

UNIVERSIDAD NACIONAL
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
POSGRADO EN GEOGRAFÍA

PROGRAMA MAESTRÍA PROFESIONAL EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICAS Y TELEDETECCIÓN

**ZONIFICACIÓN DE LAS ÁREAS PROPENSAS A INCIDENTES POR ATAQUES
DE *CROCODYLUS ACUTUS* EN EL PACÍFICO CENTRAL DE COSTA RICA
UTILIZANDO UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO**

Trabajo Final de Graduación sometido a la Comisión del Programa de Estudios de
Posgrado para optar por el grado de Magíster en Sistemas de Información Geográfica y
Teledetección

Luis Fernando Sandoval Murillo

Campus Omar Dengo, Heredia
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Montes de Oca

Noviembre del 2017

Dedicatoria

A mí Madre y Hermanas por su apoyo incondicional.

*Aunque mi Padre hoy no está, vive por siempre en mis memorias y habita en mis recuerdos.
Sus enseñanzas me ayudan a enfrentar la vida, gracias Padre por haber existido.*

(Anónimo)

Agradecimientos

Un agradecimiento especial al Dr. Carlos Morera Beita en el apoyo y dirección de la presente investigación.

Al M.Sc. Iván Sandoval Hernández de la Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional, por la dedicación y el tiempo en la lectura y revisión del texto de la investigación.

Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por la Comité de Gestión Interinstitucional del Programa (CI) de Maestría en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección UNA-UCR en la Universidad Nacional de Costa Rica, como requisito para optar por el grado de Magíster en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección.

M.Sc. Luis Francisco Rodríguez Soto
Coordinador

Programa de Maestría en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección
Universidad Nacional

Dr. Rafael Arce Mesén
Coordinador

Programa de Maestría en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección
Universidad de Costa Rica

Master. Marvin Alfaro Sánchez
Profesor responsable

Dr. Carlos Morera Beita
Tutor

M.Sc. *Iván Sandoval Hernández*
Lector o Asesor

Luis Fernando Sandoval Murillo
Sustentante

ÍNDICE GENERAL

1 CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
i. Introducción al tema	1
ii. Objetivo General.....	3
ii.i Objetivos Específicos	3
iii. Planteamiento del problema	4
iv. Justificación	5
2 CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	7
2.1 Evaluación del hábitat y distribución del cocodrilo.	9
2.2 Alteración y pérdida del hábitat.....	11
2.3 Desarrollo de actividades antrópicas en el hábitat del cocodrilo americano	13
2.4 Interacción entre seres humanos y el cocodrilo.	14
2.5 Los Sistemas de Información Geográfica.....	15
2.6 Aplicaciones de los SIG en la evaluación del ambiente (hábitat).	18
3 CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	19
3.1. Tipo de investigación.....	21
3.2 Delimitación espacial	21
3.3. Variables definición y su instrumentalización.....	24
3.3.1 Variable: Evaluación del hábitat y distribución del <i>Crocodylus acutus</i>	24
3.3.1.1 Definición Conceptual:	24
3.3.1.2 Instrumentalización:.....	24
3.3.1.2.1 Altitud.....	24
3.3.1.2.2 Red de drenaje	25
3.3.1.2.3 Delimitación de áreas de manglar, ríos anchos y desembocadura de los ríos .	26

3.4. Variable: condiciones socio – ambientales relacionadas a la Alteración y pérdida del hábitat ²⁷	
3.4.1. Definición Conceptual:	27
3.4.2 Instrumentalización:.....	27
3.4.2.1 Cobertura de uso de la tierra	27
3.4.2.2 Densidad de red de caminos.....	30
3.4.2.3 Distancia de los centros poblados.	30
3.5.1 Registro de incidentes con cocodrilos.	31
3.6 Variable: Modelo espacial asociado al hábitat potencial para la identificación de las zonas más vulnerables a ataques de <i>Crocodylus acutus</i>	31
3.6.1 Definición Conceptual:	31
3.6.2 Instrumentalización:.....	31
3.6.2.1. Clasificación de variables para la determinación del hábitat del cocodrilo	32
3.6.2.1.1. Clasificación de la variable elevación	32
3.6.2.1.2. Clasificación variable red de drenaje.....	33
3.6.2.1.3. Clasificación para las categorías de uso	33
3.6.2.1.4. Agrupación de variable y clasificación del hábitat potencial	34
3.6.2.2. Clasificación de variables para la determinación de la alteración y pérdida del hábitat	35
3.6.2.2.1 Densidad de vías.....	35
3.6.2.2.2 Densidad de poblados y cantidad de población por distrito	35
3.6.2.3. Clasificación de variables para la determinación de las zonas de interacción entre el cocodrilo y el ser humano	37
4 CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1. Variables físico - geográficas para la evaluación y determinación del hábitat potencial del cocodrilo	38

4.1.1.	Distribución del cocodrilo de acuerdo con la densidad de la red drenaje	38
4.1.2.	Distribución del cocodrilo según las características de la topografía y las áreas de influencia a inundaciones.....	42
4.1.3.	Distribución del cocodrilo de acuerdo con el uso de la tierra.	47
4.1.4.	Hábitats Potencial de <i>Crocodylus acutus</i>	49
4.2.	Variables socio – ambientales para la evaluación y determinación de la alteración y perdida del habitat del cocodrilo.....	52
4.2.1.	Crecimiento de la población y la expansión de asentamientos.	52
4.2.2.	Alteración del hábitat por cercanía de actividades producto del desarrollo de vías de comunicación y densidad de poblados	56
4.2.3.	Cobertura de uso de la tierra y fragmentación del hábitat del cocodrilo por el desarrollo de las actividades antrópicas en las dinámicas de uso de la tierra	62
4.2.3.1.	Cobertura de uso de la tierra Pacífico Central 2000 - 2015.....	62
4.2.3.2.	Hábitat potencial del cocodrilo americano y relación con los cambios de uso de la tierra entre el año 2000 y 2015.	67
4.2.3.3.	Probabilidad de cambio de uso de la tierra para el año 2030 con base en la tendencia pasada (2000 - 2015).....	70
4.1.1.1.	Fragmentación del hábitat potencial alto del cocodrilo	71
4.2.3.4.	Alteración del hábitat potencial de <i>Crocodylus acutus</i>	74
4.2.3.5.	Interacciones entre seres humanos y el <i>Crocodylus acutus</i>	77
4.3.	Modelo espacial para la identificación de las zonas de interacción entre el ser humano y el <i>cocodrilo</i> utilizando un Sistema de Información Geográfica en el área de estudio.	82
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES.....		88
CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES		90
CAPÍTULO 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		92
ANEXO.....		100

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Definición de las categorías de uso de la tierra.....	28
Cuadro 2. Matriz de combinación de las coberturas de uso de la tierra	29
Cuadro 3. Clasificación del MDE.....	33
Cuadro 4 Clasificación de la densidad de drenaje por km ² e inundación.....	33
Cuadro 5. Clasificación para las categorías de uso.....	34
Cuadro 6 categorías para la selección del hábitat potencial del <i>cocodrilo acutus</i>	34
Cuadro 7. Clasificación densidad de vías por km ²	35
Cuadro 8. Clasificación densidad de poblados por km.....	35
Cuadro 9. Clasificación cantidad de población por distrito	36
Cuadro 10 categorías para la selección de la alteración del hábitat del <i>cocodrilo acutus</i> ...	36
Cuadro 11 Normalización del hábitat potencial y alteración del hábitat	37
Cuadro 12. Zonas de interacción entre el cocodrilo acutus y el ser humano.....	37
Cuadro 13 Clasificación de la densidad de drenaje por km ²	39
Cuadro 14. Reporte de avistamiento y atención de cocodrilos según reportes del 911.....	42
Cuadro 15. Región Pacífico Central, Clasificación del hábitat potencial y superficie	49
Cuadro 16. Región Pacífico Central: Población total, según cantón. 2011	52
Cuadro 17. Probabilidad de cambio de uso de la tierra para el año 2030 con base en la tendencia pasada (2000 - 2015)	70
Cuadro 18. Alteración del hábitat potencial del <i>Crocodylus acutus</i>	75
Cuadro 20. Poblados ubicados en las zonas de alta interacción en el hábitat potencial del <i>Crocodylus acutus</i>	85

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Pacífico Central: Longitud de la red de drenaje según densidad por km ²	40
Gráfico 2. Pacífico Central: Clasificación de Pendiente en porcentaje.....	43
Gráfico 3. Pacífico Central: Hábitat del cocodrilo en relación al tipo de cobertura de uso de la tierra	47
Gráfico 4. Pacífico Central: Crecimiento de la población y casos atendidos por Bomberos	54
Gráfico 5. Pacífico Central: Longitud en km según tipo de vías	57
Gráfico 6. Pacífico Central: Central, Densidad de Poblados por km ²	59
Gráfico 7. Pacífico Central: Cobertura de Uso de la Tierra años 2000 – 2015.....	63
Gráfico 8. Pacífico Central: Cambios de uso de la tierra entre los años 2000 - 2015 en el hábitat potencial del <i>Crocodylus acutus</i>	68
Gráfico 9. Pacífico Central: Área y número de fragmentos, año 2000 y año 2015.....	72
Gráfico 10. Pacífico Central: Desviación estándar y tamaño medio, 2000 y 2015	73
Gráfico 11. Pacífico Central: Cantidad de casos atendido según alteración del hábitat por la presencia de actividades humanas.....	80
Gráfico 12. Pacífico Central: Zonas de interacción entre el ser humano y el <i>Crocodylus acutus</i>	83
Gráfico 13 Pacífico Central: Cantidad de casos atendidos según zona de interacción	84

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación área de estudio, Pacífico Central	23
Mapa 2. Densidad de la red de drenaje por km ² , Pacífico Central	41
Mapa 3 Clasificación de Pendientes y Áreas de Influencia a Inundaciones, Pacífico Central	45
Mapa 4. Modelo Digital de elevaciones (msnm), Pacífico Central	46
Mapa 5. Distribución del <i>Crocodylus acutus</i> de acuerdo con el uso de la tierra, Pacífico Central.....	48
Mapa 6. Hábitats Potencial del <i>Crocodylus acutus</i> , Pacífico Central	51
Mapa 7. Proyección de la Población para el año 2025, Pacífico Central	55
Mapa 8. Densidad de Carreteras por km ² , Pacífico Central	60
Mapa 9. Densidad de Poblados por km ² , Pacífico Central	61
Mapa 10. Cobertura de uso de la tierra año 2000, Pacífico Central	65
Mapa 11. Cobertura de uso de la tierra año 2015, Pacífico Central	66
Mapa 12. Cambios de uso de la tierra entre los años 2000 - 2015 en el hábitat potencial, Pacífico Central.....	69
Mapa 13. Alteración del hábitat del <i>Crocodylus acutus</i> , Pacífico Central	76
Mapa 14. Sectores con mayor cantidad de atención de casos con el <i>Crocodylus acutus</i> , Pacífico Central.....	81
Mapa 15. Zonas de interacción entre el hábitat potencial y alteraciones por actividades humanas, Pacífico Central	86
Mapa 16. Zonas de interacción en el hábitat potencial del <i>Crocodylus acutus</i> , Pacífico Central	87

LISTA DE ABREVIATURAS

AEC-CR: Asociación de Especialistas en Cocodrilos de Costa Rica

CrocBITE : Worldwide Crocodilian Attack Database

CNE: Comisión Nacional de Emergencias

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

IMN: Instituto Meteorológico Nacional

MINAET: Ministerio de Ambiente y Energía

MDE: Modelo digital de elevación

MIDEPLAN: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica

SIG: Sistemas de Información Geográfica

SINAC: Sistema Nacional de Áreas de Conservación

Resumen

En los últimos años, la incidencia de ataques por cocodrilos en el país se incrementó, lo cual está asociado con el desarrollo de las actividades humanas en áreas consideradas como óptimas para el hábitat potencial de esta especie. Dado lo anterior la presente investigación plantea la identificación de zonas de interacción entre el cocodrilo y el ser humano a partir de la integración de variables espaciales por medio de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se realizó una recopilación teórica para la identificación de las variables físico – geográficas que integran el hábitat del cocodrilo (pendiente, red de drenaje, áreas de inundación, coberturas de uso de la tierra), así como las variables socio – ambientales que interactúan en la alteración y la pérdida del hábitat de la especie (Cantidad de poblados, densidad de población, densidad de caminos, y coberturas de uso de la tierra).

Conjuntamente, se muestra a partir de los resultados obtenidos el grado de fragmentación del hábitat potencial del *Crocodylus acutus* y la tendencia de cambios en la cobertura de uso de la tierra a futuro en coberturas relacionadas directamente con la especie. Además la atención de casos por parte del cuerpo de bomberos, determinó que la mayoría de incidentes corresponde a zonas con una alta interacción, donde se realizan una amplia variedad de actividades antrópicas.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

i. Introducción al tema

El cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) se distribuye en ambas costas del continente Americano desde el sur de México, hasta el norte de Suramérica. En Costa Rica se reportan habitando ríos, lagos, pantanos, esteros, manglares y el mar muy cercano a las costas en elevaciones menores a los 700 msnm (Bolaños et al 1995). El Pacífico Central, agrupa una de las mayores poblaciones de *C. acutus*, influenciado por una densa red de drenaje, con la presencia de 16 cuencas hidrográficas de las 34 de mayor importancia que tiene el País, tales como: Bongo, Lagarto, Guacimal, Aranjuez, Barranca, Jesús María, Grande de Tárcoles, Tusubres, Parrita, Damas, Naranjo, Savegre y Barú.

Durante la década de los 60 en Costa Rica, la intensa cacería generó que la especie fuera categorizada por la legislación nacional e internacional como una especie en peligro de extinción, medida que influyó en una progresiva recuperación de esta especie. Lo anterior ha generado un aumento de interacciones entre los seres humanos y la especie, debido a la invasión y alteración del hábitat natural, por la expansión de los asentamientos urbanos en parte vinculados al crecimiento de la población humana.

Posteriormente, a inicios de la década de los 90, se observa una mayor presencia de cocodrilos, así como ataques hacia los seres humanos en los ríos Bebedero, Cañas, Tempisque y algunos ríos del Pacífico Central, estos incidentes asociados a la relación directa entre los seres humanos y el cocodrilo producto de la invasión de su hábitat, (Bolaños, 2012). Relaciones que persisten en la actualidad producto del amplio desarrollo de actividades antrópicas como las vías de comunicación (densidad en km²), crecimiento de la población asociado a la expansión residencial concentrada y dispersa, actividades agropecuarias (cultivos - pasto) y la cantidad de centros poblados por km², ha generado la alteración del medio natural afectando el hábitat de especies y potencializando la interacción con el ser humano.

No obstante, a lo anterior se presenta una ausencia de estudios vinculados al análisis del paisaje de las áreas que habita el *Crocodylus acutus*, donde se incluya el grado de alteración

al que se ha visto sometido su hábitat por la expansión de las actividades humanas, tampoco se han desarrollado investigaciones que identifiquen las comunidades humanas locales que desarrollan sus actividades cotidianas cerca de las áreas que habitualmente habita el *Crocodylus acutus*, (Sandoval y Duran, 2015). Esta condición se ha transformado en un aspecto fundamental a resolver en la actualidad en el país.

Considerando esta problemática, la presente investigación tiene como objetivo, establecer una zonificación de las áreas propensas a incidentes por ataques de *Crocodylus acutus* en el Pacífico Central de Costa Rica para la identificación del nivel de amenaza, a partir de un Sistema de Información Geográfica. Se valoran aspectos físico – geográficos, características del hábitat del *Crocodylus acutus*, así como las condiciones socio – ambientales relacionadas a la alteración de su hábitat y el nivel de exposición de los seres humanos a la presencia de esta especie.

Lo anterior, abordado desde la geografía, la cual como ciencia tiene como objeto de estudio el espacio y las relaciones sociedad – naturaleza, proporcionando elementos y variables concretas para aportar a resolver los problemas socio-ambientales, apoyado en técnicas como los Sistemas de Información Geográfica y los Sensores Remotos, facilitando el modelaje de variables espaciales.

ii. Objetivo General

- Establecer una zonificación de las áreas propensas a incidentes por ataques de *Crocodylus acutus* para la identificación del nivel de amenaza hacia las actividades humanas en el Pacífico Central de Costa Rica.

ii.i Objetivos Específicos

- Caracterizar las variables físico – geográficas para la evaluación del hábitat potencial del *Crocodylus acutus* en el área de estudio.
- Definir las condiciones socio – ambientales relacionadas a la alteración del hábitat por actividades humanas que incrementan la amenaza por ataque de *Crocodylus acutus* en el área de estudio.
- Proponer un modelo espacial para la identificación de las zonas de interacción entre el ser humano y el *Crocodylus acutus* utilizando un Sistema de Información Geográfica en el área de estudio.

iii. Planteamiento del problema

La distribución del cocodrilo americano a nivel global, está centrada en muchas regiones de las zonas tropicales, así como área con climas templados, a nivel de América esta especie se encuentra ampliamente distribuida desde el estado de la Florida, (Estados Unidos), México, Centro América, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y en el Caribe en; Jamaica, Cuba hasta República Dominicana (Alvarado, 2005). A pesar de su amplia distribución, sus poblaciones, en el pasado, han presentado una disminución asociado principalmente a la pérdida de sus hábitats, por los cambios en la cobertura de uso de la tierra influenciado por la ocupación humana (Hernández; 2007).

