfogénesis litoral y morfogénesis endorreica. (Ver anexo 6)

En el caso de la llanura aluvial del río Yuna, puede considerarse que la creación de su fisonomía básica arranca con los procesos de sedimentación y acumulación de los materiales procedentes de las Cordilleras Central y Septentrional, iniciados entrado el Cenozoico, en el Valle del Cibao.

Formas fluviales y de escorrentía superficial: Son las formas con mejor representación cartográfica de toda la zona. Su cartografía permite asimismo y de forma complementaria una detallada caracterización de la red de drenaje. Constituyen la práctica totalidad de la superficie de la de la llanura aluvial del río Yuna, donde destaca la extensión de los cinturones de meandros, sin olvidar la **orla de glacis**, abanicos y conos de deyección que se disponen al pie de los relieves.

La mayor variedad de depósitos fluviales se encuentra en el valle del río Yuna, en el cual se han diferenciado: terrazas, llanura de inundación, cauces y meandros abandonados.

Los fondos de valle aparecen bien representados en la Cordillera Septentrional y en el enlace de esta con la Llanura del río Yuna. Estas formas suelen quedar delimitadas por rupturas de pendiente, más o menos pronunciadas, cóncavas, en ambas orillas a lo largo de su curso. Pueden presentar drenaje en su parte media o no. Cuando el drenaje incide el fondo de valle, se ha cartografiado como incisión lineal. Es frecuente que los fondos de valle hayan sido habilitados para el cultivo por lo que muestran cierta antropización.

Se ha identificado un solo nivel de terrazas, en el río Yuna y su afluente el Payabo, probablemente como consecuencia del bajo potencial de encajamiento debido a la escasa diferencia altimétrica entre la llanura y su nivel de base, constituido por el océano Atlántico.

También tienen representación conos de deyección o abanicos aluviales dispuestos al pie de los relieves de las vertientes de la Cordillera Septentrional y de la Sierra de Samaná, en su parte Sur. Su depósito se produce en la confluencia de los elementos de la red fluvial con áreas menos encajadas, en las cuales la carga

transportada por aquellos pierde su confinamiento, expandiéndose. Las dimensiones de estos conos pueden ser importantes.

Formas litorales y marinas: Se concentran en la orla litoral desde la Bahía Escocesa hasta la Bahía de Samaná, englobándola, donde toman gran extensión, debido al escaso desnivel desde la costa hacia el interior.

El río Yuna presenta un delta en su desembocadura, que se extiende desde Caño Estero Hondo, en la Bahía Escocesa, hasta el río Barracote, en el límite con los Haitises, al sur. En el delta predominan los terrenos pantanosos, como las ciénagas y las zonas endorreicas.

Los materiales aportados por el Yuna a través del Caño Estero, y el Arroyo Caño Colorado hacia la Bahía Escocesa son redistribuidos por las corrientes marinas a lo largo de la costa.

La influencia de las mareas ha permitido el desarrollo de una marisma baja, localizada bajo la influencia de las mareas diarias y colonizada por un manglar, y de una marisma alta, situada en la zona de influencia de las mareas excepcionales; debido a la baja pendiente del terreno, se extienden varios kilómetros hacia el interior localizándose los mayores desarrollos en dirección paralela al Yuna, alcanzando en diversas ocasiones los 18 km. El detalle geomorfológico de la zona incluye canales, brazos fluviales abandonados y lagunas mareales.

Formas lacustres y endorreicas: Se hallan representadas por las áreas pantanosas que abarcan grandes zonas, desde el S de la Península de Samaná, donde desembocan varios arroyos, hacia el interior, en dirección SW, es el denominado Gran Estero. También podemos encontrarlas en el S del Yuna. En estas zonas se desarrollan

algunas lagunas estacionales. Las lagunas permanentes se forman en la llanura aluvial del Yuna y también en las áreas pantanosas.

Formas poligénicas: Se incluyen en este grupo las formas cuya morfogénesis puede atribuirse a la acción simultánea o sucesiva de más de un proceso morfogenético. En este grupo se incluyen los piedemontes.

Los piedemontes constituyen la transición entre zonas elevadas, donde la erosión es el proceso predominante, y las áreas de bajo relieve en las que imperan el transporte y sedimentación, este es el caso de los piedemontes situados bordeando las vertientes de la Cordillera Septentrional. Por tanto, las morfologías que se generan en los piedemonte pueden ser de carácter erosivo o mixto como los glacis o claramente deposicional como los abanicos aluviales.

3) Formaciones superficiales

Formaciones fluviales y de escorrentía superficial:

Arenas y limos. Llanuras de inundación y rellenos de meandro. Holoceno: El aspecto más frecuente de las llanuras de inundación es el de una banda de anchura hecto a kilométrica constituida por limos entre los que se intercalan niveles de arenas. En el caso de la del río Yuna; en su seno se reconocen estrechas bandas alargadas serpenteantes temporalmente inundadas, correspondientes a cauces y meandros abandonados, que muestran un cierto contenido lutítico. Su espesor es difícil de determinar ante la ausencia de cortes, pero se estima que es de orden métrico a decamétrico. Se incluyen en el Holoceno.

Gravas, arenas y limos. Fondos de valle. Holoceno: Los fondos de valle están constituidos fundamentalmente por gravas y arenas. Las gravas contienen cantos redondeados heterométricos, pudiendo señalarse orientativamente un diámetro de 10-20 cm. Los fondos de valle están constituidos fundamentalmente por gravas y arenas. Las gravas contienen cantos redondeados heterométricos, pudiendo señalarse orientativamente un diámetro de 10-20 cm.

Formaciones lacustres

Limos y arcillas de decantación. Lago colmatado y laguna estacional. Holoceno: Los lagos colmatados de la Hoja se encuentran en las zonas cercanas a la desembocadura de los ríos, con escaso desnivel topográfico. Los sedimentos finos que van llegando al lago se van acumulando hasta colmatarlo, formándose barrizales.

Formaciones marinas litorales

Limos y arenas salobres. Marismas altas. Holoceno: Son depósitos, de carácter eminentemente detrítico fino. En el caso de las marismas altas y de las llanuras de mareas abandonadas, son visibles grandes superficies de eflorescencias salinas.

Limos y arenas. Marismas bajas. Holoceno: Son materiales eminentemente lutíticos similares a los anteriores, aunque en el caso de la marisma baja se aprecia un notable contenido de materia orgánica, como consecuencia de su colonización por el manglar.

Los manglares se localizan en los cauces fluviales que llegan hasta la costa arenosa occidental de la Bahía de Samaná así que en las rías del acantilado de Los Haitises de la costa Sur, a favor de la franja arenosas poco profunda (1-4m).

Arenas. Cordones litorales. Holoceno: Playas de composición eminentemente arenosa. Se trata de arenas finas a medias que se encuentran bordeando la costa, producto del retrabajamiento de los materiales por las aguas del mar.

Arenas y limos. Delta: En la desembocadura del Yuna y el río Barracote se forman estructuras convexas por la gran cantidad de material aportado por los mismos, que supera a la redistribución de los mismos por la acción de las aguas del mar. Se trata de materiales polimícticos de tamaño de grano pequeño. Suponen la última etapa de deposición en los ríos.

Limos de albufera. Lagoon: Se trata de materiales finos y ricos en materia orgánica que se acumulan en el fondo de las lagunas que se forman en las tierras que tienen la cota muy cercana a la del mar. El agua es salobre o salada.

La Costa Oeste de la Bahía de Samaná correspondiente a la desembocadura del estuario del Río Yuna (Manglares del bajo Yuna), es un terreno pantanoso que en su momento conformó un canal Marino haciendo de la Península de Samaná una isla. El aporte de sedimento del Río Yuna ha ido cerrando dicho canal, encontrándose en el área materiales detríticos de muy reciente deposición, en la zona hay área que son aluvionales, con depósito lacustre marino de arcilla calcárea (Mateo Feliz, y otros, 2009-2012).

1.8.4. Hidrología

La Cuenca del Río Yuna cuenta con una pluviometría que varía desde 1700 milímetros anuales hasta más de 2200 en la Cordillera Central, observándose dos periodos máximos mensuales que coinciden con la actividad convectiva de mayo, y el período de invierno con la primera parte de la actividad frontal sobre el país. Las estaciones de la parte baja de la cuenca han registrado precipitaciones de más de 200 milímetros en 24 horas (INDRHI, 2010).

El Parque Nacional Manglares del Bajo Yuna presenta un extraordinario conjunto de corrientes fluviales que son consideradas como ramificaciones del Río Yuna que conforman un estuario. En los manglares del Bajo Yuna se encuentran una gran variedad de caños que forma este gran ecosistema acuático, entre ellos podemos citar: Caño Colorado, Caño Caimán, Caño Grande, Caño Barraquito, Caño la Ceja, Caño los Pinitos y los Ríos Yuna y Barracote. El Río Yuna es el más importante de la zona; tiene 209km de longitud, un caudal de 91,8/S y nace en la Loma del Castillo, en la Cordillera Central. Divide la provincia de Monseñor Nouel y la provincia San José de Ocoa (Mateo Feliz, y otros, 2009-2012).

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Introducción

En este capítulo se presenta el marco teórico de investigación, donde se consideraron las variables de la investigación para poder desarrollar el mismo.

2.2. Hidrogeología

La hidrogeología trata del estudio integral del agua subterránea, su distribución y evolución en tiempo y espacio en el marco de la geología regional (Servicio Geológico Mexicano, 2013).

La hidrogeología hace parte de la hidrología general considerando ésta como "la ciencia que trata de las aguas terrestres, de sus maneras de aparecer, de su circulación y distribución en el globo, de sus propiedades físicas y químicas y sus interacciones con el medio físico y biológico y sus reacciones a la acción del hombre" (Vélez Otálvaro, 1999).

De acuerdo con Gil (S.f.), la hidrogeología moderna se ocupa, de las siguientes cuestiones:

- 1) Investigación de las relaciones existentes entre las formaciones geológicas y las aguas subterráneas.
- 2) Desarrollo de las ecuaciones matemáticas que rigen el movimiento del agua en el interior de las rocas y en las captaciones (Hidráulica subterránea).

- 3) Estudio de la composición química del agua subterránea (Hidrogeoquímica).
- 4) Prospección de las aguas subterráneas: Técnicas de localización y reconocimiento.
- 5) Explotación y gestión de las aguas subterráneas dentro del conjunto de los recursos hidrológicos disponibles. Comprende las secciones de: Proyecto y construcción de captaciones de aguas subterráneas; Recarga artificial de acuíferos subterráneos; Planificación hidráulica; Legislación de aguas; Evaluación global de las aguas subterráneas.

2.2.1. Distribución del agua en la tierra

El agua subterránea constituye la mayor fuente de agua potable de más fácil aprovechamiento en la actualidad, tal y como se deduce del siguiente cuadro de distribución del agua en el mundo:

	Porcentaje del agua total
Océanos	97,20 %
Casquetes polares y glaciares	2,15%
Aguas subterráneas	0,60%
Aguas superficiales (ríos, lagos)	0,04%
Atmósfera	0,001%
Seres vivos	resto

Fuente: Recursos hidrogeológicos 2016

Aunque en muchos aspectos la Hidrogeología tiene únicamente un enfoque puramente científico, no hay que olvidar que se trata de una rama de las Ciencias de la Tierra que se ha desarrollado en su mayor parte bajo el impulso de una serie de

necesidades de orden práctico. Este sentido eminentemente práctico de la Hidrogeología, irá seguramente aumentando a medida que las demandas de agua vayan siendo mayores como consecuencia del aumento de la población, de la creciente industrialización y la puesta en regadíos de extensas zonas agrícolas (Gil Montes, 2016).

2.2.2. Ciclo hidrológico

Es la sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la tierra a la atmósfera y volver a la tierra: evaporación desde el suelo, mar o aguas continentales, condensación de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o masas de agua y reevaporación.

El ciclo hidrológico involucra un proceso de transporte recirculatorio e indefinido o permanente, este movimiento permanente del ciclo se debe fundamentalmente a dos causas: la primera, el sol que proporciona la energía para elevar el agua (evaporación); la segunda, la gravedad terrestre, que hace que el agua condensada descienda (precipitación y escurrimiento) (Sociedad Geográfica de Lima, 2011).

2.2.3. Los humedales y el ciclo del agua

Los ciclos global y local del agua dependen en gran medida de los humedales. La cubierta terrestre influye en la retención y los flujos de agua y, por consiguiente, en la disponibilidad de agua de superficie y subterránea. La transpiración de las plantas afecta a los patrones de precipitaciones. La biodiversidad desempeña un papel fundamental en el ciclo de los nutrientes y el ciclo del carbono (carbono almacenado,

secuestrado y liberado por la biomasa). La pérdida de biodiversidad puede comprometer el funcionamiento de estos ciclos, lo que tendría un importante impacto en las personas, la sociedad y la economía (Ten Brink, y otros, 2013).

2.3. Componentes medioambientales

El ambiente incluye todo lo que nos rodea, desde las fuentes naturales como la flora, fauna, el agua o los minerales, hasta los servicios de los ecosistemas como la producción de maíz, el suministro de energías y el mantenimiento del suelo (Graña & Páez, 2014).

El término medioambiente hace referencia a todos los elementos del mundo, tanto físicos como biológicos, así como a las interacciones entre ellos. Estos elementos pueden ser categorizados como un ecosistema que contiene: bienes, las fuentes naturales como la fauna, flora, los minerales, el agua o el aire; y, los servicios, incluyendo a los productos cosechables (maíz, vegetales), a los procesos esenciales para el sostenimiento de estas fuentes (los ciclos nutritivos, los patrones climáticos, el control de inundación) y a los beneficios de los ecosistemas tanto estéticos como culturales (recreación).

Los componentes ambientales corresponden a los compartimientos del ecosistema que se consideran relevantes en términos de su estructura y funcionamiento:

- Componente hídrico, considera el análisis de sus características físicas.
- Componente acuático, considera el análisis de sus características limnológicas.
- Componente terrestre, considera el análisis de la vegetación, suelo y fauna.

Según, Graña & Páez en (2015), en la actualidad, los científicos han descubierto que los seres humanos estamos generando mucha contaminación, deforestación, lluvia ácida, y otros problemas dañinos tanto para la Tierra como para nosotros mismos. Algunas de las problemáticas más destacadas son:

- 1) **Contaminación:** Necesitamos de millones de años para recuperar lo que ha dañado la contaminación del aire, el agua y el suelo. La industria y los vehículos de motor han aumentado drásticamente el número de contaminantes. Los metales pesados, los plásticos y los nitratos son toxinas responsables de la contaminación. Mientras que el agua ha empeorado a causa de la lluvia ácida, el derrame de petróleo y las continuas excavaciones urbanas. Por su parte, el aire se ha contaminado por los gases y toxinas que emiten las industrias, empresas y por la quema de combustibles fósiles y, el suelo se ha visto afectado por la privación de nutrientes esenciales, a causa de la acción industrial.
- 2) **Calentamiento global:** La emisión de gases de efecto invernadero ha generado que el clima cambie y se produzca un calentamiento global. Esto produce que la temperatura de los océanos se eleve causando el derretimiento de los polos glaciares y que el nivel del mar aumente. También influye en las precipitaciones climáticas, ocasionando temperaturas más extremas, nieve excesiva, inundaciones y desertificación.
- 3) **Pérdida de biodiversidad:** La actividad humana está desencadenando que muchas especies desaparezcan. La biodiversidad está disminuyendo a causa de la acción humana, ya sea por acciones industriales o por la caza, poco a poco estamos destruyendo los diferentes ecosistemas y las especies que

habitan en ellos. Un ejemplo de esto es la destrucción de los corales en los océanos, imprescindibles para el sustento de la vida marina.

- 4) **Deforestación:** Los bosques son una fuente natural de oxígeno, ayudando a regular la temperatura y la lluvia de los ecosistemas en los que habitan. Solamente ocupan el 30% de la tierra, pero aun así, cada año se cortan más árboles de los que se debería, incluso algunos de forma ilegal, como sucede en el pulmón más grande de la Tierra, la selva Amazónica. Esto es debido al crecimiento de la población, la demanda de comida y de ingresos. Sin embargo, debemos ser conscientes que los bosques no son eternos y que sin ellos, no podemos vivir.

2.4. Humedales

La Convención sobre los Humedales (Ramsar, 1971) define el término humedal como “las extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporarias, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros” (Kandus, Morandeira, & Schivo, 2010).

El término humedales se refiere a una amplia variedad de hábitats interiores, que comparten ciertas características. Generalmente se los identifica como áreas que se inundan temporariamente, donde la capa freática aflora en la superficie o en suelos de baja permeabilidad cubiertos por agua poco profunda. (Rodríguez Cepeda, 2011).

En los humedales se incluye una amplia variedad de hábitat tales como pantanos, turberas, llanuras de inundación, ríos y lagos, y áreas costeras tales como marismas, manglares y praderas de pastos marinos, pero también arrecifes de coral y otras áreas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros, así como humedales artificiales tales como estanques de tratamiento de aguas residuales y embalses (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2007).

En general, se reconocen cinco tipos de humedales principales:

- 1) **Marinos**, (humedales costeros, inclusive lagunas costeras, costas rocosas y arrecifes de coral);
- 2) **Estuarinos**, (incluidos deltas, marismas de marea y manglares);
- 3) **Lacustres**, (humedales asociados con lagos);
- 4) **Ribereños**, (humedales adyacentes a ríos y arroyos); y
- 5) **Palustres**, (es decir, “pantanosos” - marismas, pantanos y ciénagas).

(Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006)

Los humedales proporcionan una amplia gama de servicios de los ecosistemas que contribuyen al bienestar humano, como pescado y fibras, abastecimiento y purificación de agua, regulación del clima, control de las inundaciones, protección de costas, oportunidades de recreación y, cada vez más, el turismo (A Report of the Millennium Ecosystem Assessment, 2005) .

De acuerdo con el Informe de Los Ecosistemas y El Bienestar Humano: Humedales y Agua en (2005), Los cambios en el uso de los suelos constituyen el principal generador directo de pérdida y degradación de humedales costeros, incluyendo pantanos de agua salada, manglares, praderas de pastos marinos y

arrecifes de coral. Otros generadores de cambio directos que afectan a los humedales costeros son el desvío de los caudales de agua dulce, la carga de nitrógeno, la recolección excesiva, el atarquinamiento, los cambios en la temperatura del agua y la invasión de especies. El aumento de la población en zonas costeras y el creciente desarrollo de la economía han sido los principales generadores indirectos de cambio.

Las inundaciones constituyen un fenómeno natural importante para mantener el funcionamiento ecológico de los humedales (por ejemplo, como transportadores naturales de materiales y nutrientes disueltos o en suspensión hacia los humedales), y particularmente para mantener en funcionamiento muchos de los servicios que proveen los humedales a millones de personas, particularmente a aquellas cuyos medios de subsistencia dependen de las llanuras de inundación utilizadas para la agricultura, el pastoreo y la producción pesquera.

La tala y el drenaje, frecuentemente para expansión de la agricultura, sumados al aumento en la extracción de agua dulce, son las principales causas de pérdida y degradación de humedales continentales como ciénagas, pantanos, ríos y cuerpos de agua de llanuras de inundación asociadas_(A Report of the Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

2.5. Bienes y servicios ecosistémicos

Los bienes (como alimentos) y servicios (como asimilación de residuos) de los ecosistemas, representan los beneficios que la población humana obtiene, directa o indirectamente, de las funciones de los ecosistemas. Aquellas funciones o procesos ecológicos que directa o indirectamente Contribuyen al bienestar humano o tienen un

potencial para hacerlo en el futuro. Son componentes de la naturaleza, disfrutados, consumidos o directamente usados para producir bienestar humano. Son los aspectos de los ecosistemas utilizados (activa o pasivamente) para producir bienestar humano. Existe una gama de bienes y servicios ecosistémicos que brindan los humedales van desde el suministro de agua dulce, alimentos y materiales de construcción, y biodiversidad, hasta control de crecidas, recarga de aguas subterráneas y mitigación del cambio climático (IICA, 2014).

Los ecosistemas ofrecen una serie de servicios beneficiosos para las personas, la sociedad y la economía en general, que se conocen como servicios ecosistémicos o servicios de los ecosistemas. Muchos de ellos están relacionados con el agua y los humedales por ofrecer suministro, regulación y purificación del agua y reposición de aguas subterráneas, y son fundamentales para alcanzar los objetivos de seguridad del agua y agua para la seguridad alimentaria.

Los humedales son proveedores particularmente importantes de servicios ecosistémicos relacionados con el agua puesto que son fuentes fundamentales de agua. Regulan la cantidad de agua (incluida la disponibilidad de aguas superficiales) y la recarga de las aguas subterráneas, y pueden contribuir a regular las crecidas y a mitigar el impacto de las tormentas. Menos conocido, pero no menos importante, es su función de control de la erosión y transporte de sedimentos, gracias a la cual contribuyen a la formación de tierras e incrementan la resiliencia ante las tormentas. Todos estos servicios ecosistémicos mejoran la seguridad del agua, incluida la seguridad frente a peligros naturales, y la adaptación al cambio climático. (A Report of the Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Ejemplos de funciones, bienes y servicios de los ecosistemas Adaptado de De Groot 2002, según el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura en (2014):

Funciones	Componentes y procesos de los ecosistemas.	Ejemplos de bienes y servicios
Funciones de regulación		
Regulación atmosférica	Mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos (equilibrio CO ₂ /O ₂ , capa de ozono, etc.).	-Protección del ozono frente a los rayos UVA y prevención de enfermedades. -Mantenimiento de la calidad del aire. -Influencia en el clima.
Disponibilidad hídrica	Percolación, filtrado y retención de agua dulce (ej. acuíferos).	Disponibilidad de agua para usos consuntivos (bebida, riego, industria).
Funciones de hábitat		
Función de refugio	Provisión de espacios habitables a la fauna y flora silvestre	-Disponibilidad de agua para usos consuntivos (bebida, riego, industria). -Mantenimiento de especies de explotación comercial.
Criadero	Hábitats adecuados para la reproducción	-Mantenimiento de la biodiversidad (y por tanto base de la mayor parte de las funciones restantes). -Mantenimiento de especies de explotación comercial. -Funciones de producción
Funciones de producción		
Comida	Conversión de energía solar en animales y plantas comestibles.	-Caza, recolección, pesca acuicultura y agricultura de subsistencia y a pequeña escala.
Materias primas	Conversión de energía solar en biomasa para construcción y otros usos.	-Material para construcciones y manufacturas. -Combustibles y energía. -Pienso y fertilizantes naturales.
Funciones de información		
Ciencia y educación	Variedad de características naturales con valor científico y educativo	-Naturaleza como lugar para la educación ambiental. -Usos con fines científicos
Función recreativa	Variedad de paisajes con uso recreativo potencia	-Ecoturismo
Funciones de sustrato		
Vivienda	Provisión de un sustrato adecuado para el desarrollo de actividades e infraestructuras humanas.	-Espacio para vivir, ya sea en pequeños asentamientos o en ciudades.
Agricultura	Dependiendo del uso específico del suelo, se requerirán distintas cualidades ambientales (p. ej. estabilidad del suelo, fertilidad, clima, etc.	-Comida y materias primas provenientes de cultivos agrícolas y acuícolas.

Fuente: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) 2014.

2.6. Mapa geológico

De acuerdo con el libro sobre Geología Práctica Introducción al Reconocimiento de Materiales y Análisis de Mapas en (2004), Un mapa geológico es la representación en dos dimensiones de la intersección de los diferentes elementos geológicos con la superficie terrestre. Por lo tanto, un mapa geológico debe presentar dos tipos de información: la información topográfica y la información geológica.

2.6.1. Información topográfica

La base de un mapa geológico siempre debe ser un mapa topográfico; por lo tanto, las proyecciones, escalas y coordenadas utilizadas en los mapas geológicos son las mismas que se utilizan en los mapas topográficos. Un mapa geológico completo debe presentar la información altimétrica (curvas de nivel, etc.), la información planimetría (escala, coordenadas, etc.) y la información toponímica necesarias para la correcta interpretación de la estructura geológica.

2.6.2. Información geológica

La información geológica presente en un mapa debe permitirnos interpretar la estructura geológica en el espacio (cortes geológicos) y en el tiempo (reconstrucción de la historia geológica). Por todo ello, la información que debe presentar un mapa geológico se estructura en tres tipos de elementos:

- Litología.
- Edad.
- Estructura.

Un mapa geológico debe acompañarse siempre de una leyenda en la que se defina la correspondencia entre los símbolos, tramas y colores utilizados y los diferentes elementos geológicos que representan.

En muchos casos un mapa geológico presenta una columna cronoestratigráfica en la que se representan las litologías, edades y relaciones de yacencia de cada una de las unidades litoestratigráficas definidas. En la mayoría de los casos un mapa geológico también se acompaña de una serie de cortes geológicos que permiten interpretar la estructura de forma rápida.

2.7. Mapa hidrogeológico

Los mapas hidrogeológicos deben aportar la información suficiente que nos permitan conocer cómo es el movimiento del agua subterránea, y en su caso, la relación con los cursos de agua superficiales.

Los mapas hidrogeológicos suelen tener una base geológica simplificada que proporcione información sobre la geometría de los acuíferos y sobre las propiedades hidráulicas de los materiales.

2.7.1. Perfiles hidrogeológicos

Los perfiles hidrogeológicos constituyen una de las herramientas de representación más valiosa en hidrogeología, ya que permiten visualizar con mucha claridad, cómo es el flujo subterráneo. Mientras un profesional no sea capaz de representar en un perfil (sección vertical), el esquema de flujo de la zona de trabajo,

muy posiblemente signifique que no entiende con claridad el problema al que se enfrenta, (García, Rodríguez & Fernández, Escalante, 2009).

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Introducción

En el presente capítulo se desglosan los componentes metodológicos, tales como: diseño y tipo de investigación, enfoque de la investigación, población y muestra, instrumento, procedimientos, y análisis de datos.

3.2. Diseño y tipo de estudio

Esta investigación se corresponderá a un diseño no experimental pues las observaciones de campo se limitaron al objeto de estudio, del tipo descriptivo. En la investigación no experimental no es posible manipular las variables o asignar aleatoriamente a los participantes o tratamientos debido a que la naturaleza de las variables es tal que imposibilita su manipulación. Es por ello que este diseño de investigación es el que mejor se adapta a este proyecto investigativo. Del mismo modo es de corte transversal, debido a que se realizará en un tiempo definido de 6 meses, prospectivo puesto que las conclusiones se emplearán a futuro con el propósito de implementar medidas para la conservación de los humedales del Bajo Yuna (Kerlinger & Lee, 2002).

3.3. Enfoque de la investigación

Esta investigación es mixta debido a que es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema. Esta investigación es

aplicada ya que el propósito es proveer información actualizada sobre las condiciones hidrogeológicas y ambientales de los humedales del Bajo Yuna (Hernández, Sampieri, Fernández, Collado, & Baptista, Lucio, 2006).

3.4. Población y muestra

La población de la investigación estuvo constituida por los habitantes que están dentro del área de estudio (Villa Riva, Sánchez, Samaná).

La muestra estuvo compuesta por veinte personas para realizar la encuesta utilizando el método aleatorio simple con una selección al azar por la complejidad de la población.

3.5. Descripción y validación del instrumento

El levantamiento de los datos acerca de las variables humedales y bienes y servicios ambientales, se realizó a través una encuesta estructurada por dos secciones con una (1) pregunta abierta y ocho (8) preguntas cerradas, para un total de nueve (9), que proporcionaron informaciones para establecer el diagnóstico actual de la zona.

En cuanto a la validación, se tomaron en cuenta las opiniones proporcionadas por profesionales de diferentes áreas de la geología, hidrogeología y medio ambiente, quienes dieron sugerencias para adecuarlas a los objetivos e indicadores.

3.6. Procedimientos de investigación

Para desarrollar esta investigación se realizaron cuatro actividades las cuales se describen a continuación:

Actividad 1

Recopilación y revisión de informes de estudios técnicos y científicos antecedentes; de información bibliográfica y de datos prácticos relativos a los aspectos a tratar en el anteproyecto de tesis que están en bases de datos de organismos públicos y privados. Se incluye:

- Datos geológicos (formación geológica, litología, tectónica, geomorfología, área inundable),
- Hidrogeológicos (acuíferos existentes, porosidad, permeabilidad, unidad hidrogeológica),
- Hidrológicos (red hidrográfica, caudales, clasificación de agua),
- Datos hidrometeorológicos (estaciones existentes, tipo y su estado funcional),
- Ambiental (bienes y servicios ecosistémicos, flora, fauna).

Actividad 2

Se realizó una encuesta para la recolección de datos relativos a los servicios ambientales que posee la zona de estudio, a los pobladores que tienen usos directos de los humedales.

Actividad 3

Análisis de la información geológica obtenida en la actividad 1 y establecimiento de un mapa geológico e hidrogeológico del entorno del humedal haciendo uso de los Sistemas de Información Geográfica SIG.

Actividad 4

Entrega de ejemplar de la tesis a las diferentes entidades involucradas con el proyecto: Servicio Geológico Nacional (SGN), Instituto Agrario Dominicano (IAD),

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MIMARENA), Ministerio de Agricultura (MIA), Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO), debido a que estas instituciones se beneficiarán con los resultados obtenidos en esta investigación.