Según Sánchez (2001a), la alteración y pérdida del hábitat vinculada a la inclusión o traslape de las actividades humanas como el avance inmobiliario, pastoreo, cultivos, comerciales y turísticas, aunado a la caza indiscriminada y destrucción de su habitat, conllevo a que la especie fuera declarada en la categoría de peligro de extinción y que se incluyera en tratados internacionales de protección de Especies Silvestres. La implementación de leyes que prohibieron la caza y comercialización, con el apoyo gubernamental así como privado Organización no Gubernamental (ONG's) para la conservación de los *Crocodylus acutus*, estas normativas permitieron la recuperación de algunas poblaciones. En Costa Rica, posterior a la década de los 60's, al ser incluido en los tratados internacionales de protección de especies silvestres y amparada en la declaratoria en peligro de extinción de la Ley de conservación de vida silvestre N° 7317, se reduce la caza lo cual permite la especie, acción que generó el aumento de su población, (Sandoval y Bolaños, en prensa).

La legislación implementada afectó de forma positiva la recuperación de las poblaciones de cocodrilos, propiciando su protección y además la posterior recolonización de sus antiguos habitats de distribución natural. De acuerdo a Martinez et al (2011), la recuperación de la especie aporta beneficios ecológicos a los ecosistemas en que habitan por las diferentes actividades de mantenimiento, control de plagas y recuperación que realizan dentro del mismo.

De esta manera, en el país se han encontrado abundancias relativa por km² de 9 cocodrilos en los ríos Tempisque, 5 en el Tárcoles y 5 en el Térraba-Sierpe, asimismo se han observado en sitios donde normalmente no se les encontraba. Sin embargo, no existe un censo de la cantidad de individuos por hábitat, por lo cual es erróneo referirse a una sobrepoblación de la especie, (Estado de la Nación, 2008).

La recolonización de sus antiguos habitats, acompañado de la ausencia de mapas de zonificación que impliquen restricciones o regulaciones para las actividades antrópicas, conllevo al aumento de incidentes entre poblaciones humanas y cocodrilos, potencializados por factores como el cambio en la cobertura de uso de la tierra vinculados a la invasión del habitat natural de este reptil, al uso de las áreas de protección de ríos y quebradas. Estas actividades han generado deterioro y reducción de sus principales fuentes de alimento, así como la disminución de los caudales de los ríos en la época seca o por la presencia de fenómenos climáticos que alteran su entorno natural, propiciando mayores interacciones entre humano-cocodrilo, (García y Buenrostro, 2015).

Con lo expuesto anteriormente, se establece como formulación del problema la siguiente pregunta:

¿Cuáles son las variables físico-geográficas del habitat potencial del *Crocodylus acutus* y condiciones socio – ambientales que caracterizan las áreas más propensas a la ocurrencia de ataques de esta especie a los seres humanos?

iv. Justificación

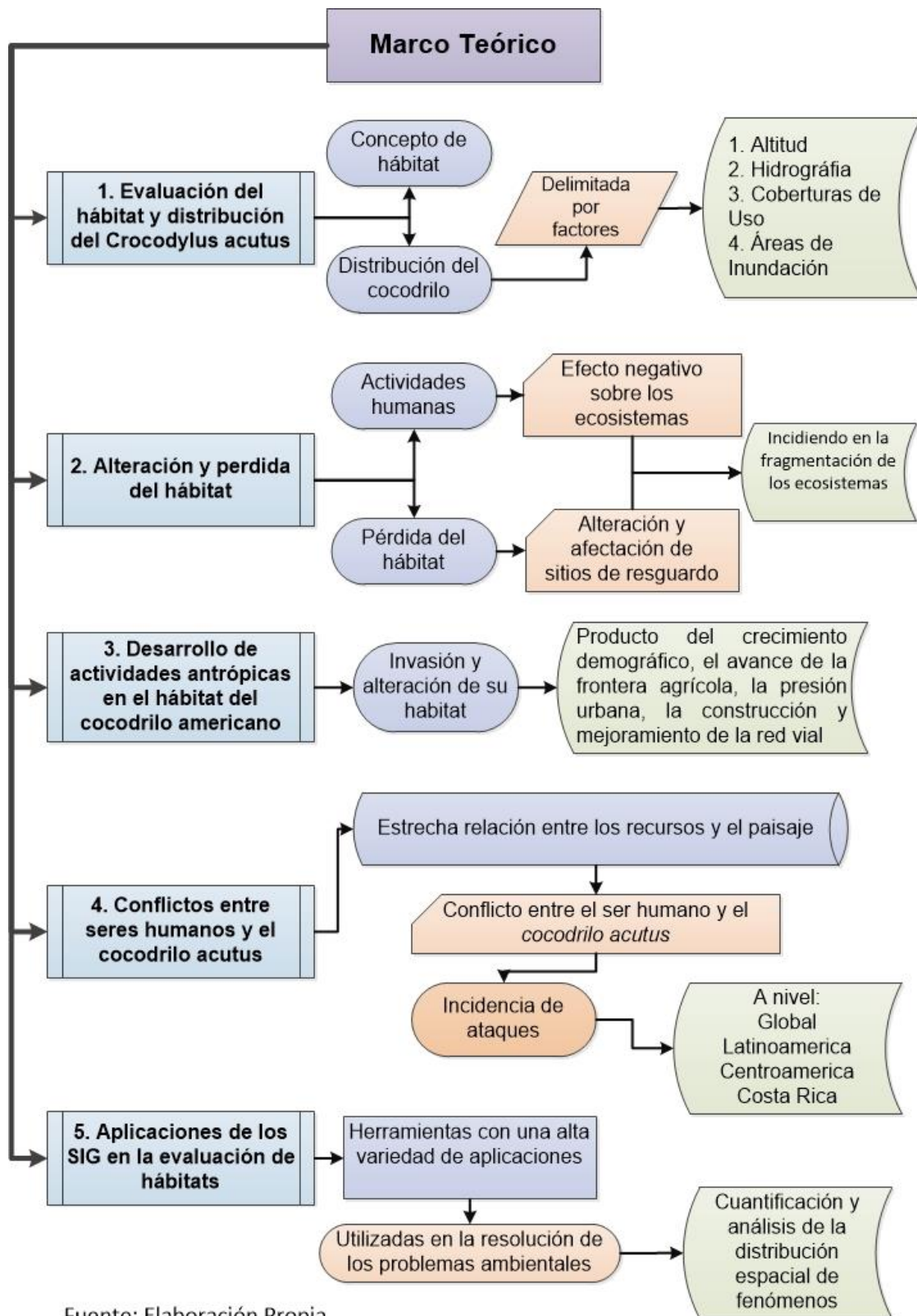
El interés de realizar el presente estudio se sustenta en el aumento de ataques de cocodrilos a humanos en los últimos años, mismos que se han potencializado por la alteración e invasión de su hábitat natural, vinculado al desarrollo de las actividades humanas, así como la dinámica turística del área, que es de las más visitadas del país. Relación que puede ser modelada usando Sistemas de Información Geográfica (SIG), relacionando variables propias que integran el habitat potencial del *Crocodylus acutus* y las actividades humanas que generan la alteración de su entorno natural con la finalidad de identificar de las áreas más propensas a la ocurrencia de ataques.

Esta representación espacial, contribuirá al beneficio de diferentes grupos sociales que desarrollan una amplia gama de actividades agro-pastoriles, asentamientos urbanos y turísticos, así como la implementación de infraestructura vial y urbana, dentro del hábitat del *cocodrilo americano*. Contar con la identificación de áreas susceptibles a incidentes se convierte en una necesidad como información base para la toma de decisiones, esto con el fin de reducir el número de interacciones entre ambas especies en el Pacífico Central de Costa Rica. Adicionalmente la disposición de un mapa de zonificación, donde se identifique los sectores con mayor grado de riesgo a un ataque contribuirá y beneficiará a la población que habita en las cercanías donde se localiza el *Crocodylus acutus* en sus actividades cotidianas, así como a población turística que visita el área de estudio.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

En este apartado se realiza la recopilación de diversas fuentes bibliográficas relacionadas con el hábitat del cocodrilo, donde se abordó la definición del entorno natural donde habita la especie, seguido de las características que influyen en su distribución espacial. Así como la alteración de los ecosistemas producto del aumento de las actividades humanas, acciones que derivan en una mayor interacción hacia la población humana y finalmente se establece la importancia y aplicación de los SIG en este tipo de estudios (Figura N°1).

Figura 1. Estructura del marco teórico sobre zonificación del hábitat del *Crocodylus acutus*



2.1 Evaluación del hábitat y distribución del cocodrilo.

El concepto de hábitat es concebido como el espacio que reúne las características físicas y biológicas, adecuadas para la sustentar la vida de las especies y sus ciclos reproductivos, el cual es único y diferenciado para cada especie, mismo que depende de la preferencia de los organismos a características particulares de su entorno, así como ser compartido por una o varias especies, y es determinada por cierta uniformidad de las condiciones bióticas y abióticas presentes en el ecosistema (Delfín *et all*, 2009).

De acuerdo a Martínez (2015), las condiciones bióticas y abióticas forman parte de un sistema, donde cada término está relacionada entre sí conformando una única región geofísica, la cual pertenece a una unidad paisajística. En la que Forman y Godron (1981) definen el paisaje como un área terrestre heterogénea compuesta por un conjunto de ecosistemas interactivos que se repiten en forma similar, a lo largo de un área dada. Posteriormente Troll (2010) establece que los paisajes naturales, se trata de la relación entre los seres vivos, las biozonas correspondientes, y su unión funcional con los factores físico-químicos en un determinado hábitat.

La distribución de *C. acutus* está limitada por factores abióticos tales como la altitud, la hidrografía, manglares, áreas de inundación y por factores bióticos, principalmente por la disponibilidad de alimento (Orozco 2015). Está presente en una amplia diversidad de hábitat, los más frecuentes son las áreas costero de aguas salobres o saladas, como secciones estuarios de ríos; lagunas costeras y ciénagas de manglar, asimismo se encuentran poblaciones en áreas de agua dulce alejadas de la costa como lagos, ríos y represas, Álvarez (1974). Por otra parte, Bolaños (2002a), menciona que la distribución del cocodrilo se extiende desde la línea costera hacia adentro en el territorio, es posible hallar a la especie hasta aproximadamente en altitudes de los 700 m.s.n.m., después de esta elevación la temperatura y la topografía, limitan su avance; también repelidos por un urbanismo más agresivo y un aumento en la cantidad de encuentros con el ser humano.

Según Bolaños (2002b p2-3):

“El cocodrilo habita los ríos caudalosos y lagunas costeras grandes, manglares y cursos de agua como canales de riego de gran envergadura. Prefiere sitios en donde le sea posible avistar con ventaja a quien se le aproxime, y especialmente lugares de acceso limitado, que provean la manera de evadir encuentros indeseados con suficiente anticipación. Esto no impide que pueda también encontrarse en cursos de agua de poco caudal, en aguas tranquilas y de poca profundidad. Tolerante como es a la salinidad, se le puede encontrar también en mar abierto y es común avistarlo en playas y manglares, pues gusta del agua salobre y del hábitat que sucede en los estuarios costeros en donde las mareas afectan a las aguas dulces de los ríos.”

Los cocodrilos se caracterizan por poseer una excelente tolerancia al agua salada, debido a pequeñas glándulas en cada una de sus escamas, que les permiten deshacerse de los excesos de sal (Motte, 1994). De acuerdo a Savage (2002), estas escamas estarán más desarrolladas en animales de mayor talla, por lo que los animales grandes (más de 2.00 metros) son los que normalmente habitan la boca de los ríos e incursionan en el mar, su hábitat preferido lo constituyen los ríos anchos y caudalosos, aunque no exclusivamente, los manglares, zonas estuarinas, y lagunas con poca vegetación asociada y con suficientes bancos de arena/tierra para asolearse y hacer sus nidos (COMACROM, 1999).

Su distribución se encuentra influenciada por elementos como la altitud, la hidrografía, el tipo de cobertura, la presencia de áreas de inundación y de acuerdo con Bolaños, Sánchez y Piedra (1995) son condiciones que delimitan su hábitat a sectores específicos, abarcando principalmente áreas de manglar, ríos anchos y caudalosos. Condiciones que prevalecen en ríos como: Cañas, zona alta del río Tempisque, en el Pacífico Central se le reporta en el río Grande de Tárcos y en el Jesús María; en el río Grande de Térraba, el Sierpe y el Coto en el Pacífico sur.

Estudios realizados en el río Tempisque consideran el hábitat del cocodrilo en relación al uso de la tierra (manglares, bosques, cuerpos de agua, presencia playones), a la altitud (menor a los 700 msnm, que es el límite de distribución del cocodrilo en Costa Rica). Adicionalmente la distribución y densidad de los individuos puede verse afectada por los patrones de migración o dispersión que efectúan, principalmente durante la época de apareamientos comprendida entre a nivel general de agosto a diciembre, meses que se catalogan como los más peligrosos,

ya que los machos dominantes desplazan a los machos subordinados a hábitats de baja calidad (sitios sin hembras, con baja cobertura boscosa, con cercanía a poblados, zonas de ríos angostos, contaminadas), llegando estos animales a áreas donde normalmente no se encuentran fuera de la época reproductiva.

Esta situación mencionada anteriormente, potencia la interacción entre los seres humanos y la especie (Sandoval, 2016). Durante la época lluviosa comprendida entre mayo a noviembre, los cocodrilos tienden a distribuirse aleatoriamente por cuerpos de agua que se forman durante fuertes precipitaciones y posteriormente durante la época seca tienden a localizarse en los cauces principales de ríos o lagunas que mantienen agua aún durante la ausencia de precipitación. De la misma manera, cuando el río baja su nivel y/o se extrae gran cantidad de agua, muchos cocodrilos encuentran sus espacios canales de riego o estanques de las empresas que se dedican las pesquerías o a las actividades agrícolas (Sánchez (2001c).

2.2 Alteración y pérdida del hábitat.

Según Green, Schweik y Randolph (2009) durante el siglo pasado las actividades humanas tuvieron un efecto negativo sobre los ecosistemas del planeta, traduciéndose en la alteración y pérdida de importantes especies vegetales y animales. Acciones que se reflejan en la actualidad con la alteración y destrucción del hábitat del cocodrilo. Porras (2007), menciona que este es el reptil más grande de Costa Rica, es un depredador mayor en la cadena trófica, por lo que, además de su importancia por ser una especie silvestre, desempeña una función importante en el mantenimiento del equilibrio ecológico en los hábitat en los que se encuentra, mismo que ha sido alterado por el crecimiento espontaneo de las actividades humanas.

Desde este punto de vista, la pérdida del hábitat es la principal razón para la extinción de especies, lo que provoca no solo la pérdida del espacio físico, sino también la alteración y afectación de condiciones propias de los hábitat como la desaparición de sitios de resguardo para especies locales y migrantes, tanto presas como depredadores, la concentración de las poblaciones en sitios reducidos que aún conservan las características propias de su hábitat, entre otras. La alteración de los ecosistemas se maximiza producto del desarrollo de vías de

comunicación, las cuales influyeron en el acrecentamiento del tránsito de personas en diferentes lugares, y un lógico aumento de la población humana derivando el surgimiento y expansión de asentamientos antrópicos, en detrimento de las áreas silvestres incidiendo en la fragmentación de los ecosistemas (Bolaños, 2002c).

La fragmentación del ecosistema influye negativamente en las dinámicas normales del *Crocodylus acutus*, al presentar una reducción de su hábitat, provocando perturbaciones en la dinámica de la especie. Sánchez et al (1996), establecen que la dinámica de las poblaciones del cocodrilo, se afecta por la reducción del hábitat, debido a la eliminación de la vegetación original en las riberas y la continua presencia humana, factores que alteran el comportamiento normal de la especie. Problemática que se acrecienta por el aumento de la población humana, lo cual genera una alta presión en los ecosistemas habituales para el *Crocodylus acutus* (Escobedo, 2004).

Sandoval y Bolaños (en presa), argumentan que la fragmentación del paisaje en los últimos años en la región Pacífico Central y el Gran Humedal Tempisque, está relacionada con una mayor interacción entre el *Crocodylus acutus* y el ser humano, características que están determinadas por la distribución espacial, la forma, el tamaño del fragmento y el grado de conectividad entre las unidades de paisaje, acciones que generarían consecuencias como pérdida y reducción del hábitat de la especie. Además, esta fragmentación incrementa la presencia de especies generalistas como ratas, pizotes, mapaches, zorros pelones así como espacios con alta densidad humana con frecuencia de animales domésticos como perros, gatos, gallinas, cerdos, entre otros que pueden convertirse en presa fácil para los cocodrilos, (Cortijo, sf).