3.7. Análisis de datos

Los datos obtenidos de la encuesta se analizaron mediante una hoja de cálculo Excel del software Microsoft Office en su versión 2013 al igual los datos meteorológicos de precipitación y temperatura en conjunto con la sequía.

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

El objetivo central de este capítulo es la presentación de los datos y resultados obtenidos mediante la investigación, los mismos son presentados utilizando cuadros de índice porcentual y gráficos de columnas agrupadas para los datos cuantitativos y para los cualitativos se presentaran tanto de forma narrativa como en matrices.

4.1. Hidrogeología

Cuadro 4.1 Información sobre la litología, porosidad, permeabilidad y tipos de acuíferos que conforman el área de estudio, adaptado de las memorias geológicas de Sánchez y Cevicos:

Período	Época	Unidad o agrupación hidrogeológica	Litologías	Grado o tipo de permeabilidad por porosidad	Tipos de acuíferos y observaciones
Cuaternario	Pleistoceno -Holoceno	Áreas pantanosas, áreas endorreicas y fondos de dolinas y poljes	Lutitas y arcillas	Baja – muy baja	Sin acuíferos significativos
		Llanuras de inundación	Lutitas y arenas finas	Media-baja por porosidad intergranular	Acuíferos semiconfinados de productividad media
		Abanico aluvial, fondo de valle y coluviones	Lutitas, arenas y gravas	Media-alta por porosidad intergranular	Acuíferos libres de productividad media
	Holoceno	Formaciones superficiales del holoceno	Materiales detríticos de granulometrías diversas	Alta o media-alta por porosidad	Acuíferos libres con circulación por porosidad intergranular

Fuente: Memorias geológicas de Sánchez y Cevicos 2016

4.2. Componentes medioambientales

4.2.1. Precipitación

Para la representación de la precipitación en la zona de estudio se tomaron como referencia dos estaciones meteorológicas, utilizando las series mensuales de precipitación durante los años 2014 al 2016 (hasta octubre). Dichas estaciones han sido seleccionadas como representativas de la zona debido a que son las más cercanas existentes.

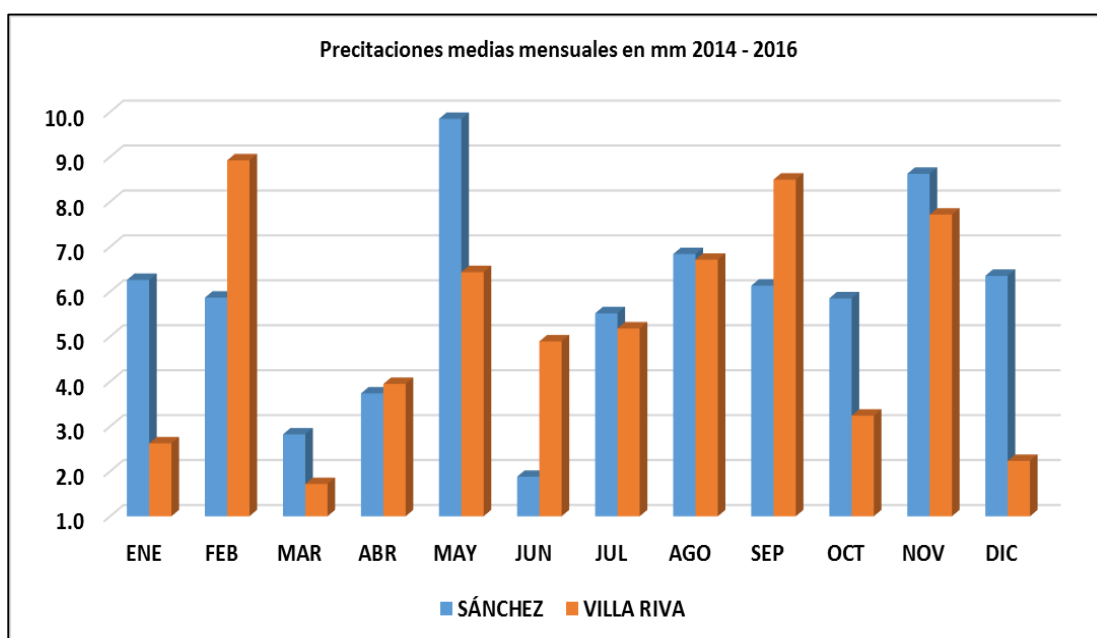


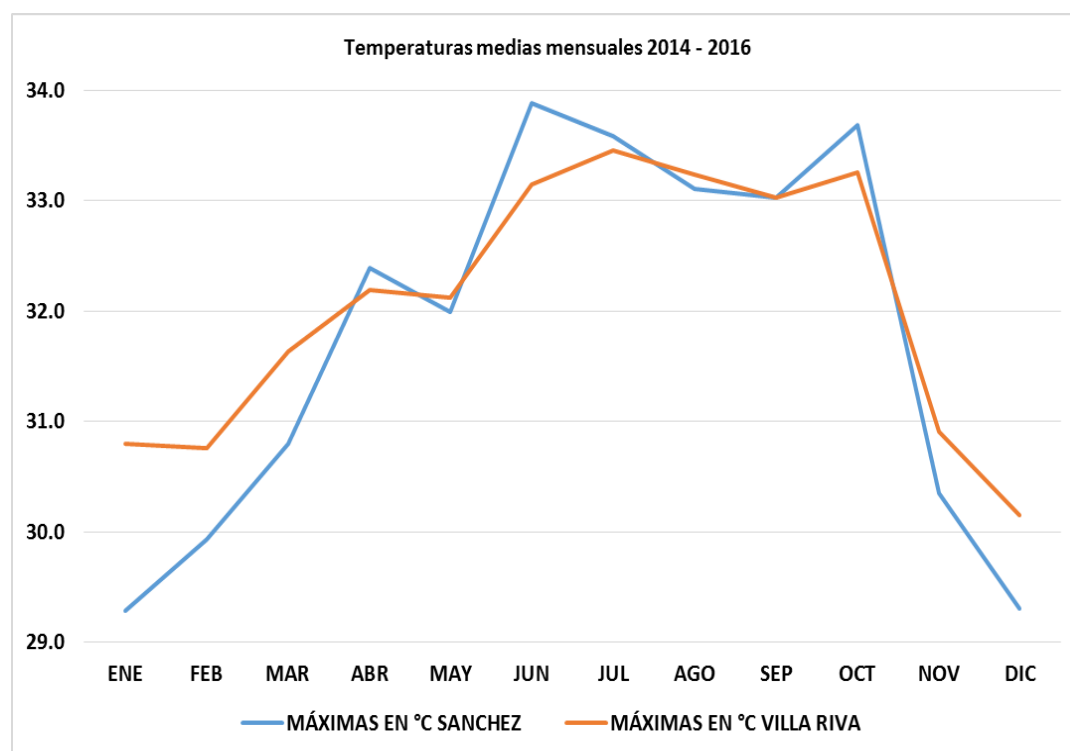
Fig.: 4.2.1.1. Oficina Nacional de Meteorología, datos de precipitación 2014 – 2016 (parcial).

De acuerdo con la información presentada las barras de color azul pertenecen a la estación de Sánchez y las barras de color naranja representan la estación de Villa Riva, en donde los rangos varían desde un promedio de 1.0 hasta 10.0

4.2.2. Temperatura

Para la realización de esta investigación han sido utilizadas las series de temperaturas medias mensuales de las dos estaciones meteorológicas usadas en el análisis de la precipitación.

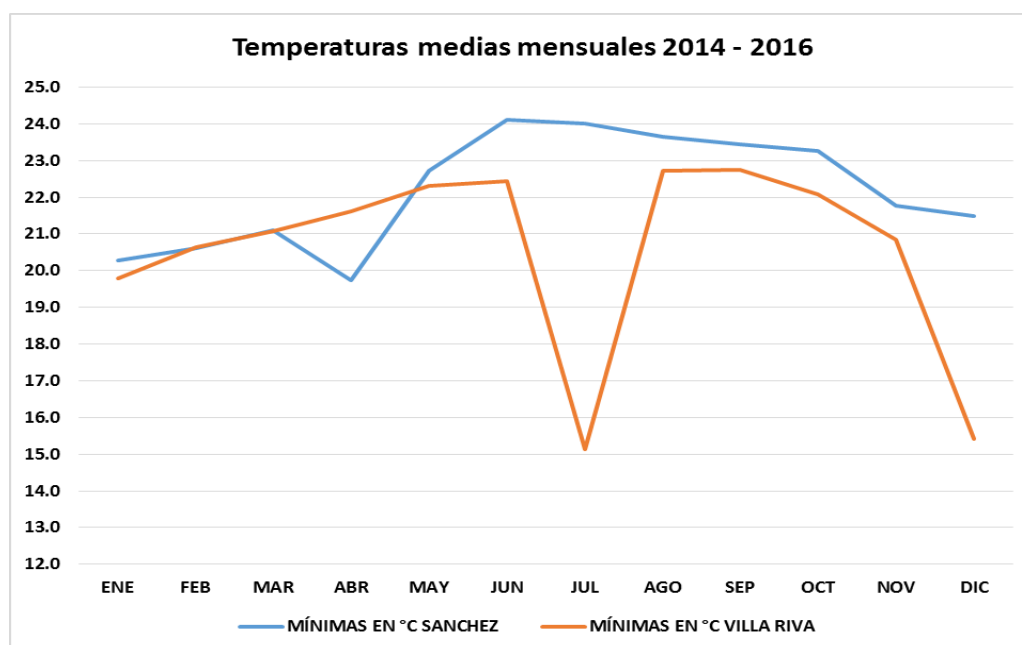
Al igual que las series pluviométricas, y utilizando la misma metodología, se procedió a la correlación de las series de temperaturas observando tanto las máximas como las mínimas en °C. Los valores medios mensuales de los diferentes años se



Fuente: Oficina Nacional de Meteorología (2014-2016)

presentan en la figura, observándose que tanto para Sánchez como Villa Riva la temperatura mayor registrada oscila entre 33.6 y 33.9°C.

Por otra parte observando en la figura las temperaturas mínimas para Sánchez fue de 19.7°C mientras que para Villa Riva fue de 15.1°C.



Fuente: Oficina Nacional de Meteorología (2014-2016)

4.2.3. Sequía

Para la presentación de los datos de la sequía en la zona de estudio se tomaron como referencia los datos levantados por la Oficina Nacional de Meteorología sobre el comportamiento de la sequía meteorológica.

Cuadro 4.2.3.1. Comportamiento de la sequía meteorológica

Años	Estaciones	Evento	Aporte de Lluvia
2014	Villa Riva	Sequia débil	86%
2014	Sánchez	Normal(Sin Sequia)	110%
2015	Villa Riva	Sequia débil	90.20%
2015	Sánchez	Normal (Sin Sequia)	107%
Información Preliminar Hasta Octubre			
2016	Villa Riva	Sequia débil	80%
2016	Sánchez	Normal (Sin Sequia)	154.40%

Fuente: Oficina Nacional de Meteorología (2014-2016)

En el cuadro se muestran los años 2014 - 2016 (hasta octubre), las estaciones meteorológicas de Villa Riva y Sánchez, el evento los cuales son el tipo de sequía es decir, si es débil, normal, sin sequía y el aporte de lluvia a nivel porcentual.

Para el año 2014 en la estación de Villa Riva reporto una un evento de sequía débil con un aporte de lluvia de 86% mientras que en Sánchez fue un evento normal (sin sequia) con un aporte de lluvia de 110%. En 2015 los eventos de sequía tanto en Villa Riva como en Sánchez se comportaron de la misma manera que en el 2014, solo hubo variación en los aportes de lluvia debido a que Villa Riva reporto un aumento de 90.20% y en Sánchez disminuyo a 107 %. En la información preliminar hasta octubre del 2016 Villa Riva reportó un evento de sequía débil con un aporte de lluvia de 80%, mientras que Sánchez se comportó normal (sin sequia), con un aporte de lluvia de 154.40%.

4.3. Humedales

De acuerdo con los encuestados en la zona de estudio, sobre qué cree usted que es un humedal, zona donde la tierra está llena de agua, es una laguna o lago donde siempre hay agua, cuando la tierra tiene mucha agua, parte muy baja saturación de agua, filtración de agua cuando el rio sube.

Cuadro 4.3.1. Distribución de frecuencia y porcentaje sobre, el conocimiento que tiene del humedal del Bajo Yuna.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	15	75%
No	5	25%
Total	20	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a las personas, residentes del Bajo Yuna 2016

El 75% de las personas encuestadas contestaron que Sí, mientras que el 25% contestó que No.

Cuadro 4.3.2 Distribución de frecuencia y porcentaje sobre, en qué estado se encuentra el humedal.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Bueno	2	10%
Regular	3	15%
Malo	15	75%
Total	20	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a las personas, residentes del Bajo Yuna 2016

El cuadro 4.3.2 muestra que un 75% respondió la opción Malo, un 15% Regular, mientras que un 10% Bueno.

Cuadro 4.3.3 Distribución de frecuencia y porcentaje sobre, la causa de contaminación del humedal.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Arrojen basura en el humedal	15	75%
Construcciones alrededor del humedal	1	5%
La agricultura	4	20%
Total	20	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a las personas, residentes del Bajo Yuna 2016

El 75% dice que la contaminación se debe a: Arrojen basura en el humedal, un 20% Agricultura, mientras que un 5% Construcciones. Industria cercana no hay.

Cuadro 4.3.4 Distribución de frecuencia y porcentaje sobre, donde vierten sus desechos sólidos.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
La recoge el camión	2	10%
Vertederos improvisados	5	25%
En el río	1	5%
Incineran	12	60%
Total	20	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a las personas, residentes del Bajo Yuna 2016

El 60% contesto que la Incineran, un 25% vertederos improvisados, el 10% la recoge el camión, mientras que un 5% la vierte en el río.

4.3.2. Tipo de Humedal

Cuadro 4.3.2.1. Códigos correspondientes al “Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales” de Ramsar existentes en el área de estudio:

Tipo de humedal	Codificación					Tipo dominante		
Marino/costero	F	H	I	Zk(a)		I		
Continental	N	O		Tp		Tp	N	O
Artificial	1	2	3	4	6	3		

Fuente: matriz sobre el sistema de clasificación de Tipos de Humedales de Ramsar 2006

Los códigos se basan en el Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales aprobado en la Recomendación 4.7, enmendada por las Resoluciones VI.5 y VII.11 de la Conferencia de las Partes Contratantes. Las categorías enumeradas a continuación sólo tienen por objeto aportar un marco muy amplio que facilite la identificación rápida de los principales hábitat de humedales representados en cada sitio (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006).

Humedales marinos y costeros	
F	Estuarios; Aguas permanentes de estuarios y sistemas estuarinos de deltas.
H	Pantanos y esteros; (zonas inundadas) intermareales; incluye marismas y zonas inundadas con agua salada, praderas halófilas, salitrales, zonas elevadas inundadas con agua salada, zonas de agua dulce y salobre inundadas por la marea.
I	Humedales intermareales arbolados; incluye manglares, pantanos de “nipa”, bosques inundados o inundables mareales de agua dulce.
Zk(a)	Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos; Marinos y costeros
Humedales continentales	
N	Ríos/arroyos estacionales/intermitentes/irregulares.
O	Lagos permanentes de agua dulce (de más de 8 ha); Incluye grandes madre viejas (meandros o brazos muertos de río)
Tp	Pantanos/esteros/charcas permanentes de agua dulce; Charcas (de menos de 8 ha), pantanos y esteros sobre suelos inorgánicos, con vegetación emergente en agua por lo menos durante la mayor parte del período de crecimiento.
Y	Manantiales de agua dulce, oasis.
Zk(b)	Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos; Continentales
Humedales artificiales	
1	Estanques de acuicultura (por ej. estanques de peces y camaronerías)
2	Estanques artificiales; incluye estanques de granjas, estanques pequeños (generalmente de menos de 8 ha).
3	Tierras de regadío; incluye canales de regadío y arrozales.
4	Tierras agrícolas inundadas estacionalmente; incluye praderas y pasturas inundadas utilizadas de manera intensiva.
6	Áreas de almacenamiento de agua; reservorios, diques, represas hidroeléctricas, estanques artificiales (generalmente de más de 8 ha).

Fuente: Ficha informativa de los humedales Ramsar (FIR) versión 2009-2012

4.3.3. Flora

Según la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) – versión 2009-2010, en la zona de los humedales del Bajo Yuna se puede observar una extensa población que se considera la más amplia del país de mangle botón (*Conocarpus erectus*) y Drago (*Pterocarpus officinalis*). Esta última se encuentra en estado de amenaza, en la Lista de especies amenazadas de la República Dominicana y como vulnerable en la lista de la UICN.

La especie de *Oryza sativa* es utilizada como fuente de alimento y tiene una alta incidencia en la economía nacional y en la dieta de los dominicanos. Existen especies como: mango, (*Mangifera indica*), jobo, (*Spondias purpurea*), coco, (*Cocos nucifera*), palma real (*Roystonea hispaniolana*), (*Sabal domingensis*), Ceiba, (*Ceiba pentandra*), *Cordia alliodora*, maya, (*Bromelia pinguin*), flamboyán, (*Delonix regia*), hicaco, (*Chrysobalanus icaco*), copey, (*Clusia rosea*), mangle botón, (*Conocarpus erectus*), cundeamor, (*Momordica charantia*), aguacate, (*Persea americana*), cereza, (*Malpighia emarginata*), majagua, (*Hibiscus pernambucensis*), jina, (*Inga fagifolia*), yagrumo hembra, (*Cecropia schreberiana*), guayaba, (*Psidium guajava*), uva caleta (*Coccoloba uvifera*) y caimito, (*Chrysophyllum cainito*), que constituyen alimento para varias especies de aves.

Son especies nativas melíferas las siguientes: *Ceiba pentandra*, *Chrysophyllum cainito*, *Chrysobalanus icaco*, *Coccoloba uvifera*, *Conocarpus erectus*, *Crescentia cujete*, *Hibiscus pernambucensis*, *Roystonea hispaniolana*, *Sabal domingensis*, *Spondias purpurea*, *Tabebuia heterophylla* y *Zanthoxylum elephantioides*, entre otras.

Existe una especie con un alto consumo maderable, la cual está regulada internacionalmente, esta especie es la caoba (*Swietenia mahagoni*).

4.3.4. Fauna

Cuadro 4.3 Principales especies de fauna según la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) versión 2009-2012:

Peces	Tomando en cuenta los reportes de los usuarios en el área propuesta, se han estimado unas 20 especies ictícolas diferentes, que al menos se encuentran en aguas de los diferentes cuerpos que forman el área: Lisa (<i>Mugil curema</i>), Tilapia (<i>Oreochromis mossambica</i>), Robalo; (<i>Centropomus sp</i>), Guabina; (<i>Gobiomorus dormitor</i>), Sábalo; (<i>Tarpon sp</i>) Jurel; (<i>Caranf sp</i>), Mojara; (<i>Eucinostomus sp</i>), Angilla; (<i>Aguilla sp</i>).
Camarones	En lo reportado por los lugareños y confirmado en los levantamientos de campo, se pudieron observar tres especies de camarones: camarón blanco (<i>Litopenaeus schmitti</i>), camarón siete barbas (<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>) y camarón rosado (<i>Farfantepenaeus duorarum</i>).
Cangrejos	En lo concerniente a este grupo, fue posible el avistamiento de tres especies: <i>Cardisoma guanhumi</i> ; <i>Ucides cordatus</i> y <i>Geocarciuns ruricola</i> las cuales están presentes en las raíces de las especies de mangle que se encuentran en el área.
Anfibios y reptiles	Los anfibios cuentan con nueve (9) especies, de las cuales, siete (7) fueron observadas en la presente evaluación, así como mediante reportes de lugareños y dos (2) reportadas por otras fuentes consultadas. Las mismas pertenecen a cuatro (4) familias. De ese total, siete (7) son endémicas de la Isla La Española y dos (2) introducidas. Lo que significa que el endemismo es alto, condición que está determinada por la baja capacidad de dispersión que caracteriza a las especies. El grupo de los reptiles cuenta con 23 especies, de éstas, 12 fueron detectadas durante la presente evaluación, así como a través de consultas a personas de las diferentes provincias visitadas, y 11 se obtuvieron de fuentes revisadas. Las mismas están distribuidas en 10 familias. La supervivencia de muchas especies de reptiles que se encuentran dentro del sitio depende en gran medida de la vegetación asociada a los humedales, entre ellas se citan: <i>Anolis baleatus</i> (anolis gigante dominicano), <i>Epicrates striatus</i> (boa de La Española), <i>Hypsirhynchus parvifrons</i> (corredora menor de La Hispaniola), <i>Uromacer catesbyi</i> (culebra arborícola verde de cabeza roma) y <i>Tropidophis haetianus</i> (trope de La Hispaniola).
Aves	De las aves que se reportan en el área, se encuentran 68 especies, pertenecientes a 27 familias. Se han registrado especies como son: Zumbador grande; (<i>Anthracothorax dominicus</i>), Rolita; (<i>Columbina passerina</i>), Rolón; (<i>Zenaida aurita</i>), Vencejito; (<i>Streptoprocne zonaris</i>), Judío; (<i>Crotophaga ani</i>), Petigre; (<i>Tyrannus dominicensis</i>), Ruiseñor; (<i>Mimus polyglottos</i>), Carrao; (<i>Aramus guarauna</i>), Gallareta azul; (<i>Porphyryla martinica</i>), Garza de rizos; (<i>Egretta thula</i>), Canario de manglar; (<i>Dendroica petechia</i>), Rey congo; (<i>Nycticorax nycticorax</i>), Zaramagullón; (<i>Podilymbus podiceps</i>), Guineíta; (<i>Porzana flaviventer</i>), Martinetico; (<i>Ixobrychus exilis</i>), Cra-cra; (<i>Butorides virescens</i>), entre otras.
Mamíferos	Los mamíferos presentan en el área cuentan con 5 familias y 12 especies, entre ellas una endémica. Entre la especies presente están: murciélago pescador; (<i>Noctilio leporinus</i>), (<i>Pteronotus quadridens</i>), (<i>Pteronotus parnellii</i>), murciélago marrón; (<i>Mormops blainvillei</i>), murciélago orejudo; (<i>Macrotus waterhoussei</i>), come polen; (<i>Monophyllus redmani</i>), frutero Jamaica; (<i>Artibeus jamaicensis</i>), frutero haitiano; (<i>Phylllops falcatus</i>), hocico de cerdo; (<i>Brachyphylla nana</i>), de la flores; (<i>Phyllonycteris poeyi</i>), casero; (<i>Molossus molossus</i>) y (<i>Natalus major</i>) esta última endémica de la Isla.

Fuente: Ficha informativa de los humedales Ramsar (FIR) versión 2009-2012

4.4. Bienes y servicios ambientales

Cuadro 4.4.1 Distribución de frecuencia y porcentaje sobre, si alguien está ayudando a la conservación del humedal.

Alternativa	Frecuencia	porcentaje
Si	1	5%
No	16	80%
No sabe	3	15%
Total	20	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a las personas, residentes del Bajo Yuna 2016

80% respondió que No, un 15% No saben, mientras un 5% Sí.

Cuadro 4.4.2 Distribución de frecuencia y porcentaje sobre, si el humedal le hace bien a la comunidad.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	6	30%
No	14	70%
Total	20	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a las personas, residentes del Bajo Yuna 2016

Con relación a la pregunta, el 30% contestó Sí, mientras un 70% No.

Cuadro 4.4.3 Distribución de frecuencia y porcentaje sobre, de donde viene el agua que utiliza para consumo.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Rio	5	25%
Pozos	15	75%
Total	20	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a las personas, residentes del Bajo Yuna 2016

Según los encuestados, un 75% respondió pozos, un 25% agua del rio, acueducto y humedal ninguna respuesta.

Cuadro 4.8.4 Distribución de frecuencia y porcentaje sobre, el beneficio que brinda el humedal.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Agricultura	15	75%
Pesca	1	5%
Uso directo del agua (consumo humano)	4	20%
Total	20	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a las personas, residentes del Bajo Yuna 2016

El 75% respondió agricultura, un 20% del uso directo del agua (consumo humano), mientras un 5% pesca.

4.4.1. Bienes ambientales

De acuerdo a los datos recolectados en la investigación los principales bienes ambientales que proporciona el humedal del Bajo Yuna son:

1- Actividad agrícola	La agricultura es la principal actividad económica desarrollada, pero también gran parte de la producción obtenida es básicamente de subsistencia. Se basa en el cultivo de cereales (arroz, maíz, etc.) y plátanos, los cuales se han establecido en las zonas de las cuencas media y baja. En el fértil valle de la cuenca baja la producción se concentra en cultivos para la exportación, con especial énfasis en el arroz, el cual ocupa el 95% del área cultivada con casi 65,000 hectáreas dedicadas a este cultivo. La implementación de los proyectos agrícolas para la producción de arroz en las comunidades de “El Aguacate”, “Limón del Yuna” y “El Pozo”, ha expandido la frontera agrícola en todo el límite Oeste del área protegida, afectando de forma severa los bosques de Drago, generando altos niveles de contaminación por el uso de agroquímicos en los ríos, arroyos y lagunas, alterando el flujo natural del agua y afectando el hábitat natural de aves y cangrejos.
2- Pesca	La pesca como uso consuntivo alcanza un 54%. En el Humedal se desarrolla la pesca desde embarcaciones utilizando redes; la pesca artesanal, la cual se realiza en aguas poco profundas. El arte de pesca más utilizado por los pescadores es el chinchorro de ahorque especialmente para la pesca de camarones, siendo esto una amenaza importante.
3- Ganadería	La actividad pecuaria está basada en la crianza de ganado ovino, vacuno y caprino, cuyo alimento básico es el pasto natural y cultivado incluyendo varias zonas en donde se encuentra el Drago (<i>Pterocarpus officinalis</i>).

Fuente: Ficha informativa de los humedales Ramsar (FIR) versión 2009-2012

4.4.2. Servicios ambientales

El abastecimiento de agua dentro de la zona de estudio es aplicado en diversas actividades, las cuales se pueden dividir de acuerdo a su uso, como usos consuntivos que se caracterizan por la extracción de agua de su lugar de origen para facilitar su consumo y no consuntivos que son aquellos que consumen el agua en su lugar de origen.

Usos consuntivos

Uso agrícola: El consumo agrícola se debe al riego de los campos de cultivo y le corresponde el mayor porcentaje de consumo en la zona. Las necesidades de agua dependen directamente del clima, el tipo de suelo y los tipos de cultivo de cada zona.

Distritos de riego	Zonas de riego	Sistemas de riego	Superficie irrigada (ha)	Fuente suministro de agua
Bajo Yuna	Limón del Yuna	Payabo	627.72	Río Payabo
		Caño azul	328.5	Río Yuna
		Guaraguao	2,463.98	Río Yuna
		Las cuevas	458.31	Río Yuna
		Total	3,905.51	
	Villa Rivas	Arequin	697.87	Río Payabo
		Cristal	779.81	Río Yuna
		Catamey-azumey	2,654.91	Río Yuna
		Ponton	2,186.49	Río Yuna
		Yuna por bombeo	1,326.3	Río Yuna
		Total	7,638.38	

Fuente: Informe hidrogeológico Valle del Cibao 2004

Usos municipales (potable): El abastecimiento urbano abarca las necesidades de agua de las viviendas, es decir, el uso doméstico, turismo, comercios, centros y servicios públicos.

Región hidrográfica	Agua potable (MM ³)		
	2005	2010	2015
Yuna	81.63	91.74	102.15

Fuente: Plan hidrológico nacional 2012

Usos no consuntivos

La pesca: Considera la extracción de peces con fines comerciales y recreativos.