La invasión del hábitat del cocodrilo, perturba el comportamiento normal de la especie porque a pesar de ser animales muy resistentes son vulnerables a los constantes cambios de la cobertura de uso de la tierra producto de las actividades antrópicas (mismas que invaden su hábitat, incidiendo en la destrucción de la vegetación, alteración y modificación de los márgenes de los ríos), afectando los sitios de postura, asoleo, y distribución en general de la especie. También se debe mencionar que producto de la interacción con humanos se destruyen las cuevas que utilizan los animales para ocultarse del peligro o, eventualmente

descansar o guardar alimento. Además es muy importante señalar la afectación del comportamiento propio de la especie, producto de actividades turísticas en áreas de su distribución (Sánchez, 2001a). De esta manera, la dinámica mencionada incide en la variación de las características y condiciones de su hábitat, los animales se ven obligados a migrar a otros sitios donde la naturaleza les ofrezca protección y alternativas para sus actividades de descanso, asoleo, alimentación, protección y anidamiento (Sánchez, 2001b).

2.3 Desarrollo de actividades antrópicas en el hábitat del cocodrilo americano

El hábitat del cocodrilo en las últimas décadas ha experimentado la invasión y alteración de su entorno, producto del crecimiento demográfico, el avance de la frontera agrícola, la presión urbana, la construcción y mejoramiento de la red vial, consecuentemente con la generación de la fragmentación de los ecosistemas (Bolaños, 2011). Según Lazcano (1993), los principales factores que afectan la sobrevivencia de *Crocodylus acutus* son la destrucción y perturbación de su hábitat, debido a las características e intensidad del desarrollo turístico siendo rápidamente transformados en hoteles, clubes privados, marinas o están sujetos a cambios constantes derivadas de las actividades antrópicas.

Producto del rápido crecimiento y establecimiento de asentamientos humanos en las últimas décadas, atribuido a políticas de desarrollo agropecuario que propiciaron la demanda de tierras ocupando las llanuras de inundación, esteros y lagunas costeras, las cuales son habitadas por el *Crocodylus acutus* (García y Buenrostro, 2015b). De acuerdo al MINAET (2011), uno de los hábitat del cocodrilo en Costa Rica lo constituye la cuenca del río Tempisque y río Grande de Tárcos, los cuales presenta una gran variedad de actividades económicas asociadas al turismo, acuícolas y agrícolas, mismas que han incrementado en las últimas décadas redundando en la disminución del hábitat natural. Acciones que se reflejan en el comportamiento de la especie, la cual se encuentren cada vez más en contacto con las personas, como se ha evidenciado en los últimos años con el reporte de ataques (Morales, 2012) al reducirse su hábitat natural.

2.4 Interacción entre seres humanos y el cocodrilo.

La interacción entre los seres humanos y las demás especies siempre han estado presentes, al existir una estrecha relación entre los recursos naturales y el paisaje que comparten como lo menciona Worldwide Crocodilian Attack Database (CrocBITE, sf). Generando una interacción indirecta entre el ser humano y la vida silvestre por la competencia de los mismos recursos naturales, o bien se relaciona a un problema directo donde las personas, que están siendo atacados por animales silvestres, se convierte en una plaga y se harán esfuerzos para erradicarlo. Según Andrade (2013), la interacción de las especies silvestres con los seres humanos se ha incrementado en los últimos 40 años, potencializado por actividades antrópicas en áreas naturales, donde habitan históricamente los cocodrilos, mismos que de manera involuntaria entran en contacto con el ser humano, en competencia por un espacio.

No obstante, a lo expuesto, la incidencia de ataques ha sido extremadamente difícil de cuantificar, debido a la falta de estrategias para la atención de estos problemas, a pesar de la dificultad de disponer de datos concretos de la cantidad de ataques generados por el *cocodrilo*, García (2013). Los ataques por cocodrilos a nivel mundial se reportan de manera mayoritaria en Australia, Angola, India, Brasil y Florida, a nivel de América su distribución comprende países como Belice, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Perú, República Dominicana y Venezuela, (Mendieta y Duarte, 2009).

Destacando incidentes en países como México (estados mexicanos de Chiapas, Colima, Guerrero, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, San Luis Potosí, Tabasco y Tamaulipas. De acuerdo a Cupul-Magaña et al., (2010) para un periodo de 49 años se han documentado entre 25 y 26 ataques de cocodrilo en la costa de Jalisco, tres de ellos con consecuencias fatales, con una tendencia al incremento a partir de la década de los noventa. A nivel de Centroamérica la revisión bibliográfica mostro que se han reportado 69 ataques, 22 cobraron la vida de personas, siendo Costa Rica el país con mayor incidencia con 15 muertes en 20 años (Vargas, 2016).

De acuerdo a Hernández (2007 p11- 12):

“Los ataques de cocodrilos a humanos en Costa Rica se deben: a la invasión humana de las zonas de protección de ríos, a que la especie ha sido sometida a un gran estrés por la pérdida de hábitat, a la contaminación de las fuentes de agua, a la reducción de las poblaciones de sus presas naturales (peces, cangrejos y langostinos), a la persecución y la cacería furtiva, a cambios en los patrones normales de precipitación y al calentamiento global, principalmente. En cada uno de los enfrentamientos mortales con cocodrilos que se han dado en los últimos 12 años en el país, se evidencia un desconocimiento, por parte de los ciudadanos afectados e involucrados, de las características de ese animal en tanto poderoso predador, desconocimiento a partir del cual se le subestima y se es descuidado ante él, atreviéndose las personas a bañarse en ríos y lagunas donde él hábitat”.

El crecimiento de las actividades antrópicas en las zonas de distribución normal de la especie, ha disparado alertas de ataque de cocodrilos a los seres humanos, debido al desconocimiento de los peligros en actividades cotidianas como el nadar, navegar, el pescar, surfear, entre otras, hacen más factible ataques hacia la población humana, situación realmente preocupante (Wilches, 2014).

2.5 Los Sistemas de Información Geográfica.

En la actualidad las actividades sociales y culturales del ser humano, se encuentran en relación directa e indirecta con algún tipo de procedimiento computacional, relación que ha facilitado la aparición de nuevos campos emergentes como los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Buzzai (2015), establece que la Geografía ha cumplido una función destacada en parte por su capacidad teórico-metodológica, fundamental para definir un nuevo ámbito de integración: la Geoinformática, campo en el cual los SIG, han pasado a ocupar el lugar central y de integración, constituyendo un conjunto de técnicas digitales que permiten el análisis espacial y apoyado en los conceptos geográficos se convierte en una interface de notable carga teórica, configurando una de las líneas más dinámicas del pensamiento geográfico actual.

Dado lo anterior, los SIG se pueden definir como una serie de herramientas con una alta variedad de aplicaciones, que permite la realización de una amplia gama de procesos que admiten la recopilación de datos o captura de elementos del mundo real (Mena, 2007).

Basado esencialmente de una serie de etapas y diversidad de fuentes ya sean estas imágenes satelitales, fotografías aéreas, mapas analógicos, levantamiento en campo entre otros. En la actualidad, los SIG son herramientas muy utilizadas en la resolución de los problemas ambientales, Quiroz (2010).

Por otra parte Olaya (2011) establece que básicamente, un SIG permite la realización de operaciones como:

- Lectura, edición, almacenamiento y en términos generales, gestión de datos espaciales.
- Análisis de datos espaciales. Esto puede incluir desde consultas sencillas a la elaboración de complejos modelos, y puede llevarse a cabo tanto sobre la componente espacial de los datos (la localización de cada valor o elemento) como sobre la componente temática (el valor o el elemento en sí).
- Generación de resultados tales como mapas, informes, gráficos, etc.

Además se caracterizan por una serie de componentes clásicos, los cuales son base en su integración y consolidación como sistema, de acuerdo a Olaya (2014) se definen como:

1. Hardware: este es uno de los componentes base para el desarrollo de los SIG a nivel tecnológico y está compuesto por computadoras, servidores, sistema de redes, orbitas satelitales y GPS estos son los elementos básicos para el procesamiento de los datos.
2. Software: esta se basa en los componentes lógicos y a nivel de un SIG se vinculan a sistemas administradores de bases de datos y sistemas operativos que componen la estructuración de un SIG.
3. Datos: este es uno de los componentes más relevantes dentro de un SIG ya que son los que le dan en cuerpo y elementos para la configuración y procedimientos para continuar e implementar los demás componentes y a nivel de SIG hace referencia a datos a nivel de vector y raster.
4. Recursos humanos tiene que estar capacitado tiene que presentar una modularidad no es recomendable inducir a un usuario a en campos que desconoce, por lo que las capacitaciones son básicas para su actualización y un abordaje más adecuadas de las innovaciones y actualización en el campo de los SIG ya que estos son muy cambiantes producto de los avances tecnológicos.

5. Métodos con respecto a este componente es importante conocer cuáles son los componentes que se utilizan en la actualidad a nivel de los SIG cuáles son las nuevas tendencias, así como productos derivados y aplicaciones y saber la diferencia entre una aplicación y un verdadero SIG.

Buzai (2010), por su parte define que los SIG además de ser una herramienta tecnológica representan una síntesis teórica y metodológica de diversos conceptos asociados al componente espacial, conceptos relacionados como: Localización referida a la ubicación espacial de las entidades geográficas en el espacio absoluto, Distribución forma en que se reparten las entidades geográficas, Asociación diferentes entidades localizadas y distribuidas se vinculan con relaciones de tipo vertical u horizontal, Interacción como la forma en que se producen vínculos horizontales que privilegian los movimientos sobre el espacio geográfico, y Evolución en la incorporación de la dinámica temporal que permite ver como las entidades geográficas cambian sus pautas espaciales a través del tiempo. “

Los SIG son base fundamental en una sociedad donde la información y la tecnología son elementos esenciales en todos los campos científicos, de acuerdo a Moreira (1996). Los estudios para la conservación de la biodiversidad poseen una componente espacial muy marcada para la conservación de especies, comunidades y ecosistemas es imprescindible el conocimiento de su localización y distribución en el territorio. Aportes realizados por Buzai y Baxendale (2013) han establecido que los SIG han incorporado conceptos geográficos en la parte digital y una difusión en otras disciplinas, proceso a partir de la cual se ofrece la posibilidad de lograr una visión espacial general a otros campos de conocimiento. Además alude que es responsabilidad de los geógrafos enseñar la Geografía que está dentro de los SIG ya que ha logrado una difusión mundial en lo que hemos denominado Geografía Global. En este contexto el SIG tendrá utilidad para enseñar y aprender conceptos geográficos, producir conocimientos científicos y resolver problemas espaciales desde su aplicación en campos como la evaluación de los recursos naturales y la determinación de hábitats de especies.

2.6 Aplicaciones de los SIG en la evaluación del ambiente (hábitat).

La aplicación de los SIG, en la evaluación de los recursos naturales, se encuentra respaldada por autores como Conesa (2004), al establecer que un lugar destacado en este ámbito lo ocupan las aplicaciones SIG, en la realización de estudios orientados al ambiente referentes a la planificación, protección ambiental, recursos naturales, en todas estas áreas de aplicación se desarrollan modelos de simulación de procesos y métodos de análisis, que pueden ser integrados en diferentes SIGs.

De acuerdo a Fernández y Del Río (2011), los SIG ofrecen una gran variedad de utilidades y aplicaciones basadas en tareas de almacenamiento y sistematización de la información para la identificación, cuantificación y análisis de la distribución espacial de fenómenos, que permitan la representación de variables en el territorio a nivel eco sistémico. Por lo que son utilizados en estudios como por ejemplo: modelar la presencia del conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*) en un área de montaña de Galicia España) a escala de micro- y macro-hábitat basada en SIG y teledetección para la extracción de variables ambientales necesarias de su hábitat. Otro ejemplo de este tipo de aplicaciones la conforma la evaluación del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), utilizando modelos espaciales y sus implicaciones para el manejo en el centro de Veracruz, México.

Con respecto a estudios sobre el *Crocodylus acutus* solo se evidencia el monitoreo, planes estratégicos y de manejo de sus poblaciones, caracterización del paisaje del hábitat del cocodrilo, inventario y estructura poblacional del cocodrilo, así como la localización espacial de avistamiento de cocodrilos, percepciones y conocimiento popular sobre cocodrilos e interacción entre el ser humano y el cocodrilo por mencionar algunas investigaciones. Sin embargo son escasos o nulos los estudios relacionados con la delimitación de su hábitat potencial por medio de los SIG, así como la integración espacial de las variables que alteran su hábitat e interacción entre el ser humano y el cocodrilo.

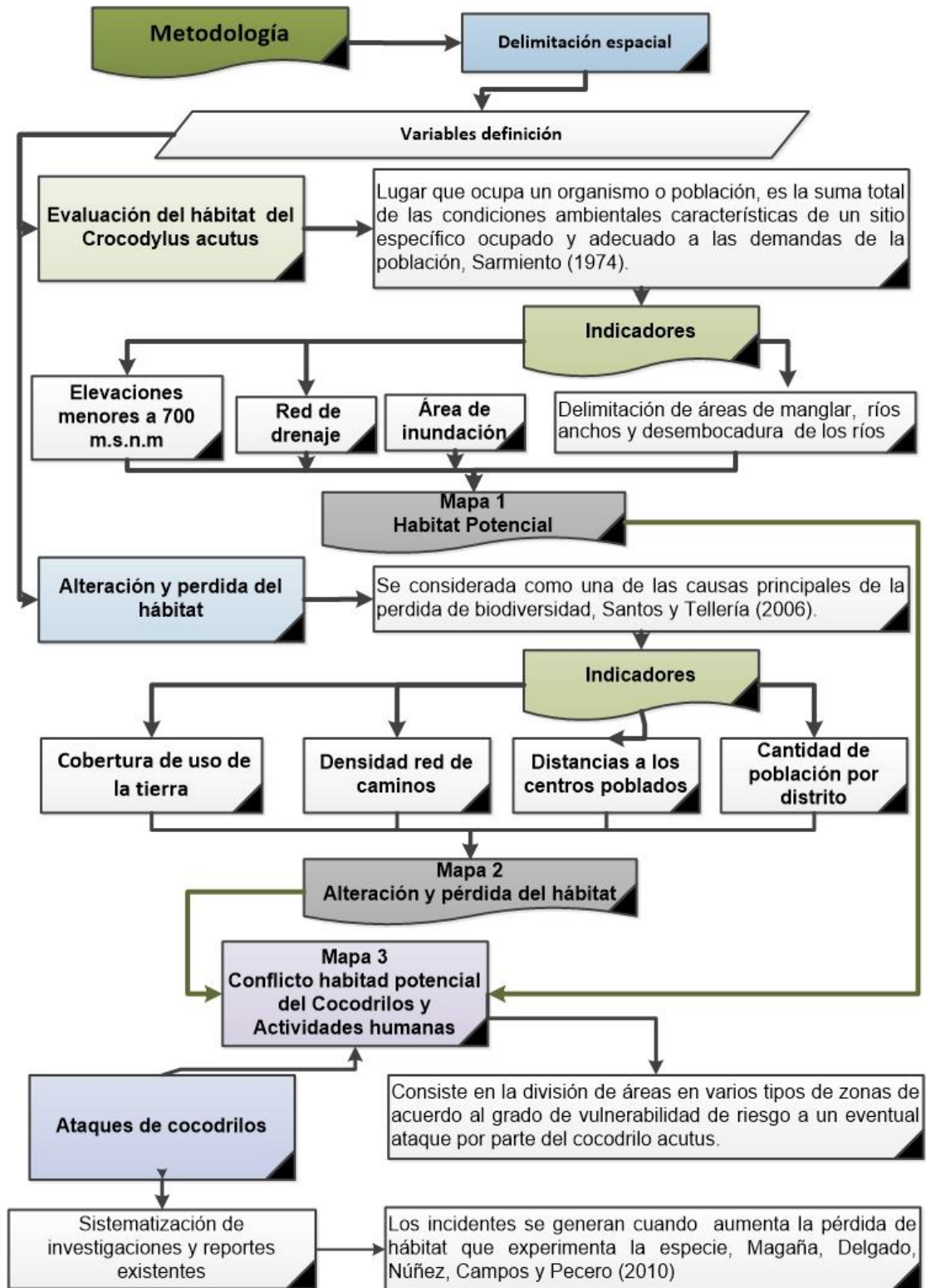
Regos et al (2012), menciona que las técnicas de información geográfica son una fuente de aplicación sobre la información ambiental, adecuando modelos de vida silvestre, técnicas y procedimientos que aumentan la precisión y representación espacial de especies, convirtiéndola en el actual contexto de cambio global, en herramientas adecuadas e incorporables a los procesos de gestión y tomas de decisiones sobre el territorio.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

En este apartado se describe el proceso realizado en la generación de la información requerida para el cumplimiento de los objetivos planteados y se estructura de acuerdo a los mismos. Describiendo en la primera parte la metodología implementada en la elaboración de cada una de las variables físico – geográficas que integran el hábitat del cocodrilo (pendiente, red de drenaje, coberturas de uso de la tierra). Seguidamente de las variables socio – ambientales que interactúan en la alteración de la pérdida del hábitat de la especie (Cantidad de poblados, densidad de población, densidad de caminos, y coberturas de uso de la tierra).