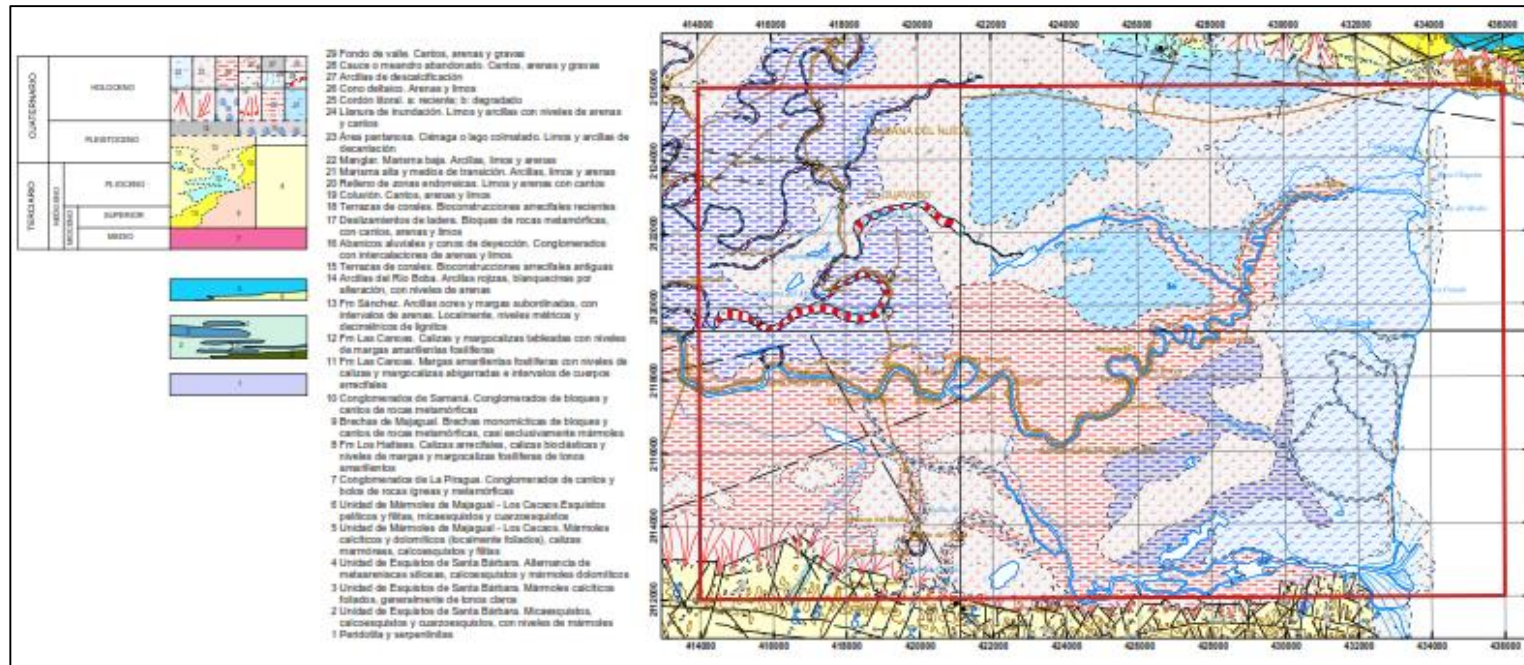
Usos ambientales: Los ecosistemas acuáticos necesitan un aporte de agua mínimo, agua ecológica.

Región hidrográfica	Uso ecológico (MM ³)
	2005
Yuna	991.39

Fuente: Plan hidrológico nacional 2012

4.5. Mapa geológico

Mapa geológico de los humedales del Bajo Yuna



Escala 1: 100, 000; abarca con detalle el tiempo geológico de cada forma litológica, unidad y/o formación así como también las estructuras allí presentes.

4.5.1. Cuadro de los indicadores de geología (litología), geomorfología y tectónica del área de los Humedales del Bajo Yuna.

Orden Predominante	Litología	Geomorfología	Tectónica
1	Lutitas, limos y arenas	Llanura de inundación. Limos y arcillas con niveles de arenas y cantos	Las principales fallas regionales son: • Falla Samaná Norte, y • Falla los Haitises – Samaná Sur.
2	Limos, arcillas y Lutita con abundante vegetación	Llanura de inundación abandonada. Lutitas y arenas	
3	Lutita y fangos limosos ricos en materia orgánica	Manglar. Marisma baja. Arcillas, limos y arenas	
4	Arcillas, fangos limosos orgánicos, limos y arena	Marisma alta y medios de transición. Arcillas, limos y arenas	
5	Bloques, gravas, Lutitas y arenas finas	Abanicos aluviales y conos de deyección. Gravas arenas y lutitas	
6	Arenas y limos	Cono deltaico. Arenas y limos	
7	Limos de albufera	Área pantanosa. Ciénaga o lago colmatado. Limos y arcillas de decantación	
8	Arenas	Cauce o meandro abandonado. Cantos, arenas y gravas	

Fuente: Memorias geológicas Cevicos, La Jagua y la memoria geomorfológica Sánchez 2016

4.5.1. Área inundable

De acuerdo a la Memoria Geomorfológica de Sánchez 6273-I, el río Yuna sufre importantes inundaciones, principalmente en su parte baja, afectando zonas de gran potencial agrícola y comunidades, así como también sus líneas vitales (redes de agua potable, cloacas, de gas, eléctricas, telecomunicaciones, etc.).

Los procesos de inundación y sedimentación actúan de forma prácticamente permanente sobre los fondos de valle de los ríos y bajo un régimen torrencial en los numerosos arroyos y cañadas de la zona, así como en los mantos de arroyada.

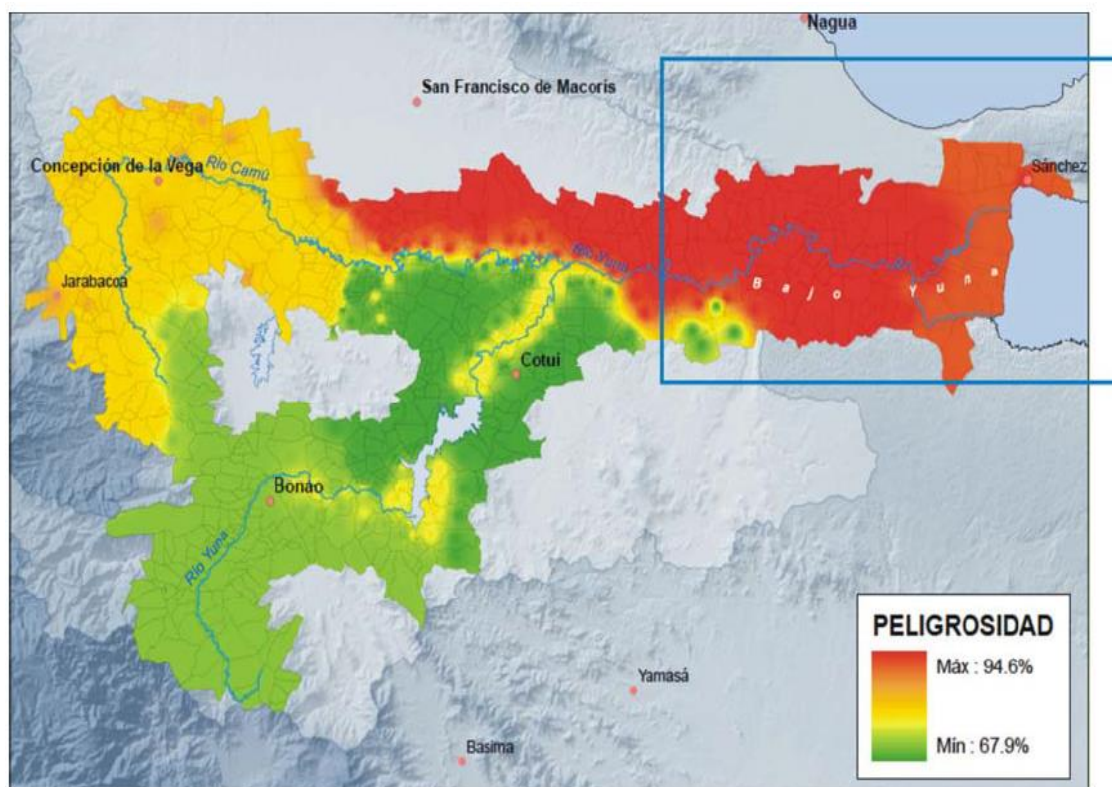
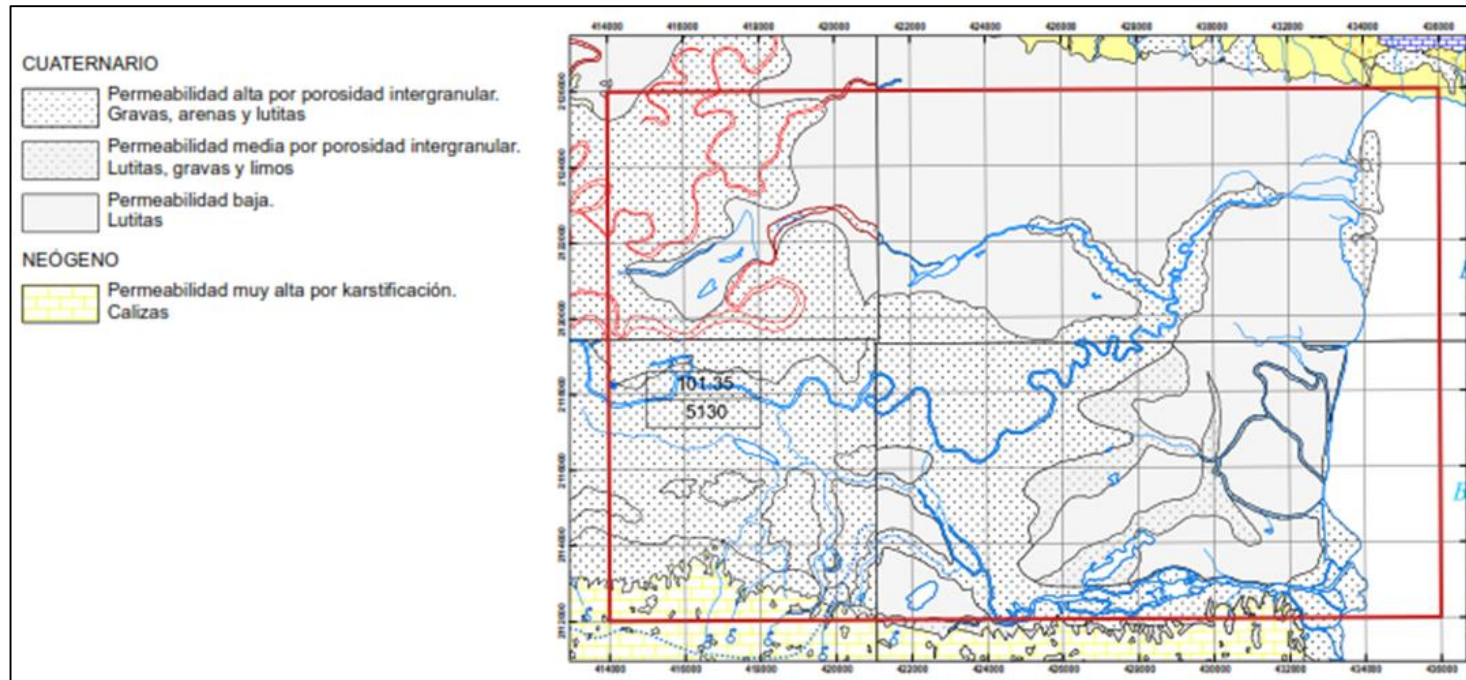


Fig. 1.5. Peligrosidad o Amenaza de inundación en la cuenca del Yuna en los Parajes a menos de 5000 m de los cauces Yuna y Camú. Valores expresados en porcentaje respecto al criterio de factores de peligrosidad considerados (0%-100%). Nótese la elevada Peligrosidad existente en el Bajo Yuna en el ámbito del Cuadrante de Sánchez. (Fuente: YUNARISK, 2008).

4.6. Mapa hidrogeológico

Mapa hidrogeológico de los humedales del Bajo Yuna



Escala 1: 100,000; abarca el tiempo geológico del cuaternario y el neógeno con cuatro tipos de litologías, permeabilidad, porosidad y granulometrías diferentes de las cuales tres pertenecen al cuaternario y una al neógeno.

4.6.1. Red hidrográfica

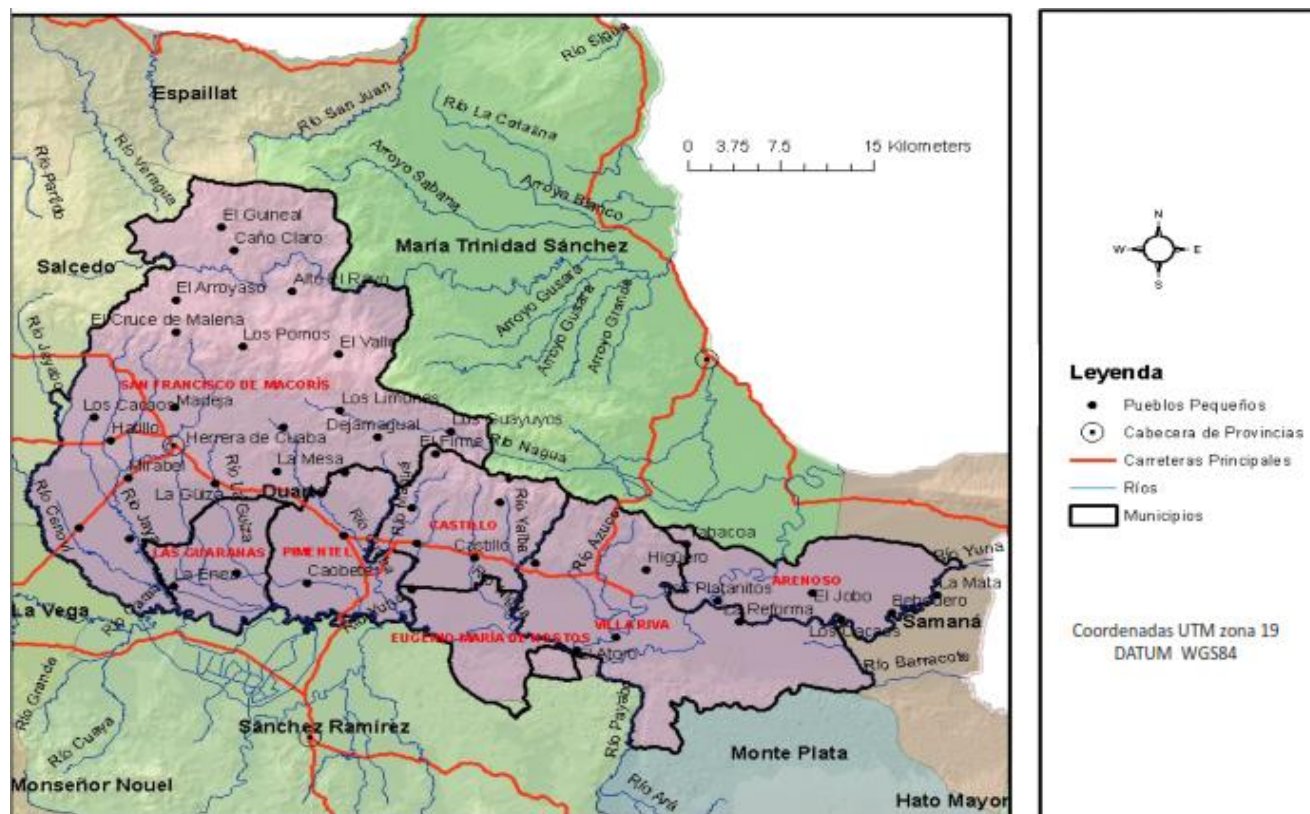


Fig. 5. Red hidrográfica de la cuenca del río Yuna, sacado del mapa: ríos y poblados de la provincia Duarte realizado por el programa de recuperación y datos de la SEMARENA.

El Río Yuna nace en la Cordillera Central, con afluentes que nacen tanto en dicha cordillera como en la Septentrional, y sigue su curso en dirección noreste por entre colinas disertadas y terrazas fluviales, hasta llegar a la confluencia del Río Camú, desde donde discurre en dirección este hasta desembocar en la Bahía de Samaná.