Finalmente se establece el método a seguir para la clasificación y combinación de cada una de las variables requeridas para generar el mapa del hábitat potencial, el mapa de alteración del hábitat y el mapa de zonificación de las áreas de interacción en el Pacífico Central, Figura 2.

Figura 2. Estructura del marco metodológico



Fuente: Elaboración propia

3.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptiva, porque buscar especificar y describir las propiedades importantes de fenómenos, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis Barrantes (1999), en este caso orientado a los incidentes de ataques del *Crocodylus acutus* hacia la población humana en la Región Pacífico Central. Por otra parte, esta relación la enmarca dentro de estudios de tipo explicativa porque responde a las causas y características físico - geográficas a partir de las cuales se enmarca el hábitat potencial del *Crocodylus acutus* y elementos socio – ambientales asociados a las áreas de mayor actividad humana que propician el contacto directo entre el ser humano y esta especie.

3.2 Delimitación espacial

El área de estudio corresponde a la región Pacífico Central, creada mediante Decreto 16068-PLAN de febrero de 1985, que comprende los cantones de la provincia de Puntarenas: Esparza, Montes de Oro, Aguirre, Parrita, Garabito y Puntarenas así como los de San Mateo y Orotina pertenecientes a la provincia de Alajuela. Se delimita por las coordenadas geográficas extremas 9°19' 00" y 10°9' 28" latitud norte; 83° 57'36" y 85°06'20", longitud oeste y las coordenadas métricas 382147 – 1123411 y 514551 – 1023484.

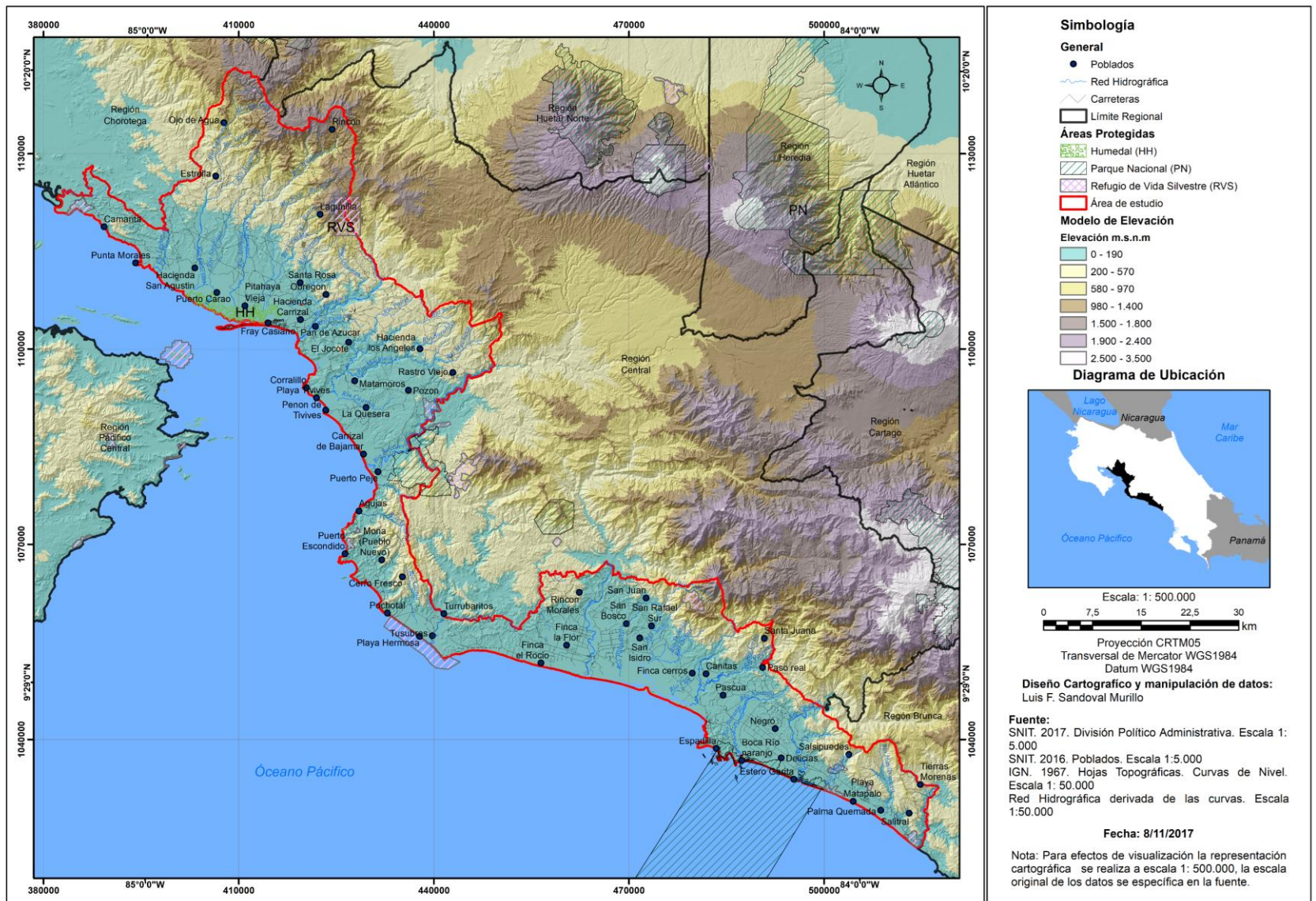
Al Este limita con los cantones de Turrubares, Dota, Pérez Zeledón de la provincia de San José; además del cantón de Atenas de la provincia de Alajuela y el cantón de Osa de la provincia de Puntarenas. Al Sur y al Oeste limita con el océano Pacífico y con el Golfo de Nicoya, al norte limita con los cantones de Puriscal, Tarrazú, Aserri, Acosta, Turrubares de la provincia de San José; el cantón de San Ramón de la provincia de Alajuela y el cantón de Abangares de la provincia de Guanacaste. Según la regionalización del SINAC la Región Pacífico Central administrativamente pertenece al Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC) (Mapa 1). En el presente estudio no se considera los distritos de Lepanto, Paquera e Isla Chira.

Las condiciones climáticas del Pacífico Central, de acuerdo al Instituto Meteorológico Nacional (IMN), se caracterizan por presentar el régimen de precipitación del Pacífico. Su posición geográfica al suroeste del país, con la protección al norte por la cadena montañosa

de la Fila Costera o Brunqueña, impiden la incursión de vientos alisios del noreste, estableciéndose una modificación de éste régimen del Pacífico, dando origen a la presencia de dos estaciones bien marcadas como el clima tropical seco, con una estación seca corta y moderada desde enero a marzo y un período lluvioso muy severo y largo dividido en dos períodos, el primero de mayo a agosto y el segundo de setiembre a octubre. Mientras que los meses de abril y diciembre marcados como los meses de transición. La precipitación promedio de la zona es de 3500 mm anuales y la temperatura máxima promedio es de 31.0°C y la mínima promedio es de 22.7°C.

Se caracteriza por un sistema fluvial, perteneciente a la vertiente del Pacífico, donde sobresalen ríos como el Tárcoles, Jesús María, Guacimal y Aranjuez. Mismos que han configurado su geomorfología dando origen a extensas llanuras, en que se desarrollan actividades como la agricultura y la ganadería, sobresaliendo las llanuras del Tárcoles y Parrita.

Mapa 1. Ubicación área de estudio, Pacífico Central



3.3. Variables definición y su instrumentalización

Cada variable definida, orientará la investigación para cumplir con los objetivos planteados, donde se determinó las técnicas necesarias para la obtención de los datos y sistematización de los mismos facilitando la elaboración de los resultados relacionados a las variables que conforman el hábitat de la especie, así como las condiciones socio ambientales que alteran y modifican su entorno, permitiendo la identificación de las áreas de mayor interacción entre ambas especies.

Objetivo 1: Caracterizar las variables físico – geográficas para la evaluación del hábitat potencial del *Crocodylus acutus* en el área de estudio.

3.3.1 Variable: Evaluación del hábitat y distribución del *Crocodylus acutus*.

3.3.1.1 Definición Conceptual: De acuerdo a Sarmiento (1974), el hábitat se concibe como el lugar que ocupa un organismo o población, por lo cual es la suma de las condiciones ambientales características de un sitio específico, ocupado y adecuado a las demandas de la especie. Para la delimitación del hábitat del cocodrilo, se considerarán variables como: la topografía, la red de drenaje, la temperatura y espacios geográficos (manglar, lagunas, ríos anchos, playones, así como desembocaduras de ríos.

3.3.1.2 Instrumentalización: Para el desarrollo de esta variable fue necesario el análisis de elementos físico – geográficos como la topografía, red de drenaje, áreas de inundación y la delimitación de las áreas de manglar, ríos anchos y desembocaduras procesos que se describen a continuación:

3.3.1.2.1 Altitud

Bolaños, Sánchez y Piedra (1995), establecen que la distribución del cocodrilo en Costa Rica, se encuentra influenciada por elementos como la altitud msnm, condición que delimita su hábitat a sectores específicos. El modelo digital de elevación (MDE) se elaboró

a partir de la capa vectorial de curvas a escala 1: 50.000 de las hojas topográficas del IGN, correspondientes a Abangares, Barranca, Berrugate, Chapernal, Dominical, Dota, Golfo, Herradura, Juntas, Miramar, Naranjo, Parrita, Quepos, Rio Grande, San Lorenzo, Savegre, Tarcoles y Tilarán. Posteriormente se realizó un proceso de interpolación para la obtención del MDE con la herramienta de interpolation / topo to raster del Arc Gis, el cual es definido por ESRI como un método de interpolación diseñado específicamente para crear modelos digitales de elevación (DEM) hidrológicamente correctos, el cual está basado en el programa ANUDEM desarrollado por Hutchinson en el periodo 1988 - 2011.

3.3.1.2.2 Red de drenaje

De acuerdo a Torres et al (2015), es frecuente que los cocodrilos se concentren en la desembocadura de grandes ríos en zonas costeras, aguas salobres y manglares. Para generar el vector de ríos, se utilizó el MDE realizado en el punto anterior. Con la aplicación de Hydrology del Arc GIS, la cual se usa en la delimitación de cuencas hidrográficas, con el fin de que los cauces de los ríos y quebradas coincidan con el MDE y evitar el desplazamiento de las capas de ríos existentes. El procedimiento realizado para la obtención de los red de drenajes se muestran a continuación, las descripciones de cada punto fue tomada y adaptada del apartado de ayuda de ESRI (2016).

Aplicación de la herramienta Hydrology de Spatial Analyst.

- **Fill:** Herramienta que permite rellenar las imperfecciones existentes en la superficie del MDE, con el objetivo de determinar de forma adecuada la adecuada dirección del flujo.
- **Flow Direction:** Define la dirección del flujo buscando el camino descendente de una celda a otra, utilizando el archivo raster creado en el paso anterior.
- **Flow accumulation:** genera el raster de acumulación de flujo de cada celda, determinando el número de celdas de agua arriba que vierten sobre cada una de las

celdas inmediatamente aguas debajo de ella. Utilizar como base el archivo raster que muestra la direcciones de flujo.

- **Calculadora raster:** Luego se utiliza la herramienta de Calculator raster (Spatial Analyst: Map Algebra). Con el fin de generar una red de drenajes, que tendrá que especificar un umbral para la cantidad de píxeles adyacentes que constituyen una corriente, por lo que se utilizara una condicional con (nombre del ráster de acumulación > media del raster de acumulación, 1), para la determinación los cauces y el umbral especificado por la mediana del histograma de acumulación de flujos. El dato especificado será considerado como el número de celdas vertientes a la que se está clasificando en cada momento. Ya que si el valor de acumulación es muy bajo se seleccionarán muchos pixeles generando corrientes muy lineales que no representan la realidad espacial y si por lo contrario, el valor del pixel es muy alto solo aquellos drenajes de orden alto serían definidos como red hídrica.

Con la derivación de los cauces y con ayuda de las hojas topográficas, se asignó la siguiente clasificación: canales, ríos, quebradas y lagunas. Posteriormente con la herramienta Density/Line Density, se estimó los sectores con mayor densidad de drenaje por km² en la región Pacífico Central.

3.3.1.2.3 Delimitación de áreas de manglar, ríos anchos y desembocadura de los ríos

Para la delimitación de las áreas de manglar, los cauces de los ríos, desembocaduras y cuerpos de agua, se utilizó imágenes RapidEye a escala 1: 25.000 para identificar dichas áreas mediante la técnica de fotointerpretación y las herramientas de edición del programa Arc Gis 10.5.

Objetivo 2: Definir las condiciones socio – ambientales relacionadas a la alteración del hábitat por actividades humanas que incrementan la amenaza por ataque de *Crocodylus acutus* en el área de estudio.

3.4. Variable: condiciones socio – ambientales relacionadas a la Alteración y pérdida del hábitat

3.4.1. Definición Conceptual: La pérdida y alteración del hábitat está considerada como una de las causas principales de la alteración de los ecosistemas. Los procesos responsables son múltiples y difíciles de separar como pérdida del hábitat, insularización causada por la reducción y el aislamiento progresivo de los fragmentos de hábitat, efectos de borde, índice de forma, entre otros (Santos y Tellería, 2006).

3.4.2 Instrumentalización: Para la identificación de la alteración de hábitat de *Crocodylus acutus*, fue necesario el análisis de elementos socio-ambientales como: densidad de las vías de comunicación, densidad de poblados, cantidad de población por distrito, coberturas de uso de la tierra (asentamientos, cultivos y pastos). Además para la estimación del grado de alteración del medio se consideró elementos como el comportamiento en el tiempo de las diferentes coberturas de uso de la tierra entre los años 2000, 2015, cambios y su proyección al 2030, así como la inclusión de índices de paisaje para determinar el grado de fragmentación del hábitat del cocodrilo.

3.4.2.1 Cobertura de uso de la tierra

Para la elaboración de la cobertura de uso de la tierra del área de estudio, se utilizó imágenes satelitales LandSat con una resolución espacial de 30 metros, para los años 2000 y 2015. Adicionalmente se aplicó una corrección radiométrica y atmosférica, la cual según (Martínez et al. (2004) es necesaria para modelar adecuadamente parámetros físicos realistas y consistentes, al abordar estudios multi-temporales, mismos que facilitan el proceso de clasificación supervisada y de fotointerpretación.

El procesamiento de las imágenes Landsat, se consideró en dos etapas. La primera se centró en la identificación de las coberturas como: áreas urbanas, cuerpos de agua, cultivos y manglares, las cuales fueron delimitadas por medio de fotointerpretación, para posteriormente ser extraídas de las imágenes principales para reducir la confusión con otras categorías por medio de una máscara, permitiendo clasificar únicamente aquellos sectores de la imagen pendientes de procesar. En una segunda etapa se tomaron las muestras en la imagen de cada firma espectral de las coberturas faltantes por clasificar como; bosques en pendiente alta, bosque en pendiente baja, pastos en pendiente alta y pasto en pendiente baja, la metodología basada en Morera y Sandoval (2014). Las categorías de uso implementadas se definen en el cuadro 1:

Cuadro 1. Definición de las categorías de uso de la tierra

Categoría	Descripción
Bosque en pendiente alta	Cobertura vegetal dominada por árboles de copas anchas y casi continuas, en pendientes mayores a 30 %.
Bosque en pendiente baja	Cobertura vegetal con la presencia de elementos arbóreos y arbustivos con copas menos continuos. Han sido intervenidas y se encuentran en regeneración, en pendientes menores a 30%.
Pasto en pendiente alta	Supresión total de los bosques por perturbaciones humanas y sustitución por gramínea para ganadería intensiva en pendientes mayores al 30 %.
Pasto en pendiente baja	Supresión total de los bosques por perturbaciones humanas y sustitución por gramínea para ganadería intensiva en pendientes menores al 30 %.
Manglar	Bosques pantanosos que ocupan espacios con alta sedimentación donde se mezcla el ambiente marino y el terrestre.
Cuerpos de agua	Áreas de lagos, lagunas y del curso de agua (río principal y tributarios).
Cultivos	Son áreas con ocupación agrícola que puede ser permanentes o estacionales.
Asentamientos humanos	Están representados por la ocupación urbano- residencial dispersa, acompañado de servicios públicos institucionales, industrial, comercial.

Fuente: adaptado de Morera y Sandoval, 2016.

Con la identificación de las categorías de uso de la tierra y para su posterior evaluación de la estructura del paisaje en el hábitat potencial del cocodrilo, se utilizó el Patch

analysis, que es una extensión del programa ArcGis, seleccionando los siguientes índices de paisaje:

- Superficie: es el área de cada cobertura en hectáreas.
- Número de fragmentos: es el número total de fragmentos de cada categoría.
- Tamaño medio de los fragmentos: es la suma de las áreas de cada cobertura dividido entre el número de fragmentos.
- Desviación estándar de los fragmentos: es una medida de dispersión del tamaño de los fragmentos, según cada cobertura

Posteriormente para establecer el cambio de coberturas de uso, se realizó una suma algebraica de mapas para el uso de la tierra del año 2000 y el año 2015, a partir de la interpretación de la matriz (cuadro 2), permitiendo identificar las áreas que presentaron cambios de cobertura de uso de la tierra en el hábitat potencial del cocodrilo.