4.6.2. Unidad hidrogeológica

La sub-unidad hidrogeológica del Bajo Yuna ocupa casi la mitad oriental de la valle del Cibao y de ella, en la Hoja de Sánchez sólo está representada su parte más oriental y próxima a la desembocadura de este río. Está ocupada mayoritariamente por materiales detríticos de diversa granulometría asociados a la dinámica fluvial del río Yuna y a sistemas lacustres y endorreicos y marismas altas (más superficiales) que pueden constituir importantes acuíferos aunque con posible influencia del agua del mar en las proximidades de la costa.

CAPITULO V

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

5.1. Introducción

En este capítulo se presentan los análisis de los datos obtenidos en la investigación realizada, los cuales se obtuvieron por medio de los resultados cualitativos - cuantitativos presentados en el capítulo anterior. Con el propósito de dar respuestas a las preguntas de investigación sobre el análisis hidrogeológico y ambiental de los Humedales del Bajo Yuna.

5.2. Hidrogeología

Para dar respuesta a la pregunta de investigación sobre ¿Cuáles son las características hidrogeológicas de los Humedales del Bajo Yuna? los resultados arrojaron que las características hidrogeológicas son las siguientes:

Formaciones con permeabilidad baja-muy baja. Lutitas y arcillas de áreas pantanosas y fondos de dolinas (Cuaternario): En el valle del Bajo Yuna estas formaciones ocupan una cierta extensión. En los Haitises los fondos de dolinas son muy numerosos pero de extensión reducida, aunque en dirección NOSE presentan una extensión hectométrica a kilométrica según el sistema de falla que ha favorecido la karstificación.

Formaciones con permeabilidad baja. Lutitas y arenas finas de llanuras de inundación (Cuaternario): Están bien representadas en el valle del Bajo Yuna Norte y Sur donde están aprovechadas por el cultivo del arroz principalmente. Las arcillas mezcladas a las arenas disminuyen la permeabilidad del conjunto.

Formaciones con permeabilidad alta por porosidad intergranular: lutitas y arenas (Cuaternario): Las formaciones costeras del borde Oeste de la Bahía de Samaná constituyen un pequeño cordón arenoso con lutitas mezcladas, no consolidado, que presenta una permeabilidad alta por porosidad intergranular. La presencia de los limos baja un poco la permeabilidad.

5.3. Componentes medioambientales

En relación a la pregunta ¿Cuáles son las características de los componentes medioambientales de los Humedales del Bajo Yuna? las características de los componentes ambientales van influenciada de acuerdo a como se comporten la precipitación, temperatura sequía en la zona.

5.3.1. Precipitación

Conforme a los datos obtenidos, la distribución de las precipitaciones mensuales para los diferentes años arrojó que el pico más alto para Sánchez fue en el mes de mayo y otro menos acusado en noviembre, mientras que para Villa Riva fue en el mes de febrero y otro en el mes de septiembre. (Ver figura: 4.2.1.1).

Por otra parte los meses más secos fueron para Sánchez en el mes de junio y marzo mientras que para Villa Riva fue el mes de marzo y diciembre. La estación de Sánchez presenta valores de pluviometría más elevados, siendo la estación de Villa Riva la que presenta los valores más bajos, cabe destacar que la diferencia en total es muy poca.

5.3.2. Temperatura

Con la realización del análisis de las diferentes series de temperaturas medias mensuales en los diferentes años, se obtuvo que tanto para Sánchez como Villa Riva la temperatura mayor registrada fue en los meses de junio – julio y octubre.

Por otra parte analizando las temperaturas mínimas se obtuvo que las registradas para estas dos estaciones fueron, para Sánchez en el mes de abril mientras que para Villa Riva el mes de julio siendo las de esta ultima las temperaturas más bajas con una gran diferencia.

5.3.3. Sequía

Según los datos arrojados en la estación de Sánchez los aportes de lluvias han sido mayores al 100% donde no se reporta sequía. A diferencia de la estación de Villa Riva donde los aportes de lluvias han oscilado entre el 80% a 95%, se ha reportado sequía débil en todos los años.

5.4. Humedales

Con la información obtenida en la encuesta realizada a los residentes de la zona de estudio, estos tienen una percepción acerca de que es un humedal ya que en sus respuestas utilizaron términos como zona saturada, filtración de agua, zona baja, zona donde aflora el agua, términos que son propios para reconocer áreas donde existen humedales, sin embargo estos lo conocen como humedad.

Por otro lado, la mayoría de los residentes el (75%) respondió tener conocimiento del Humedal del Bajo Yuna. Mientras el (25%) respondió no tener conocimiento. (Ver cuadro 4.3.1).

Conforme con los datos obtenidos, la mayoría de los residentes (75%) respondieron que el humedal se encuentra en mal estado, un (15%) en estado regular, mientras que un (10%) en buen estado. (Ver cuadro 4.3.2).

En cuanto a la causa de la contaminación del humedal, el (75%) de los residentes consideran que es porque las personas arrojen basura en el humedal, un (20%) por la agricultura y una mínima parte de un (5%) por las construcciones que se realizan al alrededor del humedal. (Ver cuadro 4.3.3).

En base a los resultados obtenidos, sobre donde vierten sus desechos sólidos la mayor parte el (60%) de los residentes la incineran, un (25%) la depositan en vertederos improvisados, un (10%) pasa el camión y un (5%) la vierten al río. (Ver cuadro 4.3.4).

5.4.1. Tipo de humedal

Conforme a los datos recopilados, la tipología de humedal del Bajo Yuna entra en tres categorías: marino/costero, continental y artificial; producto de su ubicación geográfica.

Donde el tipo dominante son:

Marino/costero: (I) humedales intermareales arbolados; incluye manglares, pantanos de “nipa”, bosques inundados o inundables mareales de agua dulce.

Continental: (N) Ríos/arroyos estacionales/intermitentes/irregulares.

(O) Lagos permanentes de agua dulce (de más de 8 ha); Incluye grandes madre viejas (meandros o brazos muertos de río)

(Tp) Pantanos/esteros/charcas permanentes de agua dulce; Charcas (de menos de 8 ha), pantanos y esteros sobre suelos inorgánicos, con vegetación emergente en agua por lo menos durante la mayor parte del período de crecimiento.

Artificiales: (3) Tierras de regadío; incluye canales de regadío y arrozales.

5.4.2. Flora

En la zona de los humedales del Bajo Yuna se puede observar una extensa población que se considera la mas amplia del país de mangle botón (*Conocarpus erectus*) y Drago (*Pterocarpus officinalis*). Esta última se encuentra en estado de amenaza, en la Lista de especies amenazadas de la República Dominicana y como vulnerable en la lista de la UICN.

Existe una variedad significativa de especies de flora de las cuales 20 de ellas tienen una alta incidencia en la economía nacional y dieta de los dominicanos y tambien constituyen alimento para varias especies de aves, 12 especies nativas melíferas, una especie con alto consumo maderable la cual esta mejorada internacionalmente (caoba).

5.4.3. Fauna

Las diferentes especies faunísticas que existen en el area de los Humedales del Bajo Yuna varían de acuerdo al tipo entre están: 20 especies ictícolas diferentes, 3 especies de camarones, 3 especies de cangrejos, los afibios cuentan con 9 especies, 7 son endémicas de la isla y 2 introducidas, los reptiles cuentan con 23 especies, 68 especies de aves, 12 especies de mamíferos entre ellas 1 es endémica.

5.5. Bienes y servicios ambientales

Relacionado con la pregunta ¿Qué bienes y servicios ambientales se pueden obtener de los humedales del Bajo Yuna? Entre los principales bienes de los que se benefician las comunidades aledañas al humedal están: la agricultura, la ganadería y la pesca. La mayor producción agrícola consiste en la siembra de arroz bajo riego. Esta producción se ve constantemente amenazada por las impredecibles crecidas de los ríos Yuna y Barracote. El cultivo de arroz se hace a través de asentamientos en zonas inundables. La ganadería se realiza de una manera más discreta principalmente por parte de los ganaderos convirtiéndose esta en la actividad económica secundaria; estos invierten en el pastoreo de vacunos en terrenos del área protegida transformando las áreas de Drago por pastizales.

En el caso de la pesca el uso inadecuado de técnicas de captura y artes de pesca puede afectar negativamente las poblaciones de cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*), el zumbá (*Ucides cordatus*) y del cangrejo moro (*Gecarcinus ruricola*). De esta forma se atenta contra la integridad del ecosistema al impactar estas poblaciones de camarones, peces y especies amenazadas, como el manatí (*Trichechus manatus*), mamífero incluido en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y en el apéndice I del Convenio Internacional para la Comercialización de Especies Silvestres (CITES).

En cuanto a los servicios ambientales el uso del agua es el más utilizado debido a que esta es aprovechada para el consumo agrícola, ganadero, abastecimiento urbano y usos ambientales ya que los ecosistemas acuáticos necesitan un aporte de agua mínimo.

Conforme a la encuesta realizada a los residentes de la zona de estudio sobre los bienes y servicios ambientales que les brinda el humedal un 70% contesto que el humedal no le hace un bien a la comunidad y un 30% respondió que sí. Hay que resaltar que la encuesta fue realizada en temporada de lluvia donde la zona del Bajo Yuna estaba en estado de emergencia por lo que los mismos residentes externaron que el humedal no le hace bien ya que estaban bajo los efectos de la inundación.

Una parte muy significativa (80%) respondió que ninguna entidad está ayudando a la conservación del humedal, el (15%) no sabe y un (5%) dice que sí.

Por otro lado, el agua que utiliza los residentes de la zona para el consumo un (75%) contesto que es de pozos, un (25%) del rio. Hay que destacar que los residentes que consumen el agua del rio lo hacen porque no tienen otra fuente según lo expresado por ellos.

En base a los resultados obtenidos en la encuesta sobre el beneficio que brinda el humedal, un (75%) lo obtiene de la agricultura, un (20%) del uso directo del agua es decir consumo humano y una mínima parte (5%) de la pesca.

5.6. Mapa geológico

Para dar respuesta a la pregunta de investigación ¿Cómo está mapeada la geología de los humedales del Bajo Yuna? se realizó un mapa geológico empalmando las cuatro hojas geológicas que abarcan el área de estudio. Detalla las características geológicas de la zona como son el tipo de litología y el tiempo geológico de su formación.

La llanura de inundación con litología de lutitas y arenas finas, abanico aluvial, fondo de valle y coluviones con litología de lutitas, arenas y gravas, manglares y formaciones superficiales son las más comunes en el área de estudio.

5.6.1. Geología

El área de los Humedales del Bajo Yuna está formada por suelos geológicamente considerados como depósitos recientes de origen fluvial, detríticos, acumulados en el Cuaternario. En donde predominan la litología de lutitas, limos, arenas, arcillas y lutita con abundante vegetación, fangos limosos ricos en materia orgánica. (Ver cuadro 4.5.1).

5.6.2. Tectónica

De acuerdo con las informaciones recopiladas el área de los Humedales del Bajo Yuna se ve afectada por dos fallas principales de carácter regional las cuales son la falla de Samaná Norte y falla Los Haitises Samaná Sur.

5.6.3. Geomorfología

El área de los Humedales del Bajo Yuna está conformada por tres unidades morfogenéticas, las cuales se dividen en morfogénesis fluvial (llanura de inundación, abanicos aluviales meandros y cauces abandonados), morfogénesis litoral (marisma baja y alta, manglar), morfogénesis endorreica (áreas pantanosas)

5.6.4. Área inundable

El área de los humedales del Bajo Yuna es considerada inundable debido a las características geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas de la misma. En el caso de las llanuras de inundación, las inundaciones se producen de forma más esporádica, pero afectando a áreas de mayor amplitud; más frecuentes son las que se registran en los cauces y meandros que albergan aquéllas, si bien se trata de áreas pequeñas.

Al momento de la realización de la encuesta se pudo constatar como es el comportamiento de la inundación de en la zona y como la población se ve afectada por la misma.

5.7. Mapa hidrogeológico

En cuanto a la pregunta ¿Cómo está mapeada la hidrogeología de los humedales del Bajo Yuna? se realizó un mapa hidrogeológico empalmando los cuatro esquemas hidrogeológicos de las hojas geológicas que abarcan el área de estudio. Este mapa detalla las características hidrogeológicas de la zona del humedal como la permeabilidad alta por porosidad intergranular (gravas, arenas y lutitas), permeabilidad media por porosidad intergranular (lutitas, gravas y limos), permeabilidad baja (lutitas).

5.7.5. Red hidrográfica

El Parque Nacional Manglares del Bajo Yuna presenta un extraordinario conjunto de corrientes fluviales que son consideradas como ramificaciones del río Yuna que conforman un estuario. En los manglares del Bajo Yuna se encuentran una gran

variedad de caños que forma este gran ecosistema acuático, entre ellos podemos citar: Caño Colorado, Caño Caimán, Caño Grande, Caño Barraquito, Caño la Ceja, Caño los Pinitos, Camú, Licey, Jima, Maguaca, Chacuey, Payabo y los Ríos Yuna y Barracote.

5.7.6. Unidad hidrogeológica

El análisis de la unidad hidrogeológica arroja que la zona de estudio se encuentra Sub-unidad Hidrogeológica del Bajo Yuna, la cual está conformada por cuatro unidades o agrupaciones hidrogeológicas:

1. Áreas pantanosas, áreas endorreicas y fondos de dolinas y poljes;
2. Llanura de inundación;
3. Abanico aluvial, fondo de valle y coluviones; y
4. Formaciones superficiales del holoceno.

CONCLUSIONES

Los análisis y la discusión de los resultados de esta investigación, han hecho posible llegar a las siguientes conclusiones:

- Se describió las características hidrogeológicas de los humedales del Bajo Yuna en función de los indicadores de litología, permeabilidad, porosidad y acuífero los cuales arrojaron los tipos de formaciones hidrogeológicas con que cuenta la zona, estas son de gran importancia debido a que proveen el servicio ambiental (abastecimiento de agua) más importante y demandado en la zona.
- Se reconoció como es el comportamiento de los componentes medioambientales (precipitación, temperatura y sequía) en función de los datos analizados de las estaciones meteorológicas de los años 2014 hasta octubre del 2016.
- Se identificó cuáles son los principales servicios y bienes ambientales que la población más utiliza de acuerdo a la alta gama de beneficios que estos les ofrecen entre estos están como bienes la agricultura, pesca y ganadería. Y como servicio abastecimiento del agua.
- Se empalmaron los cuatro esquemas geológicos e hidrogeológicos de las hojas geológicas que abarcan el área de estudio los cuales aportan información detallada de acuerdo a los aspectos fundamentales de litología, permeabilidad, porosidad entre otros.
- Se comprobó porque la zona del Bajo Yuna es vulnerable al proceso de inundación afectando zonas de gran potencial agrícola y a la población.