Cuadro 2. Matriz de combinación de las coberturas de uso de la tierra

Cobertura		1	2	3	4	5	6	7	8
	Peso	1	2	3	4	5	6	7	8
1	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2	20	21	22	23	24	25	26	27	28
3	30	31	32	33	34	35	36	37	38
4	40	41	42	43	44	45	46	47	48
5	50	51	52	53	54	55	56	57	58
6	60	61	62	63	64	65	66	67	68
7	70	71	72	73	74	75	76	77	78
8	80	81	82	83	84	85	86	87	88
Sin cambio					Con cambio				
1 = Bosque en pendiente alta 2 = Bosque en pendiente baja 3= Cuerpo de agua 4 = Cultivos					5 = Manglar 6 = Pasto en pendiente alta 7= Pasto en pendiente baja 8 = Asentamientos humanos				

Fuente: Elaboración propia

Con la obtención de las categorías de uso del suelo para los años descritos, se realizó la probabilidad de cambio de uso del suelo con el método estadístico de las cadenas de

Markov, el cual consiste en establecer la probabilidad de cambio de uso de una cobertura que mantenga o cambie a otra cobertura en el tiempo. Como lo refiere Jáuregui (2012) es un proceso estocástico discreto que cumple con la propiedad, es decir si se conoce la historia del sistema hasta su instante actual, su estado presente resume toda la información relevante para describir en probabilidad su estado futuro. Para la región se utilizó la cobertura de uso de 2000 y 2015, la cual se proyectó para el año 2030, utilizando la aplicación Modeling / Environmental / Simulation / Markov del programa Idrisi, permitiendo el análisis de cuáles fueron las coberturas de uso que presentaran mayor ganancia o mayor pérdida de superficie para los próximos 15 años.

3.4.2.2 Densidad de red de caminos.

Para el cálculo de la densidad de los caminos se utilizó como base la metodología implementada por Ramírez, Jiménez y Martínez (2005), la cual consiste en la utilización de un Sistema de Información Geográfica (SIG), para realizar el análisis de la estructura y de la densidad de la red caminos. Esta última definida como el promedio de la longitud total de caminos por unidad de área (km/km^2). Específicamente se utilizó la extensión Density > Line Density, la cual calcula la densidad de las entidades lineales en la vecindad de cada celda ráster de salida. Con el fin de determinar la densidad de caminos en las áreas cercanas al hábitat del cocodrilo y su posterior relación con la incidencia de ataques.

3.4.2.3 Distancia de los centros poblados.

La cercanía de los centros poblados, como se mencionó en el marco teórico, influye en la invasión por parte del ser humano al hábitat del cocodrilo alterando su comportamiento normal y volviéndose más propenso, a la generación de ataques hacia la población humana. La elaboración de la densidad de poblados se realizó utilizando la aplicación de distancia euclidiana proporcionando la distancia desde cada celda en el ráster hasta el origen más cercano. La cual se utiliza con frecuencia como una herramienta para crear una capa de adecuación, donde se necesitan datos que representen la distancia desde un objeto determinado (ESRI, 2015).

3.5.1 Registro de incidentes con cocodrilos.

La información utilizada para el desarrollo de este apartado se basó en fuentes secundarias para reforzar y validar los datos obtenidos en el SIG, basándose en libros, revistas, tesis, artículos científicos, reportes al 911, Worldwide Crocodilian Attack Database (CrocBITE), fuentes de instituciones relacionadas con el tema de investigación como el cuerpo de bomberos (registro de crocodílidos).

Objetivo 3. Proponer un modelo espacial para la identificación de las zonas de interacción entre el ser humano y el *Crocodylus acutus* utilizando un Sistema de Información Geográfica en el área de estudio.

3.6 Variable: Modelo espacial asociado al hábitat potencial para la identificación de las zonas más vulnerables a ataques de *Crocodylus acutus*.

3.6.1 Definición Conceptual: Consiste en la categorización de áreas en varios tipos de zonas de acuerdo al grado de vulnerabilidad de riesgo a un eventual ataque por parte del cocodrilo.

3.6.2 Instrumentalización: Con la realización de cada una de las variables de altitud, red de drenaje, áreas de manglar, áreas de inundación, coberturas de uso de la tierra, densidad de caminos, densidad de población y densidad de poblados, se realizó las clasificaciones para cada uno de los temas con su respectiva normalización, la cual consiste en la estandarizar de los pesos asignados mediante el método de máximo de lista, que se fundamenta en dividir el peso de cada registro asignado entre el valor máximo de los pesos por cada una de las categorías, obteniendo así un valor normalizado para cada registro, que oscila en un rango de 0 a 1 (Submitted, Fulfillment, y Kong, 2010).

$$x'_i = x_i/x_{max} \quad (1) \text{ Normalización por máximo de lista.}$$

Con la normalización se establecieron tres grupos de categorías por valor según los pesos normalizados asignados a cada variable y clasificados en tres rangos de alta, moderada y baja, los cuales se detallan más adelante para cada variable. Una vez determinados los rangos se relacionan por medio de un algebra de mapas (suma), utilizando la media o

promedio correspondiente a la suma de todas las puntuaciones de la variable dividida por el número total de casos, Fierro (2010). Para el hábitat potencial, el cual integra las variables la altitud, red de drenaje, áreas de manglar, áreas de inundación y coberturas de uso de la tierra. La alteración y pérdida del hábitat relaciona las variables afines como: la densidad de caminos, densidad de población, la distancia a centros poblados y coberturas de uso de la tierra que generan alteración y el mapa de zonificación de interacciones entre el cocodrilo y el ser humano (hábitat potencial y alteración del hábitat).

A continuación se describe la clasificación de los datos para cada una de las variables. Las mismas fueron clasificadas por medio de una jerarquía igualitaria entre categorías, donde se establecieron intervalos iguales en la medición a lo largo de toda la escala, considerando el valor mínimo y máximo del rango de valores de cada indicador (Coronado, 2007).

3.6.2.1. Clasificación de variables para la determinación del hábitat del cocodrilo

La determinación del hábitat potencial del cocodrilo se obtuvo con la combinación de las variables de topografía, red de drenaje, coberturas de uso de la tierra y áreas propensas a inundaciones.

3.6.2.1.1. Clasificación de la variable elevación

De la revisión bibliográfica realizada sobre las condiciones topográficas únicamente se contempló un rango de elevación comprendida entre los 0 - 700 msnm y para fines de la presente investigación es necesario realizar una reclasificación de esta variable en tres categorías mismas que fueron definidas según criterio de experto en colaboración con el Master Iván Sandoval de la Escuela de Ciencias Biológicas, el cual ha realizado diversas investigaciones sobre el cocodrilo. Para la clasificación del MDE se establecieron las siguientes clases 0 – 233 msnm alta, 234 – 466 msnm media, 467 – 700 msnm baja cuadro 3. Con el fin de establecer los sectores que cumple con la condición de topografía característica del hábitat del cocodrilo.

Cuadro 3. Clasificación del MDE

Clasificación	Peso	Normalización	Categoría
0 – 233 msnm	3	1	Alta
234 – 466 msnm	2	0.66	Media
467 – 700 msnm	1	0.33	Baja

Fuente: Elaboración propia

3.6.2.1.2. Clasificación variable red de drenaje

Con la variable de densidad de drenaje por km² clasificada y delimitada en el punto 3.2.1.2.1 se reclasifico en tres categorías de baja con un rango entre 0.074 – 1.195, media 1.196 – 1.861 y alta con valores de densidad entre 1.862 y 3.053, cuadro 4. Con respecto a las áreas de inundación se asignó el valor de 3 a los sitios susceptibles a este tipo de eventos y valores de 1 a las áreas no propensas a inundarse.

Cuadro 4 Clasificación de la densidad de drenaje por km² e inundación

Clasificación	Peso	Normalización	Categoría
0.074 – 1.195	1	0.33	Baja
1.196 – 1.861	2	0.66	Media
1.862 – 3.053	3	1	Alta
Áreas de inundación			
No inundable	1	0.33	Baja
Susceptible a inundación	3	1	Alta

Fuente: Elaboración propia y datos de la CNE.

3.6.2.1.3. Clasificación para las categorías de uso

La capa de cobertura de uso de la tierra conformada por las categorías bosques en pendiente alta y bosque en pendiente alta, manglares, vegetación anegada, cuerpos de agua, pastos, se asignó, un peso de acuerdo a las condiciones óptimas para la presencia del cocodrilo, donde adquieren mayor ponderación, como lo muestra el cuadro 5, las coberturas de manglar y vegetación anegada presentan los valores de mayor peso y serán usadas en la elaboración del hábitat potencial, mientras que los categorías como pasto, cultivos y urbano

los de menor peso conformaran parte del mapa de alteración del hábitat del cocodrilo americano.

Cuadro 5. Clasificación para las categorías de uso

Clasificación	Peso	Normalización	Categoría
Bosque pendiente alta	1	0.33	Alta
Bosque pendiente baja	3	1	Alta
Manglar	3	1	Alta
Vegetación anegada	3	1	Alta
Pasto	2	0.66	Media
Cultivos	1	0.33	Baja
Urbano	1	0.33	Baja

Fuente: Elaboración propia

3.6.2.1.4. Agrupación de variable y clasificación del hábitat potencial

Con la clasificación de los indicadores de elevación, densidad de drenajes, áreas de influencia a inundación y coberturas de uso de la tierra, se realizó en ArcGis la agrupación de las cuatro variables utilizando la opción de Geoprocesamiento / Intercepción, luego se generó un campo para realizar la sumatoria de las variables utilizando los pesos normalizados de cada una, por medio de la calculadora de campo, donde se suman y dividen entre el total de las variables y luego se clasifican en tres grupos por medio de una jerarquía igualitaria entre valores, para obtener el hábitat potencial del *cocodrilo acutus* según categorías, cuadro 6.

Cuadro 6 categorías para la selección del hábitat potencial del cocodrilo.

ID	Rango de la sumatoria	Categorías
1	1 – 1.5	Baja
2	1.51- 2.24	Media
3	2.25 – 3	Alta

Fuente: Elaboración propia

3.6.2.2. Clasificación de variables para la determinación de la alteración y pérdida del hábitat

3.6.2.2.1 Densidad de vías

La red vial se utiliza para determinar los accesos con los que cuenta cada una de las comunidades presentes en el área de estudio, acciones que implican una invasión del hábitat natural de la especie (Gómez, 2014). Por lo que la clasificación de la red de caminos en densidades como un indicador para la alteración del hábitat de la especie, se generó un ráster de densidad de caminos (generado en el apartado anterior) y reclasificado utilizando los siguientes valores, los cuales fueron definidos considerando tres categorías baja, media y alta como se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. Clasificación densidad de vías por km²

Clasificación	Peso	Normalización	Categoría
0 – 0.77	1	0.33	Baja
0.78 – 1.55	2	0.66	Media
1.56 – 2.33	3	1	Alta

Fuente: Elaboración propia

3.6.2.2.2 Densidad de poblados y cantidad de población por distrito

La información referente a los poblados se deriva del Instituto Geográfico Nacional y con el proceso realizado en el apartado anterior se genera una archivo en formato raster donde se evidencia los sectores de mayor densidad de centros poblados por km², valores que son reclasificados en tres clases como se evidencia en el cuadro 8.

Cuadro 8. Clasificación densidad de poblados por km²

Clasificación	Peso	Normalización	Categoría
0 – 0.074	1	0.33	Baja
0.075 – 0.149	2	0.66	Media
0.15 – 0.223	3	1	Alta

Fuente: Elaboración propia

El total de población de cada distrito se analizó para los periodos establecidos (2011-2025). Esta información fue adquirida en el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) correspondiente al censo realizado en el año 2011 y las proyecciones para los años 2017 y 2025. La depuración de los datos fue realizada en tablas de Excel para posteriormente ser ingresadas como atributos de la capa de distritos, y clasificada en 3 clases tal como se muestra en el cuadro 9 referente a la población del año 2017.

Cuadro 9. Clasificación cantidad de población por distrito

Clasificación	Peso	Normalización	Categoría
748 – 7877	1	0.33	Baja
7878 – 15754	2	0.66	Media
15755 - 23631	3	1	Alta

Fuente: Elaboración propia

La creación de la capa de alteración del hábitat, se realizó con el mismo procedimiento utilizado en la generación del hábitat potencial y se reclasifico como se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10 categorías para la selección de la alteración del hábitat del cocodrilo.

ID	Rango de la sumatoria	Categorías
1	1 – 1.5	Baja
2	1.51 – 2.24	Media
3	2.25 - 3	Alta

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizados los mapas referentes a al hábitat potencial (topografía, red de drenaje y coberturas de uso de la tierra) y el mapa de la alteración del hábitat (la densidad de caminos, densidad de población y la distancia a centros poblados), se procede a establecer la relación entre ambos para determinar cuáles son los sectores de posible interacción entre el ser humano y el *cocodrilo*, utilizando el mismo método descrito anteriormente, por lo que se constituye la siguiente clasificación para los mapas de hábitat potencial y alteración del hábitat, cuadro 11.

Cuadro 11 Normalización del hábitat potencial y alteración del hábitat

Hábitat potencial		
Clasificación	Peso	Normalización
Alta	3	1
Moderada	2	0.66
baja	1	0.33
Alteración del hábitat		
Clasificación	Peso	Normalización
Alta	3	1
Moderada	2	0.66
baja	1	0.33

Fuente: Elaboración propia

3.6.2.3. Clasificación de variables para la determinación de las zonas de interacción entre el cocodrilo y el ser humano

La creación de la capa de las zonas de interacción entre el cocodrilo y el ser humano, se realizó con el mismo procedimiento en la generación del hábitat potencial y se reclasifico como se muestra en el cuadro 12, para generar como resultado los sectores de interacción entre ambas especies.

Cuadro 12. Zonas de interacción entre el cocodrilo y el ser humano

ID	Rango de la sumatoria	Categorías
1	0.33 – 0.495	Baja
2	0.4951 – 0.665	Media
3	0.6651- 1	Alta

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variables físico - geográficas para la evaluación y determinación del hábitat potencial del cocodrilo

Son diversos los factores que se relacionan para la determinación del hábitat del cocodrilo en Costa Rica como: la altitud menor a los 700 m.s.n.m, la presencia de áreas de manglar, acompañada de ríos caudalosos y anchos, playones, así como las áreas de inundación, relación de variables que demarcan su localización espacial dentro de un territorio. A continuación, se realiza el análisis de cada una de estas variables en el Pacífico Central para posteriormente delimitar el hábitat potencial del *Crocodylus acutus*. Las variables relacionadas a la alteración del hábitat e interacciones entre ambas especies se abordan más adelante en los puntos 4.2 y 4.3 respectivamente.

4.1.1. Distribución del cocodrilo de acuerdo con la densidad de la red drenaje

La densidad de drenaje de la región y la presencia del cocodrilo en los ríos, esteros y playas del Pacífico, implica el registro de sitios con la mayor cantidad de ataques mortales y no fatales de cocodrilos, de acuerdo a la Asociación de Especialistas en Cocodrilos de Costa Rica (AEC-CR) tras investigar el comportamiento de esos reptiles en los últimos 20 años, se han registrado después del año 1995, un total de 32 ataques donde murieron 15 personas de las cuales 3 eran menores (Arguedas y Hernández, 2014).

El mapa 2 muestra las áreas con mayor densidad de ríos en el Pacífico Central, donde prevalecen dos sectores con una mayor presencia de cauces. El primero se localiza al norte de la ciudad de Puntarenas y representa un 6.08% de la superficie entre 2.33 y 3.44 cauces por km², donde se localizan poblados como Palermo, Hacienda Vieja, La Irma, La Gloria y Puerto Carao, con la presencia de los ríos Aranjuez Guacimal, Tablón, Sardinal y Lagarto. La segunda zona se ubica en la parte sureste de la Región con un 10% de su territorio, cubierta por los ríos Naranjo, Peje, Paquita, Sucio, Valeria, Pirris y Damas.

La densidad media de cauces entre 1.21 y 2.32 km² abarcan una superficie de 39.5% y se destacan ríos como el Tarcoles, Tivives, Lagarto, Barranca, Jesús María, Turrubares y Naranjo y poblados como Santa Rosa, Pan de Azucar, Bajos del Coyote, Tusubres y Finca la Flor por mencionar algunos. Los sectores con mediana y alta densidad de cauces por km², presentan condiciones favorables para la presencia de cocodrilo por la representación de ríos anchos, profundos y extensas áreas de playones. Los sectores con menor presencia de cauces corresponde a las partes más altas con poblados como Dantas, Camaronal, Cerros Frescos, Chires, San Juan, entre otros y áreas cercanas a las costas con relieves muy irregulares y pendientes mayores a un 30%, donde se localizan poblados como Playa Matapalo, Salitral, Pochotal, Mantas y Punta con densidades menores a 1.06 cauces por km² y representan un 43.3% de la región, sectores que no cumple con las condiciones óptimas para la presencia de este reptil, Cuadro 13 y mapa 3.

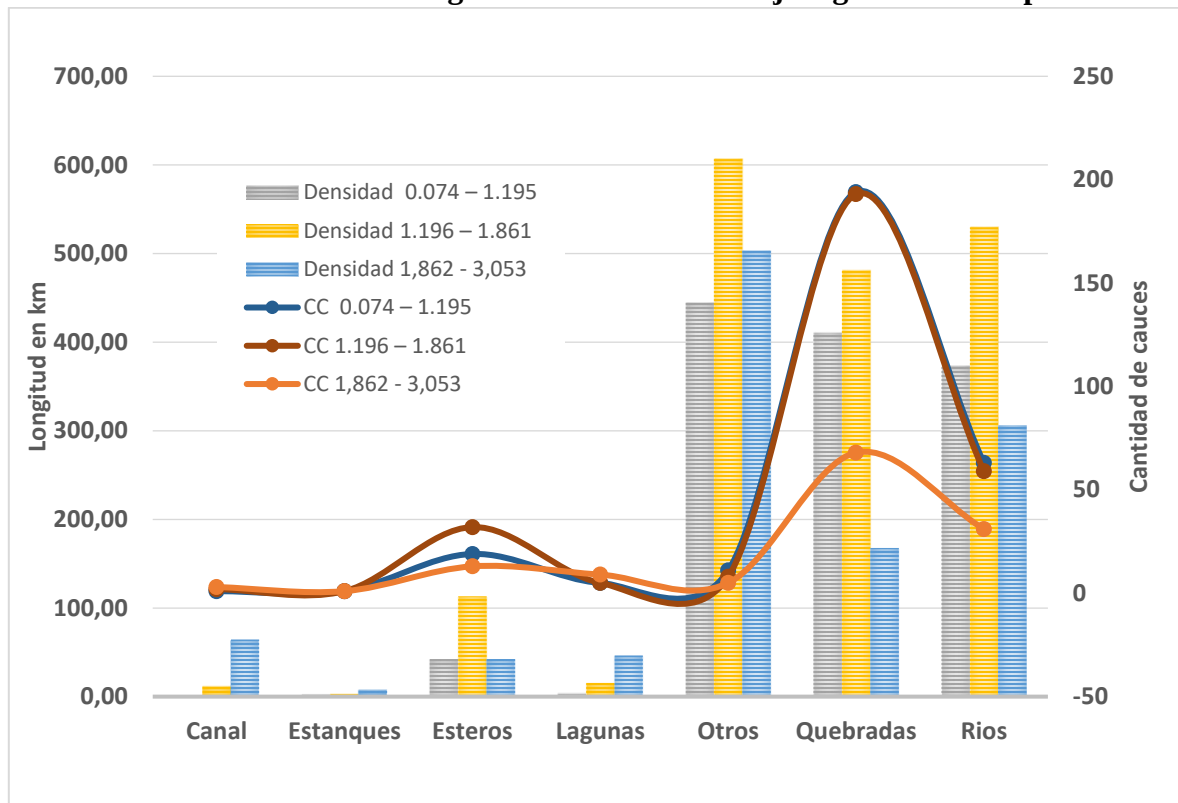
Cuadro 13 Clasificación de la densidad de drenaje por km²

Clasificación	Categoría	Superficie en %
0.074 – 1.195	Baja	43.3
1.196 – 1.861	Media	39.5
1.862 – 3.053	Alta	17.2

Fuente: Elaborado a partir de las curvas de nivel de las hojas topográficas IGN

El gráfico 1, representa la longitud de cada tipo de drenaje, para las tres clasificaciones consideradas en la densidad de la red de drenaje, donde sobresale un total de 373 km de longitud de ríos en sectores con densidades de 0.074 y 1.195 km², mientras que en la categoría media entre 1.21 y 2.32 km² con una longitud de 529 km y de 306 km sectores con una densidad de 2.33 y 3.44 km², comportamiento similar con el tipo de drenaje asociado a las quebradas. En cada uno de las tres densidades consideradas se presentan en menor longitud drenajes como esteros, estanque y lagunas elementos importantes que constituyen posibles áreas para la presencia del cocodrilo.

Gráfico 1. Pacífico Central: Longitud de la red de drenaje según densidad por km²

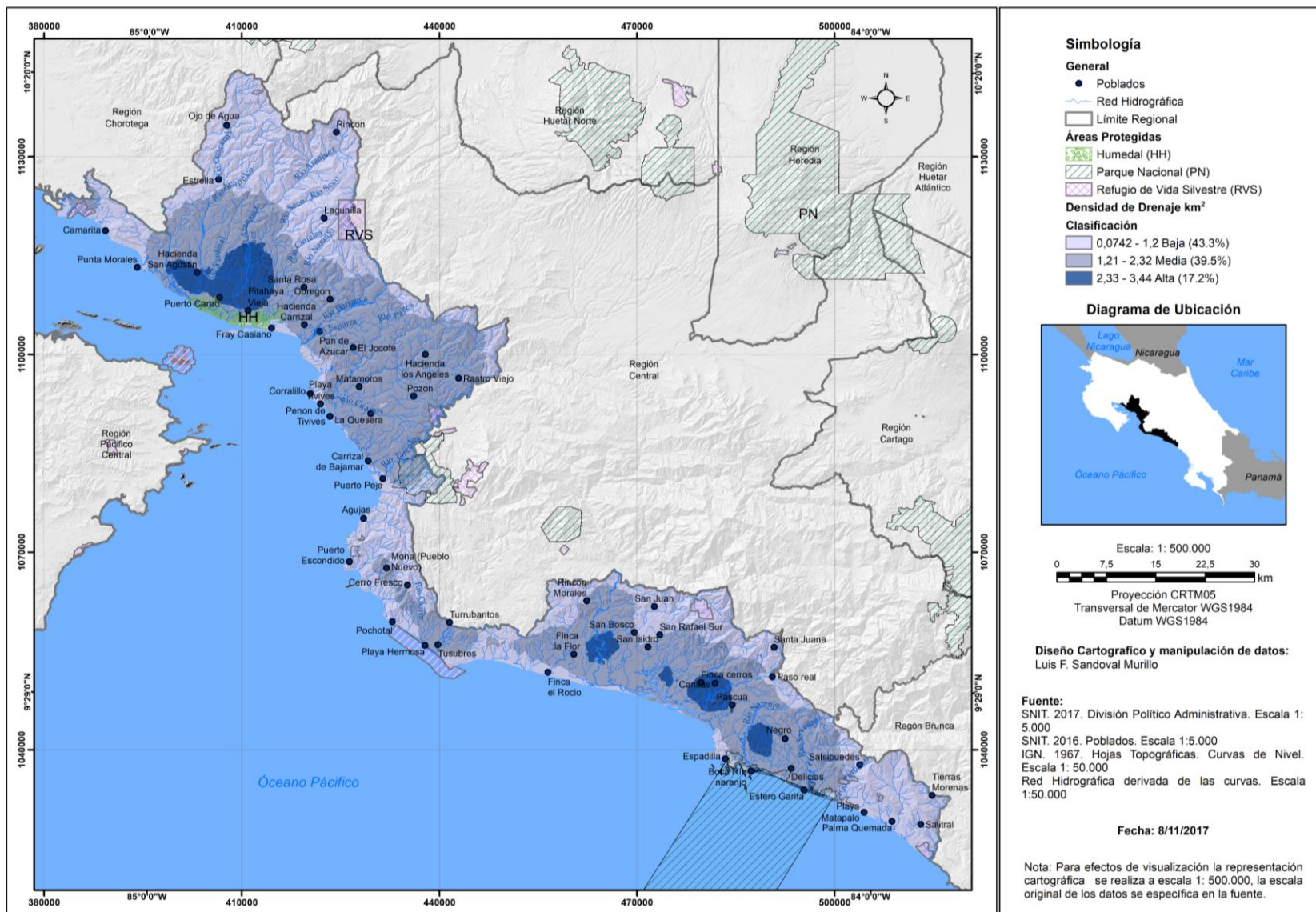


Fuente: Elaborado a partir de la red de drenaje derivada de las curvas de nivel a escala 1: 50.000.

La presencia hidrográfica en los sectores de mediana y alta densidad de ríos por km² del Pacífico Central, es producto de su tipo de formación geológica, la cual se caracteriza por llanuras estrechas, con la presencia de ríos cortos y de carácter torrencial en la parte alta y media está asociado a la irregularidad del relieve. Por otra parte el sector cercano a las costas los ríos son más sinuosos presentándose sectores pantanosos, manglares y esteros como en las ciudades de Puntarenas, Quepos, Parrita y el distrito de Caldera (Álvarez et al, 2014).

Estos elementos constituyen condiciones favorables para el hábitat del cocodrilo, donde prevalecen ríos de movimientos lentos, pantanosos, lagos, manglares, donde sus paisajes suelen estar asociados a vegetación o ser muy secos. Elementos que favorecen su presencia y donde permanecen sobre la orilla de los ríos y lagos en grandes agrupaciones. Algunos mantienen la mitad del cuerpo fuera o dentro del agua cubriendo casi toda su anatomía mientras otros son capaces de alejarse hacia la vegetación cercana y parecer inmóviles, (CrocoWorld, 2015).

Mapa 2. Densidad de la red de drenaje por km², Pacífico Central



4.1.2. Distribución del cocodrilo según las características de la topografía y las áreas de influencia a inundaciones.

La variable anterior representa solo un elemento característico del hábitat del cocodrilo, el cual en conjunto e interrelacionada con factores como la altitud y los sectores de inundación, durante periodos extensos de lluvia en las áreas más planas constituyen condiciones adecuadas para la presencia y desplazamiento de la especie. Como lo menciona García (2017), por las lluvias la cantidad de agua en los ríos se incrementa, por lo que los espacios de terrenos ocupados por el desarrollo de la ganadería, agricultura y viviendas son afectados por inundaciones, condiciones que generan una mayor posibilidad de desplazamientos del cocodrilo a espacios que ahora están ocupados por el agua y de forma circunstancial generan encuentros directos con la población.

El cuadro 14, muestra como referencia el avistamiento de cocodrilos y la preocupación que puede generarse por parte de los pobladores de que abandonen su hábitat habitual y se desplacen por las áreas ocupadas por el agua durante las inundaciones generadas por fuertes aguaceros o fenómenos atmosféricos importantes registrados en sectores como Chacarita, Pavón, Puerto Jiménez y Bahía Ballena.

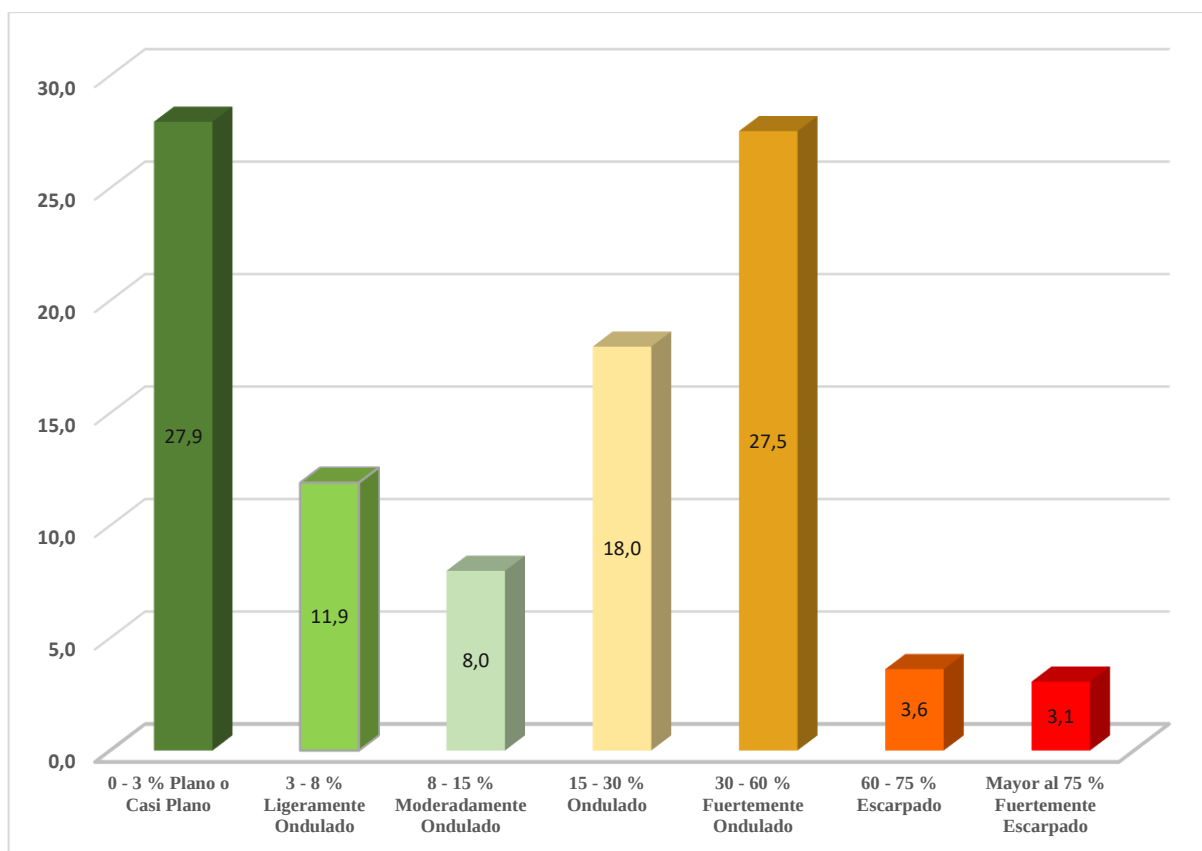
Cuadro 14. Reporte de avistamiento y atención de cocodrilos según reportes del 911

Fecha - Hora	Ubicación	Comentario	Evento
16-Sep-2016 09:16:16	Puntarenas, Puntarenas, Chacarita	Le preocupa que el estero está lleno y ahí hay lagartos	inundaciones
16-Nov-2016 19:29:22	Puntarenas, Golfito, Pavón	¿Hay otro tipo de riesgos?: teme que ya hay 1 laguna donde hay cocodrilos y teme que se salgan.	
17-Nov-2016 08:08:07	Puntarenas, Golfito, Puerto Jiménez	¿qué daños observa?: inundación de las casas indica que hay manglares y temen por los cocodrilos	
17-Nov-2016 08:08:07	Puntarenas, Golfito, Puerto Jiménez	¿hay otro tipo de riesgos?: si los cocodrilos que hay en el manglar	
27-Nov-2016 19:44:38	Puntarenas, Osa, Bahía Ballena	¿Hay otro tipo de riesgos?: dice que hay muchos lagartos en la zona.	

Fuente: Elaborado a partir de reportes del 911

El Pacífico Central se caracteriza por la distribución de las pendientes que van de 0 – 15% y comprenden un 47.8 % de la región, Gráfico 2, se caracterizan por ser planas o casi planas a relieves ligeramente ondulados, este tipo de clasificación presenta pocas limitaciones para el desarrollo de actividades antrópicas lo que incrementa su desarrollo y expansión, (mapa 3). Sin embargo, por sus características geomorfológicas presentan una relación directa con zonas susceptibles a inundación, asociadas a grandes precipitaciones que provocan que algunos años sean utilizadas por los cocodrilos para su desplazamiento, (Larriera, Piña y Dacey, 2008), principalmente en las cercanías del río Lagarto, Guacimal, Sardinal, Aranjuez, Ciruelas, Naranjo, San Miguel, Barranca, Jesús María, Machuca, Grande de Tárcoles, Tarcolitos, Agujas, Tusubres, Tulin, Pirris, Palo Seco, Seco, Sucio y Quebrada Esperanza, Palo, Trinidad, Bejuco, Buena Vista y San Julián.