- La variable humedales organiza y detalla cómo es la tipología del humedal del Bajo Yuna, la población de flora y especies faunísticas existentes en el área.

RECOMENDACIONES

Terminada la investigación, analizados los resultados y plasmadas las conclusiones las autoras del presente documento hacen las recomendaciones siguientes a las entidades competentes: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Servicio Geológico Nacional, Instituto Agrario Dominicano, Ministerio de Agricultura, Universidad Tecnológica del Cibao Oriental, Instituto Nacional de Recursos Hídricos.

- Proponer el reconocimiento de la importancia del humedal y sus aportes al desarrollo del país y el bienestar humano, frente a las iniciativas de los proyectos de inversión.
- Crear planes de monitoreo ambiental en el área de los Humedales del Bajo Yuna.
- Realizar campañas de muestreo insitu y/o geoquímica del agua de los Humedales del Bajo Yuna.
- Elaborar un perfil hidrogeológico actual de los humedales del Bajo Yuna.
- Se les sugiere a las diferentes entidades y autoridades de cada provincia que están en contacto con el humedal incentivar la protección, cuidado y uso sostenible del mismo.
- Abarcar una serie de datos meteorológicos (precipitación, temperatura y sequia) e imágenes satelitales del área de los humedales de 25 a 30 años para poder reconocer la variación de los mismo.
- Impulsar y motivar investigaciones de carácter académico en esta zona para obtener un banco de datos actualizados con diferentes enfoques metodológicos.

REFERENCIAS

- A Report of the Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *LOS ECOSISTEMAS Y EL BIENESTAR HUMANO: HUMEDALES Y AGUA*. Washington, DC.
- CEBSE. (2012). *Plan de Conservación Parque Nacional Manglares del Bajo Yuna*. Santo Domingo de Guzmán.
- Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. (2007-2010). *Memoria Geológica a escala 1:50.000 Cotuí (6173-II)*.
- Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. (2007-2010). *Memoria Geológica a escala 1:50.000 La Jagua-Palmar Nuevo (6273-II)*. Santo Domingo.
- Delgado Peña, J., & Godoy Castillo, R. (2009). *Elaboración de Cartografía Física*. España.
- Domus Consultoria Ambiental. (2015). *EIA para la Perforación de Ocho Pozos Exploratorios y Programa de Adquisición Sísmica 3D en el Lote 76*. Lima.
- Eptisa. (2004). *Informe de la Unidad Hidrogeológica de Los Haitises*. Santo Domingo.
- Eptisa. (2004). *Informe de la Unidad Hidrogeológica del Valle del Cibao*. Santo Domingo.
- Escuela Superior Politécnica del Litoral . (2009). *Capítulo 3. Métodos de Pesca*.
- Fraume R., N. J. (2006). *Manual Abecedario Ecológico*. Colombia: San Pablo.
- García, Rodríguez, M., & Fernández, Escalante, A. (2009). *Hidrogeología Básica. Las Aguas Subterráneas y sus Flujos* (Vol. 3ra Edición).
- Gil Montes, J. (2016, Octubre 10). *Instituto de Ciencias de la Tierra*. Retrieved Octubre 10, 2016, from gea.ciens.ucv.ve: http://gea.ciens.ucv.ve/geoquimi/hidro/wp-content/uploads/2011/07/recursos.pdf

- Gobierno de Aragon. (s.f.). *Manual de Manipuladores de Abastecimientos de Aguas*. Aragon.
- Graña, R., & Páez, A. (2014). *Cómo Funciona Qué*. Retrieved from <http://comofuncionaque.com/que-es-el-ambiente/>
- Gutiérrez Elorza, M. (2008). *Geomorfología*. Madrid, España: PRENTICE HALL, PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Hernández, Sampieri, D., Fernández, Collado, D., & Baptista, Lucio, D. (2006). *Metodología de la Investigación*.
- IICA. (2014). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. *Memoria de los Foros Técnicos sobre servicios ecosistémicos en Uruguay*. Montevideo, Uruguay: Imprenta Boscana SR.
- INDRHI. (2010). *ACQ Asociados*. Retrieved from <http://www.acqweather.com/hidrologica.htm>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Documento Técnico Descriptivo de la Red Hidrográfica, Escala 1:50 000*. México.
- Kandus, P., Morandeira, N., & Schivo, F. (2010). *Bienes y Servicios Ecosistémicos de los Humedales del Delta del Paraná*. Buenos Aires.
- Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2002). *Investigación del Comportamiento*. Chile: McGraw-Hill.
- Life Sinergia. (2016, Octubre 10). *Proyecto Life Sinergia*. Retrieved Octubre 10, 2016, from http://www.lifesinergia.org/formacion/curso/03_impactos_ambientales_en_agr.pdf
- López Portillo, J., Vásquez Reyes, V., Gómez Aguilar, L., & Priego Santander, A. (2010). *Humedales*. Veracruz: Gobierno del Estado de Veracruz.

- López-Geta, J. A., Fornés Azcoiti, J. M., Ramos González, G., & Villarroja Gil, F. (2009). *Las aguas subterráneas*. España: INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA.
- Mateo Feliz, J. M., Santana, G., Peña, J., García, N., de los Santos, D., & Perdomo, O. (2009-2012). *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR)*. Santo Domingo.
- Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. (2014). *Inundaciones y Drenaje Urbano*. Uruguay.
- Museo Virtual, Geología. (2015, Septiembre 29). *www.geovirtual2.cl*. Retrieved from <http://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap00.htm>
- Ordoñez Gálvez, J. J. (2011). Cartilla Técnica: Aguas subterráneas-Acuíferos . *Foro Peruano para el Agua* (p. 11). Perú: Sociedad Geografica de Lima.
- Pérez Reyes, D. H. (n.d.). *Decreto NO. 233-96*. Santo Domingo: Editora Cromos, S.A. Retrieved Octubre 13, 2016
- Rodríguez Cepeda, E. L. (2011). *"PLAN DE MANEJO DE LOS HUMEDALES EXISTENTES EN LA COMUNIDAD: PICHAN - SAN ISIDRO - CHIMBORAZO"*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, RIOBAMBA - ECUADOR.
- Secretaria de Educación Publica. (2016, Noviembre 14). *La Gandería*. Retrieved from conevyt.org.mx:
http://conevyt.org.mx/colaboracion/colabora/objetivos/libros_pdf/mvl_u3lecc1.pdf
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2006). *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales* (Cuarta ed.). Gland, Suiza.

- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2007). El Manejo de las Aguas Subterráneas: Lineamientos para el Manejo de las Aguas Subterráneas a fin de mantener las Características Ecológicas de los Humedales. In Ramsar, *Manuales Ramsar para Uso Racional de los Humedales, 3ra Edición, vol. 9* . Gland, Suiza.
- Servicio Geológico Mexicano. (2013, Diciembre 2). www.sgm.gob.mx. Retrieved from http://www.sgm.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=85&Itemid=86
- Sociedad Geográfica de Lima. (2011). *Ciclo Hidrológico*. Lima.
- Tambutti, R., & Muñoz, H. (2005). *Introducción a la Física y a la Química*. D.F. Mexico.
- ten Brink, P., Russi, D., Farmer, A., Badura, T., Coates, D., Förster, J., . . . Davidson, N. (2013). *La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad Relativa al Agua y los Humedales*.
- Universidad de Salamanca. (2014). *Conceptos Fundamentales de Hidrogeología*. España.
- Universidad Nacional Autónoma de México . (2005). *Evaluación Hidrogeológica de Pozos a través de Registros Geofísicos* . México.
- Universidad Nacional de Cuyo. (2006). *Hidrología I Unidad 5: Las Precipitaciones*. Retrieved from <http://www.conosur-rirh.net/ADVF/documentos/hidro1.pdf>
- Universidad Politécnica de Cartagena. (2014). *Principales Humedales de la República Dominicana Vinculados a las Aguas Subterráneas y su Relación con el Bienestar Humano. Análisis del Estado y la Tendencia de los Servicios*.

Vélez Otálvaro, M. V. (1999). *Hidráulica de Aguas Subterráneas* (2da ed.). Medellín, Colombia.

ANEXOS

República Dominicana
Universidad Tecnológica del Cibao Oriental
Universidad estatal



Encuesta para ser aplicada a los habitantes involucrados en el área de estudio. Con el propósito de diagnosticar el estado actual de los Humedales del Bajo Yuna. Esta encuesta es anónima. No tienes que firmarlo, ni escribir ningún dato personal, ni identificarte en ninguna de sus hojas (a menos que desee hacerlo). ¡Muchas gracias!

Sección I Humedal

1. ¿Para usted que es un humedal?

2. ¿Tiene conocimiento usted del humedal del Bajo Yuna?

a) Si b) No

3. ¿En qué estado cree usted que se encuentra el humedal?

a) Bueno b) Regular c) Malo d) No sabe/No responde

4. ¿Cuál cree usted que es la causa de la contaminación del humedal?

a) Que las personas arrojen basura en el humedal.

b) Las industrias cercanas

c) Las construcciones que se realizan alrededor del humedal

d) La agricultura

5. ¿Dónde vierten sus desechos sólidos?

a) Pasa el camión a recogerla b) Vertederos improvisados

c) En el río d) Incineración

Sección II Bienes y Servicios ambientales

6. ¿Sabe usted si alguien está ayudando a la conservación del humedal?

a) Si b) No c) No sabe/No responde

7. ¿Cree usted que el humedal le hace bien a la comunidad?

- a) Si b) No

8. ¿De dónde viene el agua que utiliza para consumo?

- a) Humedal b) Rio c) Pozos d) Acueducto

9. ¿De qué forma usted se beneficia del humedal?

- a) Agricultura b) Pesca c) Uso directo del agua (consumo humano)

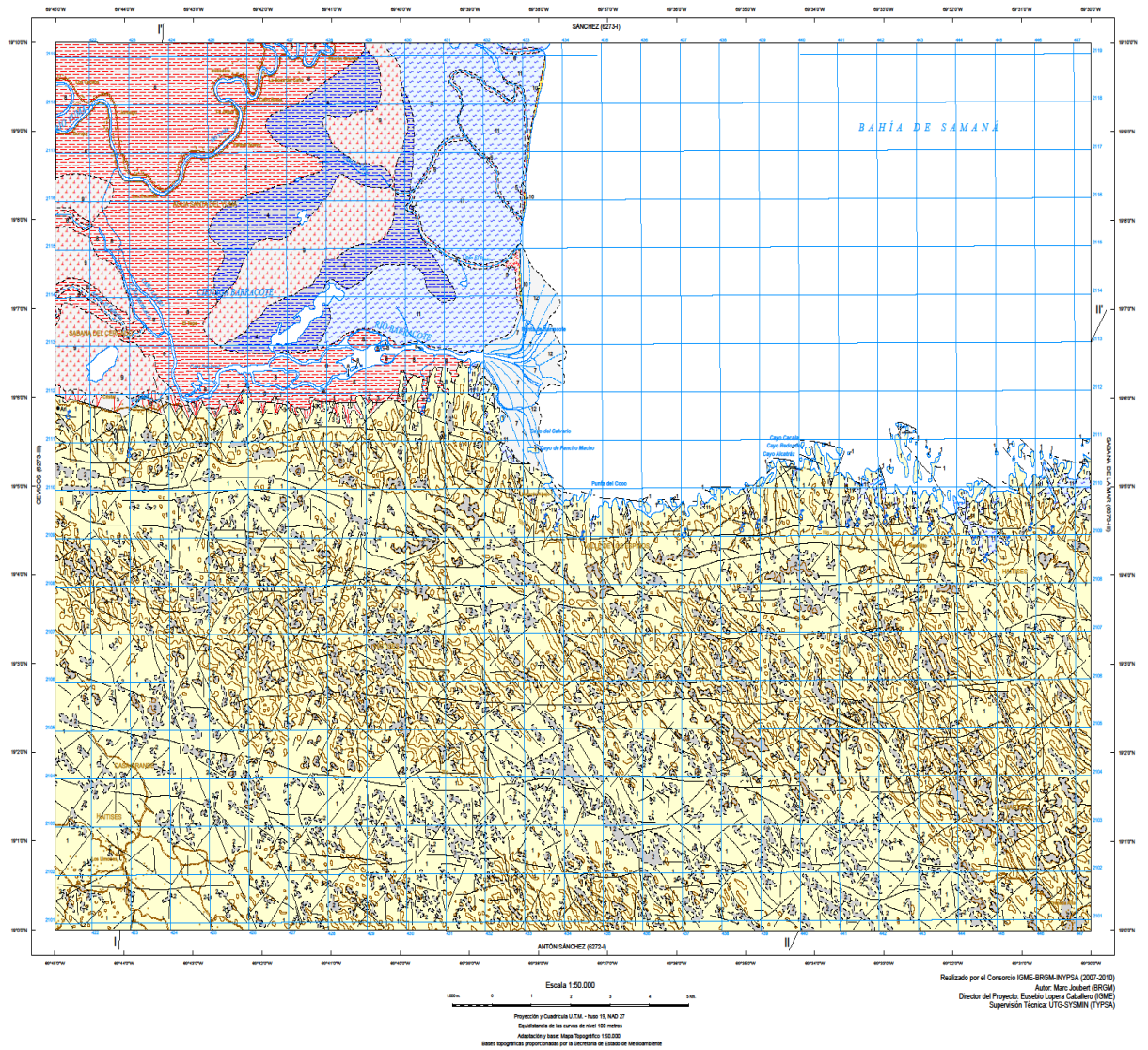
PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN

Actividad	Valor total
Recolección de datos	RD\$ 2,000.00
Transporte	RD\$ 8,500.00
Digitación y Encuadernación	RD\$ 30,000.00
Inscripción de Tesis	RD\$ 9,000.00
Viáticos y otros	RD\$ 4,000.00
Total	<u>RD\$ 53,500.00</u>