Gráfico 2. Pacífico Central: Clasificación de Pendiente en porcentaje

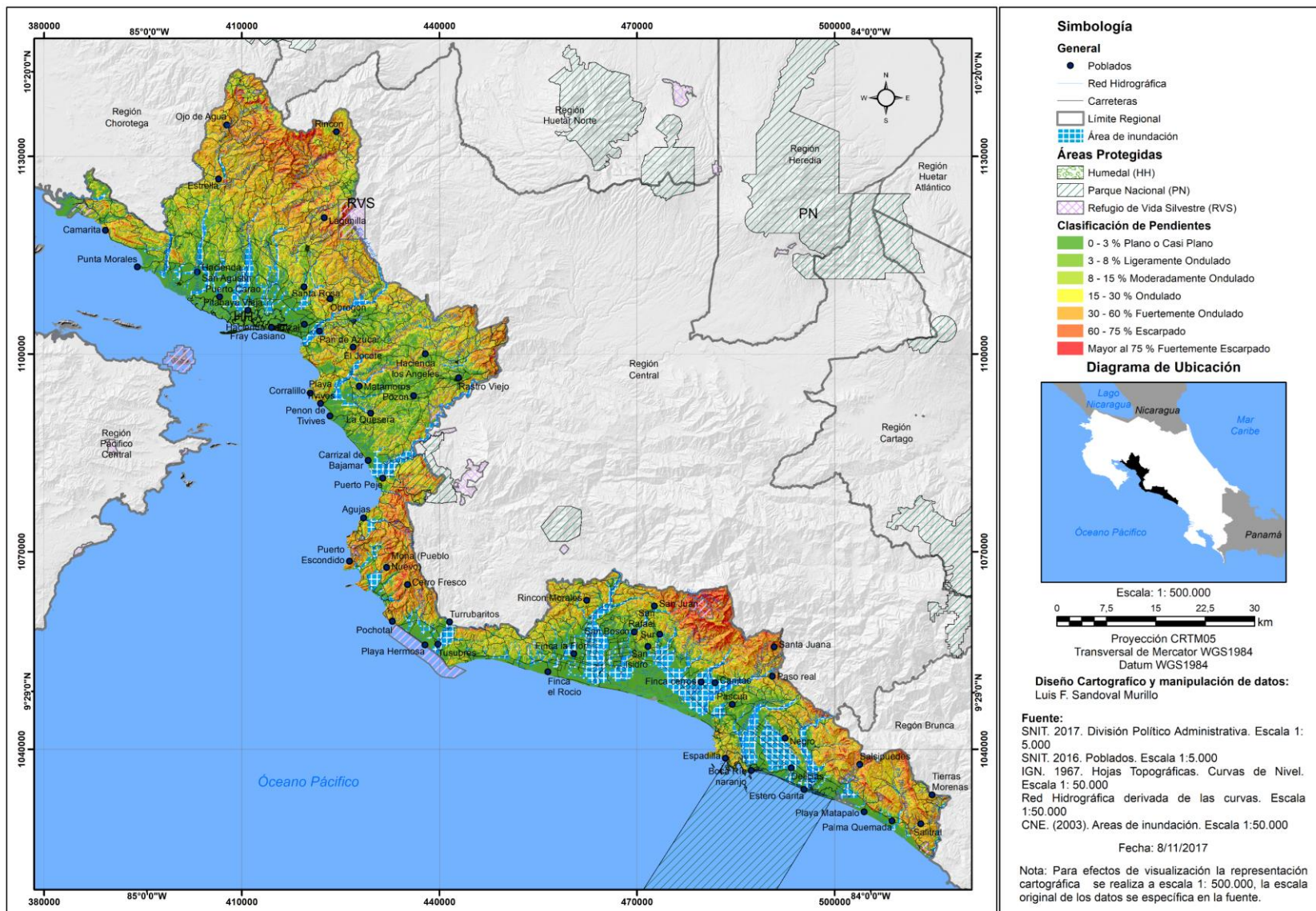


Fuente: Elaborado a partir de las curvas de nivel de las hojas topográficas a escala 1:50.000.

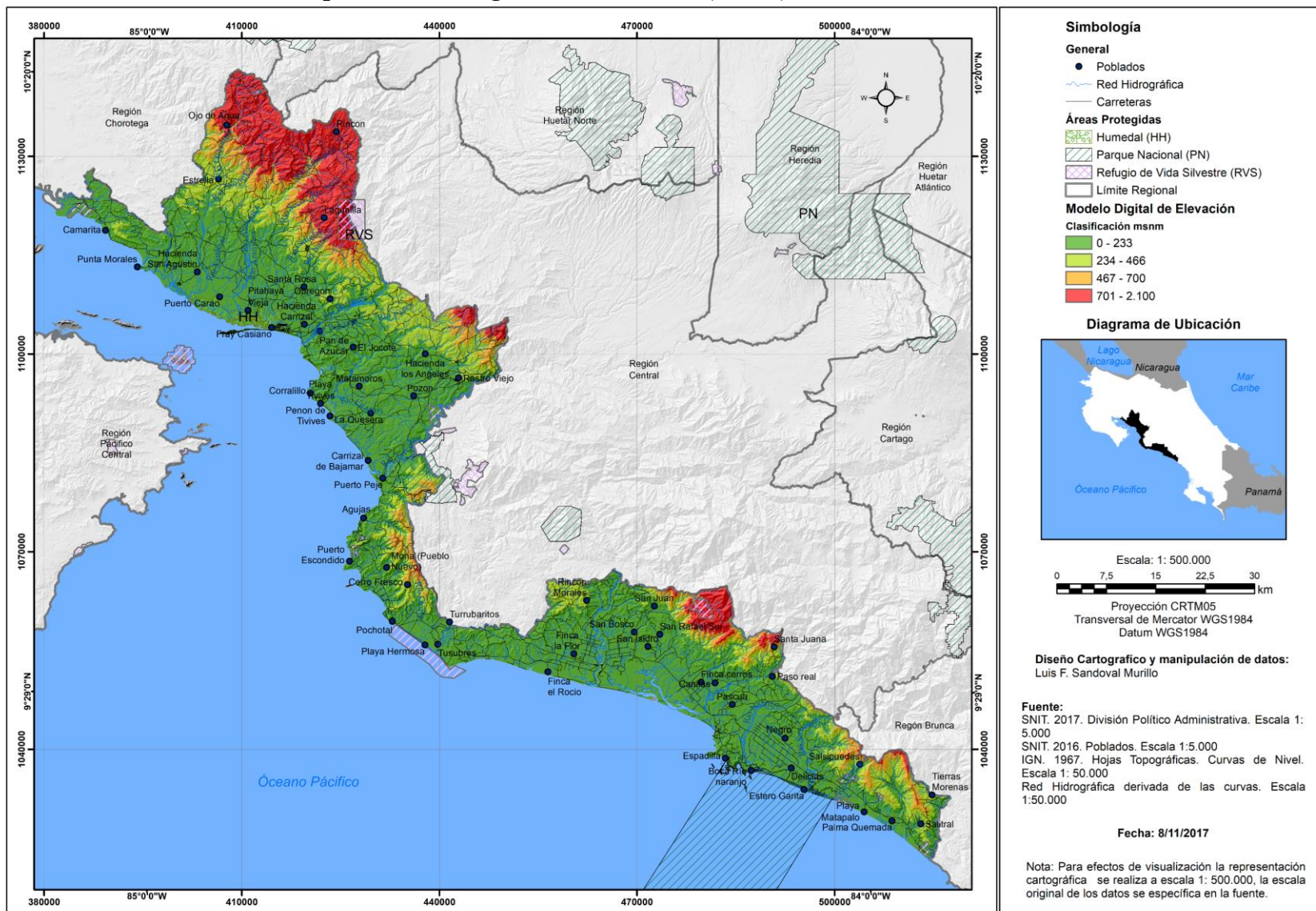
Las áreas con pendientes mayores al 15% abarcan un 51,7% total del área, lo que establece fuertes limitaciones de uso del suelo por la ondulación de la superficie. En estos sectores se permite usos de cobertura vegetal semi-permanente y permanente, con un riesgo de inundación leve por las elevaciones de la topografía constituyen áreas poco viables para la presencia del cocodrilo.

La segregación de la topografía representa una clara identificación de las áreas más factibles para la presencia del cocodrilo mismas que concuerdan con clasificaciones del relieve establecida por MIDEPLAN (2014), donde la topografía de la región se caracteriza por la presencia de pendientes moderadas a fuertemente onduladas, estableciendo tres tipos de zonas baja, media y alta. La primera comprende elevaciones menores a los 240 msnm con la presencia de suelos de origen aluvial siendo la de mayor presencia en la región, condiciones óptimas para la presencia del cocodrilo, entornos similar para la zona media la cual catalogan entre los 240 y los 700 m.s.n.m, la parte alta comprante elevaciones superiores a los 700 m.s.n.m donde es inusual la presencia del cocodrilo por la representación de pendientes pronunciadas, (Chaves, (1991) (mapa 4).

Mapa 3 Clasificación de Pendientes y Áreas de Influencia a Inundaciones, Pacífico Central



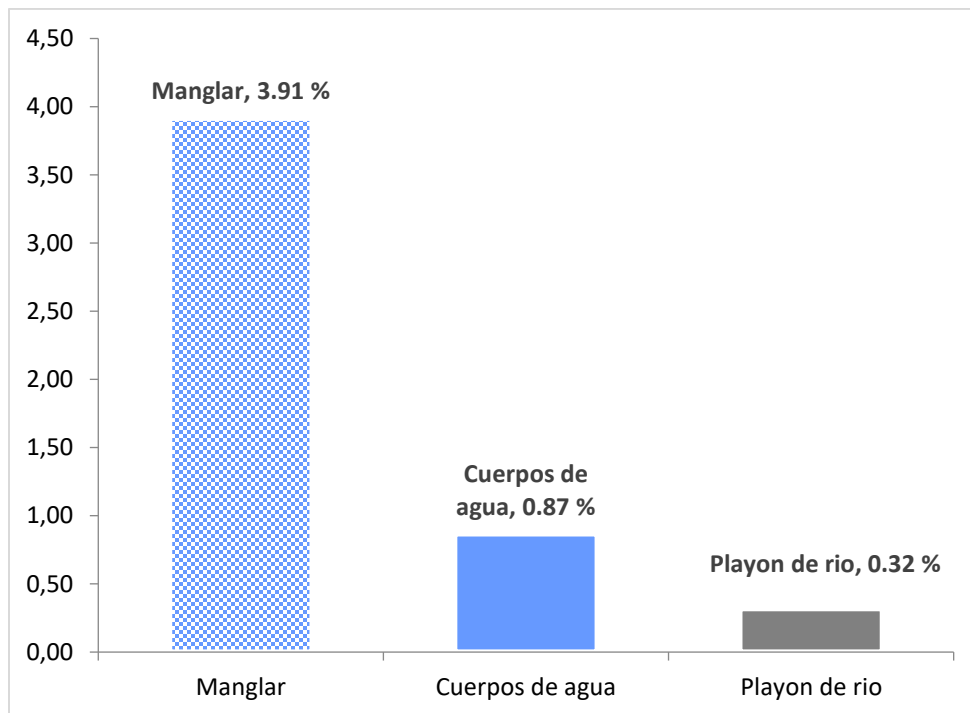
Mapa 4. Modelo Digital de elevaciones (msnm), Pacífico Central



4.1.3. Distribución del cocodrilo de acuerdo con el uso de la tierra.

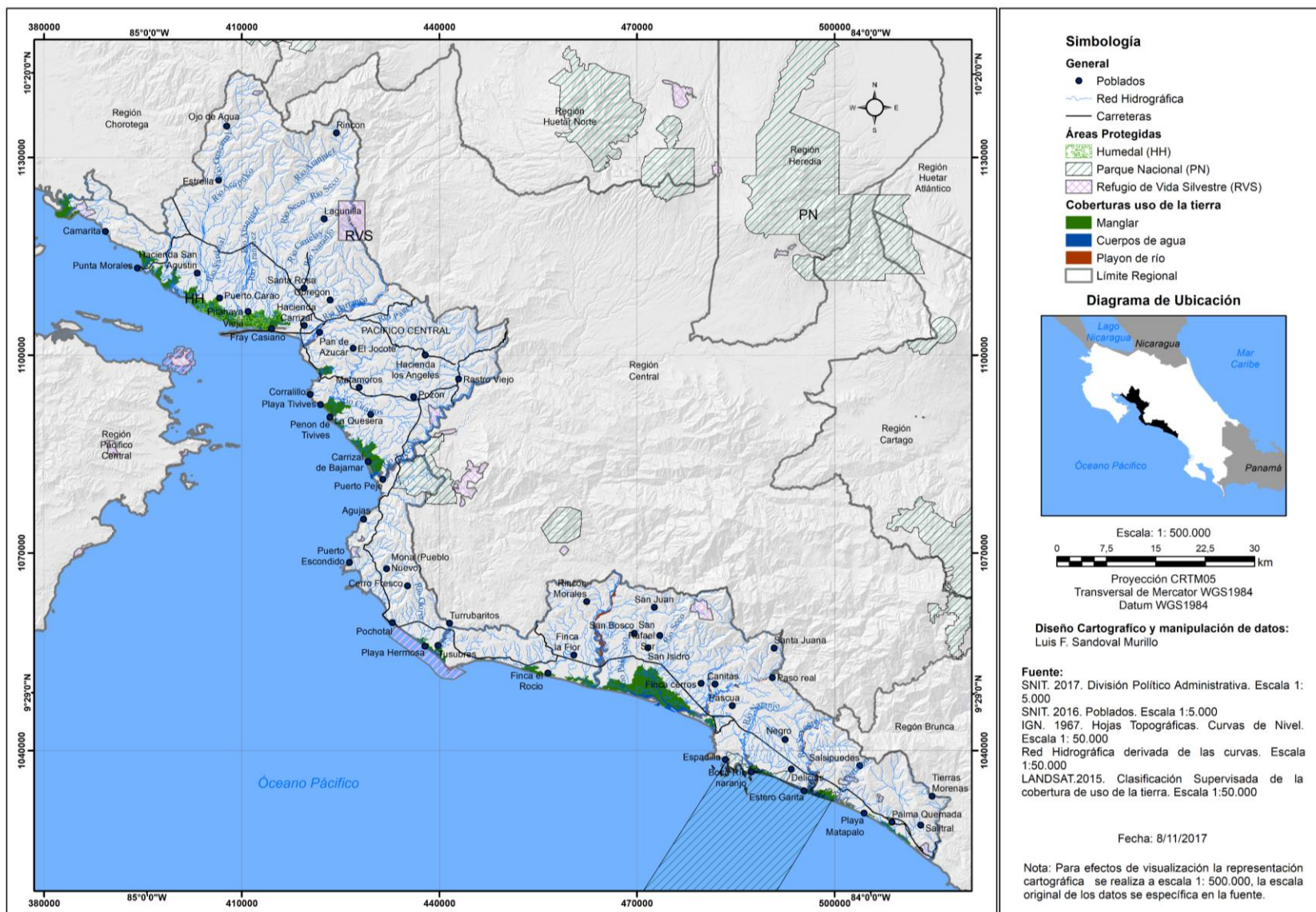
Otro de los elementos básicos característicos del hábitat para la presencia del cocodrilo lo constituyen los manglares, ríos anchos y los cuerpos de agua, los cuales representan un 5.10 % de la superficie total de la Región Pacífico Central, constituidos por manglares con un 3.91%, cuerpos de agua 0.87% y playones de río con un 0.32%, gráfico 3, mapa 5. Destacando sectores de ríos como; Lagarto, Sardinal, Tusubres, Pirris y Esteros como Cantón, Tendal, Morales, Marta Sanchez, Ombligo, Loros, Ceibo, Guacalillo, Los Diegos, Roto, Zapote, Barbudal, Tárcoles, Jesús María y Palo Seco, espacios que reúnen las condiciones óptimas para la presencia del cocodrilo, de acuerdo a lo expresado por Bolaños (1993), estos habitan los manglares del Pacífico y los ríos que los irradian, ingresa tierra adentro por los cauces de los ríos más caudalosos y anchos y su frecuencia aumenta conforme se pasa el umbral que marca el inicio del manglar.

Gráfico 3. Pacífico Central: Hábitat del cocodrilo en relación al tipo de cobertura de uso de la tierra (Porcentaje)



Fuente: Elaborado a partir de la clasificación de imágenes Landsat Año 2015.

Mapa 5. Distribución del *Crocodylus acutus* de acuerdo con el uso de la tierra, Pacífico Central



4.1.4. Hábitats Potencial de *Crocodylus acutus*.

La realización del hábitat potencial de esta especie se realizó tal como se evidencio en el apartado metodológico 3.6.2.1.4, agrupando variables y clasificando el hábitat potencial, donde se consideraron las condiciones óptimas para la presencia del cocodrilo, la cual constituyen elementos como: aguas continentales (ríos de agua dulce), estuarinas en zonas costeras asociados a segmentos de ríos con agua salada, lagunas costeras, elevaciones menores a los 700 m.s.n.m y manglares, así como cuerpos de agua dulce (reservorios) tierra adentro, (Carvajal, Saavedra y Alava, 2005). La identificación de cada uno de estos elementos en la Región Pacífico Central, facilitó la elaboración de las áreas más propensas a la presencia del cocodrilo mediante el cruce de cada una de las condiciones que favorecen localización espacial, mapa 6, el cuadro 15 muestra la clasificación potencial del hábitat en tres sectores contemplados como habitad potencial alto, medio y bajo.