Cronograma de Trabajo de la Investigación

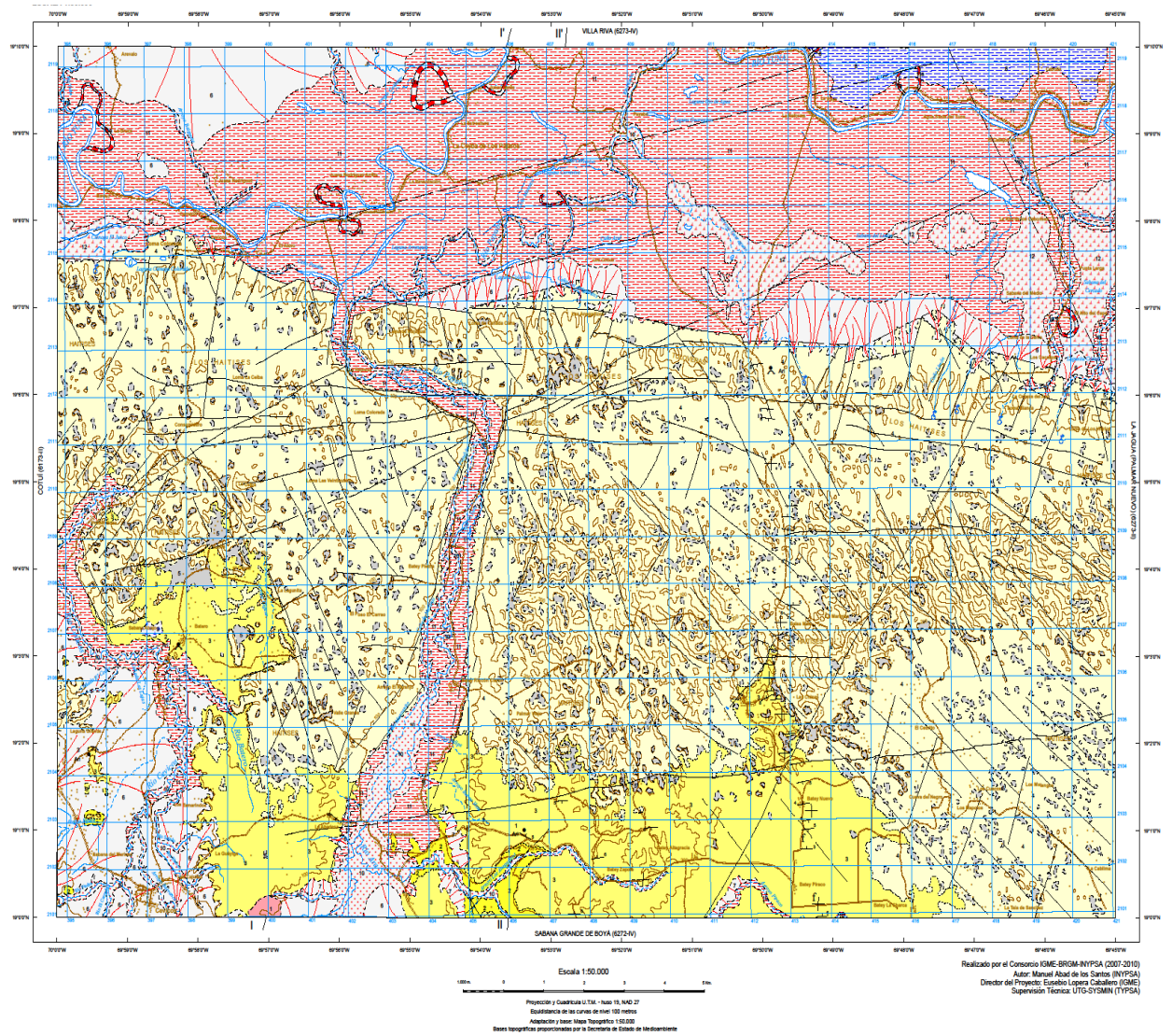
		Febrero del 2017					
	Componentes	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Anteproyecto	Introducción						
	Antecedentes						
	Planteamiento y descripción del problema						
	Justificación						
	Objetivos						
	Alcance y límite						
	Definición de términos						
	Marco contextual						
	Revisión de Literatura						
	Metodología						
	Referencias						
	Anexos						
	Entrega a la Facultad						
	Evaluación Jurado Evaluador						
	Retroalimentación						
Informe Final	Aplicación de la Metodología						
	Análisis de Datos						
	Redacción del primer borrador						
	Entrega a la Facultad						
	Inscripción del Título en Registro						
	Lectura del Jurado Evaluador						
	Examen del Jurado Evaluador						
	Retroalimentación						
	Entrega empastado						

Anexo 1. Mapa Geológico La Jagua



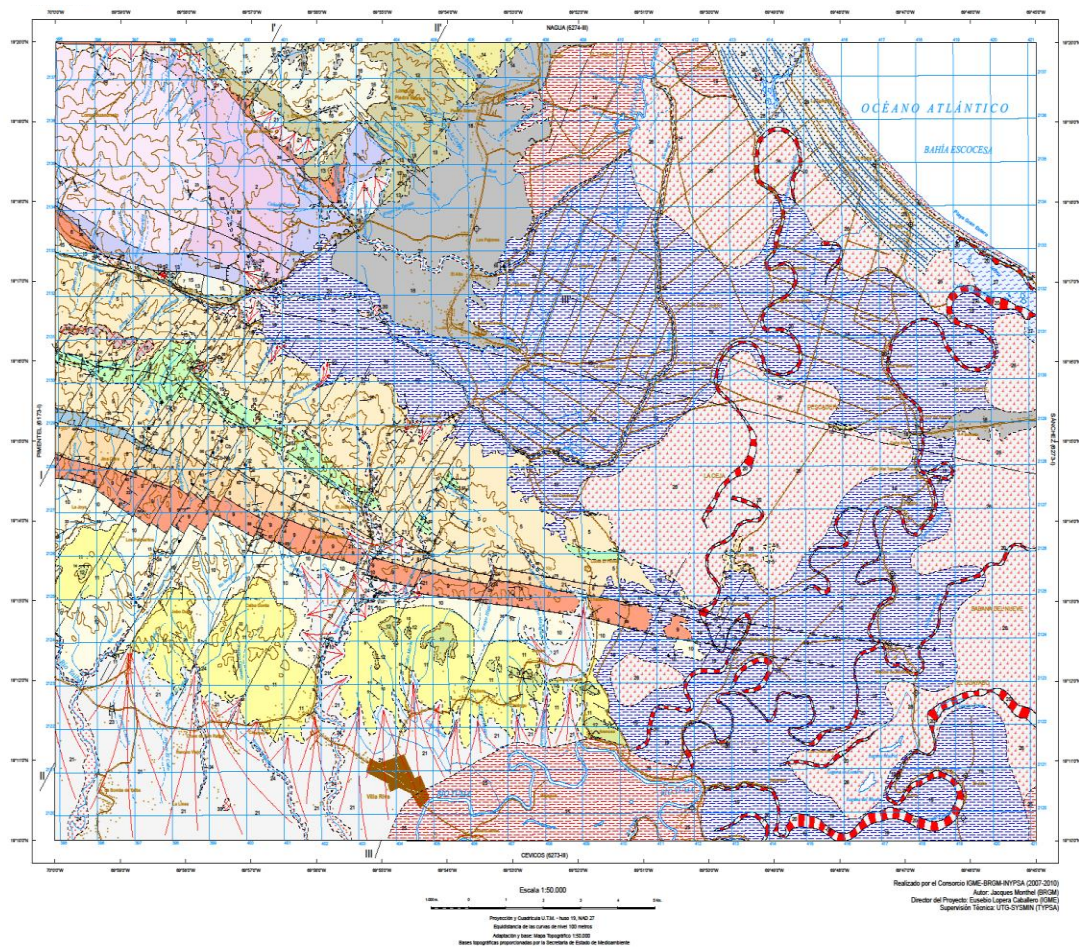
Fuente: Servicio Geológico Nacional.

Anexo 2. Mapa Geológico Cevicos



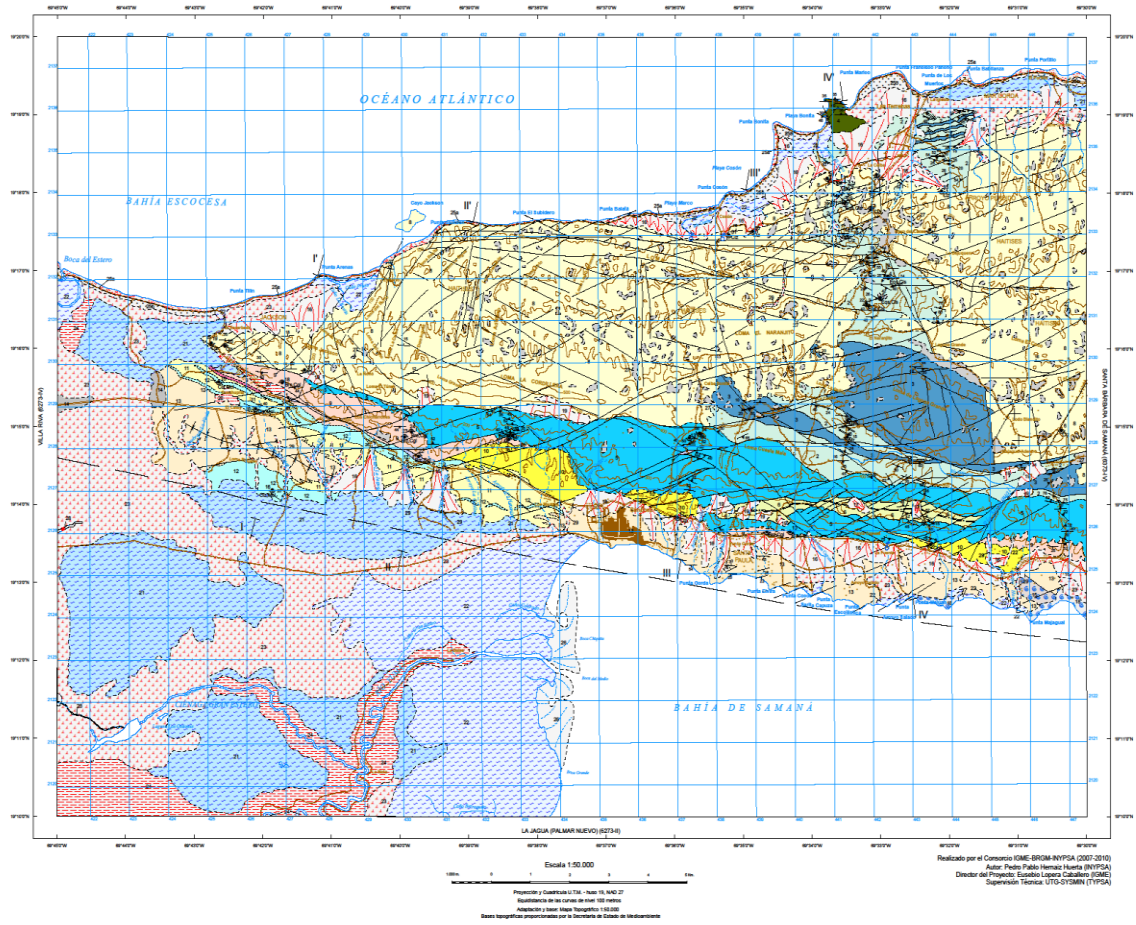
Fuente: Servicio Geológico Nacional.

Anexo 3. Mapa Geológico Villa Riva



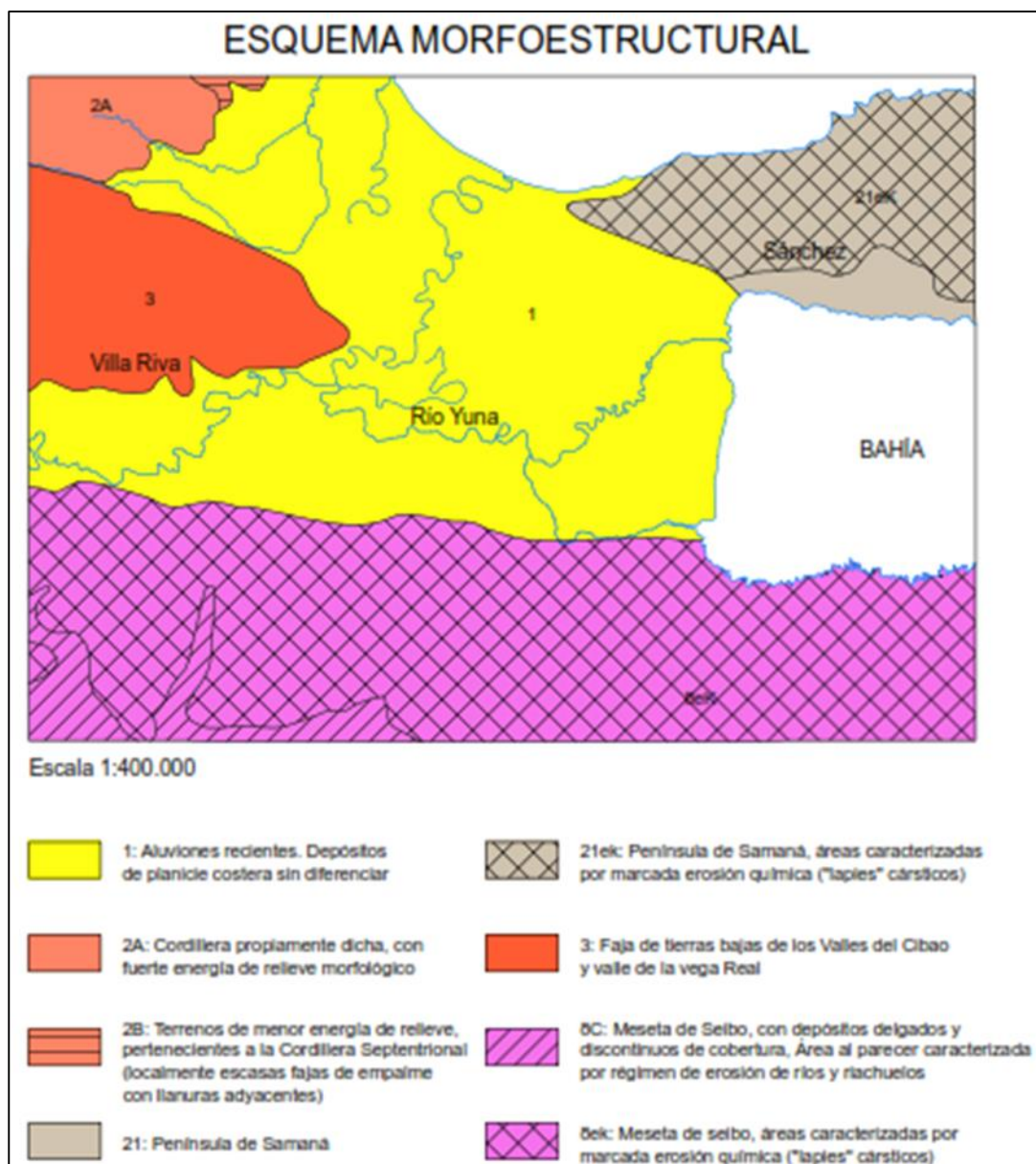
Fuente: Servicio Geológico Nacional.

Anexo 4. Mapa Geológico Sánchez



Fuente: Servicio Geológico Nacional.

Anexo 5.



Anexo 6.