Cuadro 15. Región Pacífico Central, Clasificación del hábitat potencial y superficie

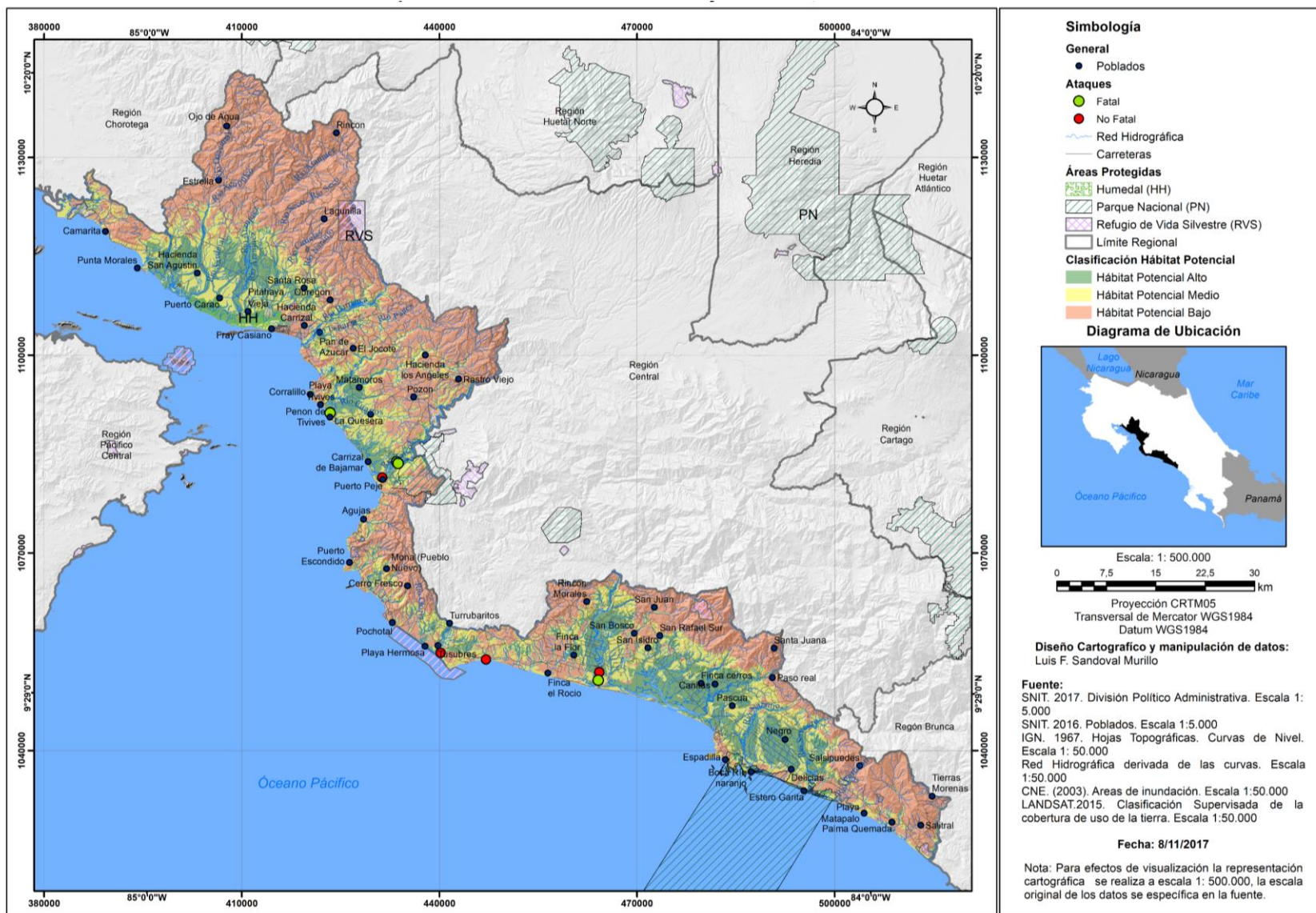
Clasificación hábitat	Hectáreas	Porcentaje
Hábitat Potencial Alto	59484,0	21,5
Hábitat Potencial Bajo	117781,4	42,5
Hábitat Potencial Medio	99658,0	36,0

Fuente: Elaboración propia

El hábitat potencial alto se caracteriza por elementos como cuerpos de agua, una alta densidad de la red de drenaje (1.862 – 3.053 km²), donde se destacan ríos importantes como el Jesús Maria, Tivives y El Grande de Tárcoles, además de manglares, esteros, elevaciones menores a los 240 m.s.n.m, y áreas propensas a inundaciones, representando el 21.5 % del Pacífico Central, cuadro 14, estas condiciones propician la posibilidad de una alta presencia del cocodrilo, al presentar una alta relación de las variables óptimas características de su hábitat.

El hábitat potencial medio, presenta una moderada densidad de ríos por km² entre 1.196 – 1.861 km², la presencia de coberturas de uso de la tierra como pasto y bosque en pendientes moderadas, cuerpos de agua, cultivos y elevaciones entre 234 – 466 m.s.n.m, representando un 42.5% de la Región, mapa 5. Estas condiciones son poco viables para la presencia del *Crocodylus acutus* ya que no se presenta las características necesarias para su hábitat. Con respecto al Hábitat potencial Bajo la posibilidad de la presencia del cocodrilo son escasas a nulas, ya que las condiciones de esta categoría muestra una insuficiente densidad de la red de drenaje por km² (0.074 – 1.195), nula presencia de cuerpos de agua, manglares y pendientes superiores a los 467 m.s.n.m. abarcando una superficie de un 36% de la Región.

Mapa 6. Hábitats Potencial del *Crocodylus acutus*, Pacífico Central



4.2. Variables socio – ambientales para la evaluación y determinación de la alteración y pérdida del hábitat del cocodrilo.

El espacio geográfico es la sumatoria de cantidad de elementos y actividades humanas, como la presencia de vías de comunicación, crecimiento de la población, asentamientos consolidados como Puntarenas y una dispersión de infraestructura residencial y actividades agropecuarias, actividades concernientes a la alteración de espacios naturales, relaciones e interacciones que influyen en el incremento de encuentros entre los seres humanos y la vida silvestre.

4.2.1. Crecimiento de la población y la expansión de asentamientos.

Según datos del INEC (2011), la Región Pacífico Central posee un total de 243, 295 habitantes, representando un 5.7% de la población total del País. La cual está distribuida porcentualmente, a nivel regional entre hombres y mujeres en un 50%, concentrada en zonas urbanas con un 65.8% y áreas rurales con 34.2% de la población, el cantón con mayor cantidad de habitantes es Puntarenas (115.019 hab), seguido de Esparza (28.644), Aguirre (26.861) y cantones como Montes de Oro, Parrita, Garabito y San Mateo con un total menor de 20.000 habitantes, cuadro 16.

Cuadro 16. Región Pacífico Central: Población total, según cantón. 2011

Cantón	Total	Porcentaje
Total	243.295	100
Puntarenas	115.019	47,3
Esparza	28.644	11,8
Aguirre	26.861	11,0
Orotina	20.341	8,4
Garabito	17.229	7,1
Parrita	16.115	6,6
Montes de Oro	12.950	5,3
San Mateo	6.136	2,5

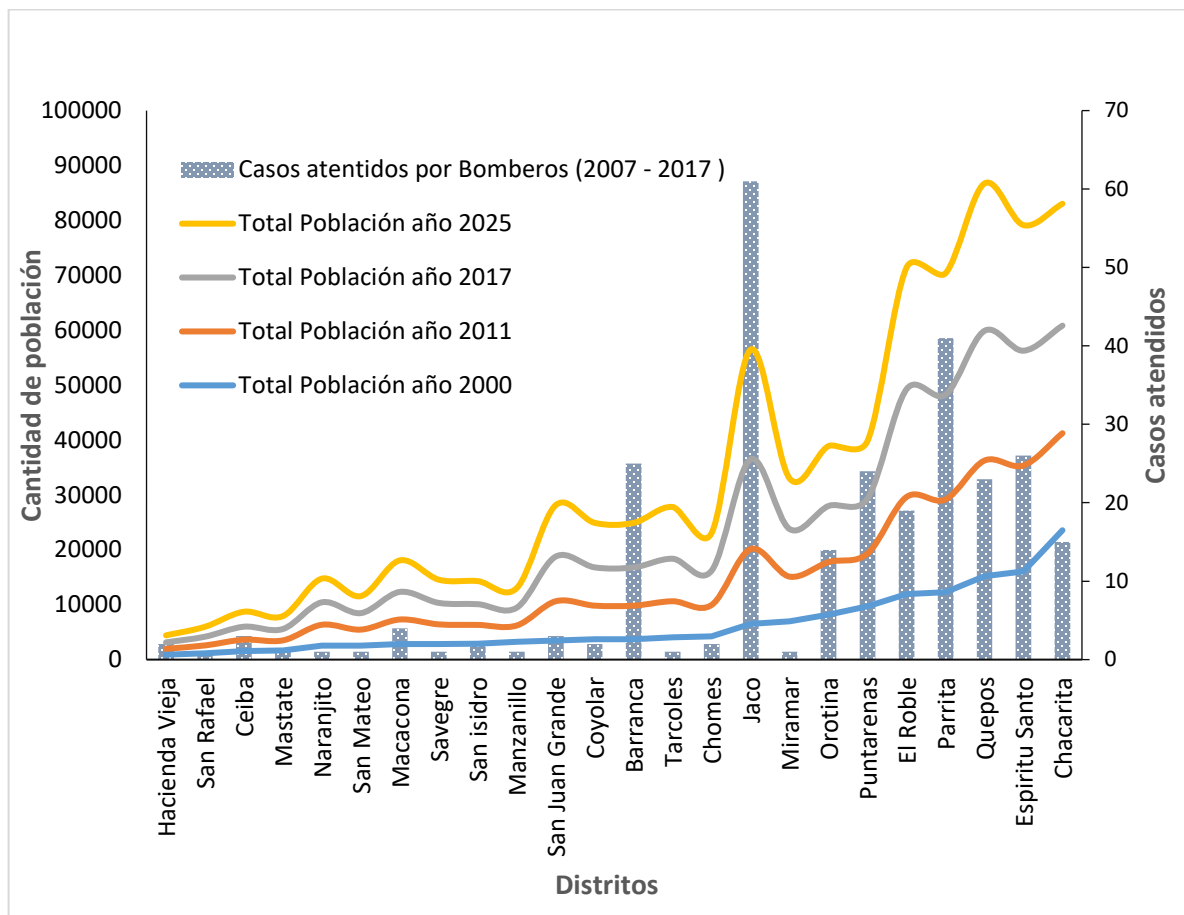
Fuente: Elaborado a partir de datos estadísticos INEC (2011)

La población estimada por el censo del año 2000 fue de 201.352 habitantes, lo que significa un aumento en la población total de la región de un 20,8% entre el año 2000 y 2011, cifra mayor que el crecimiento a nivel nacional, el cual presentó un 12,9% de incremento poblacional. El Gráfico 4 muestra el crecimiento de la población a partir del año 2000, de forma sostenida, donde sobresalen distritos como Quepos el cual paso de 6.491 habitantes en el año 2000 a 16.342 habitantes para la proyección del año 2025, situación que se mantiene para cada uno de los distritos que conforman la región, mapa 7. Adicionalmente de acuerdo a los casos atendidos por bomberos se evidencia una mayor atención de interacciones entre cocodrilos y humanos en los distritos de Barranca, Puntarenas, Parrita, Quepos y Jaco, distritos que presentan un incremento significativo de su población para el año 2025, lo que podría acrecentar dicha interacción y por ende el aumento en los casos a atender en el futuro por el cuerpo de bomberos.

El incremento de la población conlleva la expansión de asentamientos de forma dispersa en el Pacífico Central, acciones que implican un vínculo directo con el ambiente y sus recursos, Zurrita et al (2015) alude el desequilibrio de los ecosistemas al acelerado crecimiento demográfico y la distribución desigual de la población en el territorio al interactuar con disconformidades sociales y regionales, características presentes en el Pacífico central. Donde destacan a nivel socioeconómicos el desempleo (la tasa alcanzaba el 5,9% en el 2005), el desequilibrio urbano y el precarismo, la infraestructura subdesarrollada, el contrabando de drogas y el marginamiento social, en el ámbito ambiental la presencia de problemas de deforestación, la contaminación, la sobreexplotación y la pérdida de los ecosistemas colocan en una situación sumamente frágil a los ecosistemas de la región (Estado de la Nación, 2011).

La problemática mencionada y el incremento poblacional en la región, de acuerdo al SINAC (2011), constituye uno de los factores que favorecen la convergencia territorial entre los seres humanos y el cocodrilo, lo cual ha potencializado la interacción entre ambas especies ya sea por el efecto del cocodrilo en actividades productivas, el temor en las poblaciones humanas y los daños que sus ataques provocan en las mismas, así como las actividades humanas que reducen su hábitat.

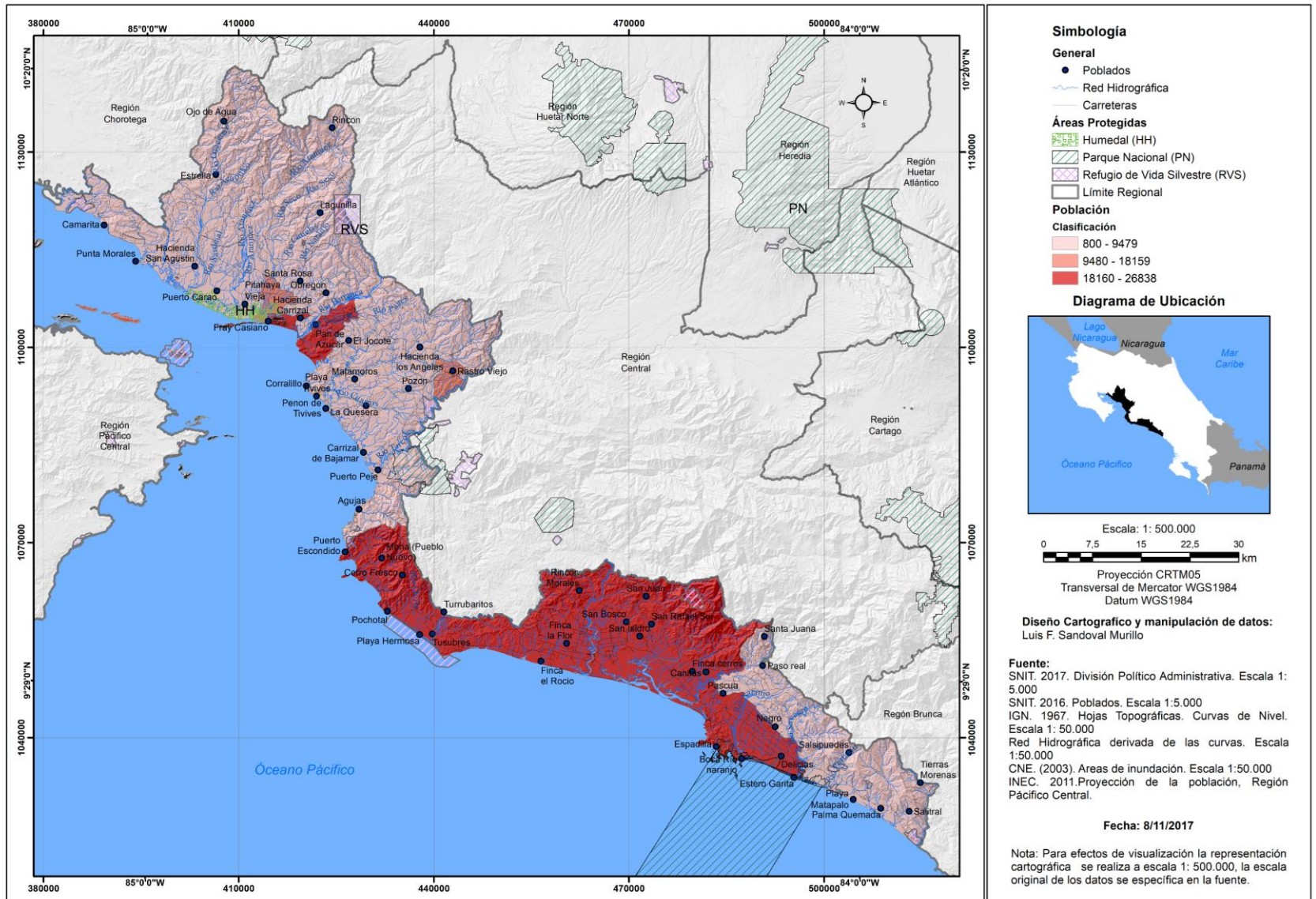
Gráfico 4. Pacífico Central: Crecimiento de la población y casos atendidos por Bomberos



Fuente: Elaborado a partir de datos del INEC proyección de la población al año 2025 y Cuerpo de Bomberos

El crecimiento de la población implica la demanda de nuevos espacios para el desarrollo asentamientos humanos y actividades agro-pastoriles. El gráfico 7 muestra el incremento de manchas residenciales dispersas en la región entre los años 2000 y 2015, pasando de 1613 ha a 2636 ha respectivamente. El aumento progresivo de la población, asentamientos y expansión de la red vial, son factores que incrementan la alteración del medio, acrecentando la interacción directa con la vida silvestre. Sandoval y Duran (2013) menciona que se genera una relación más directa entre humanos y cocodrilos, lo cual ha contribuido en un mayor número de ataques a pobladores de las comunidades ribereñas.

Mapa 7. Proyección de la Población para el año 2025, Pacífico Central



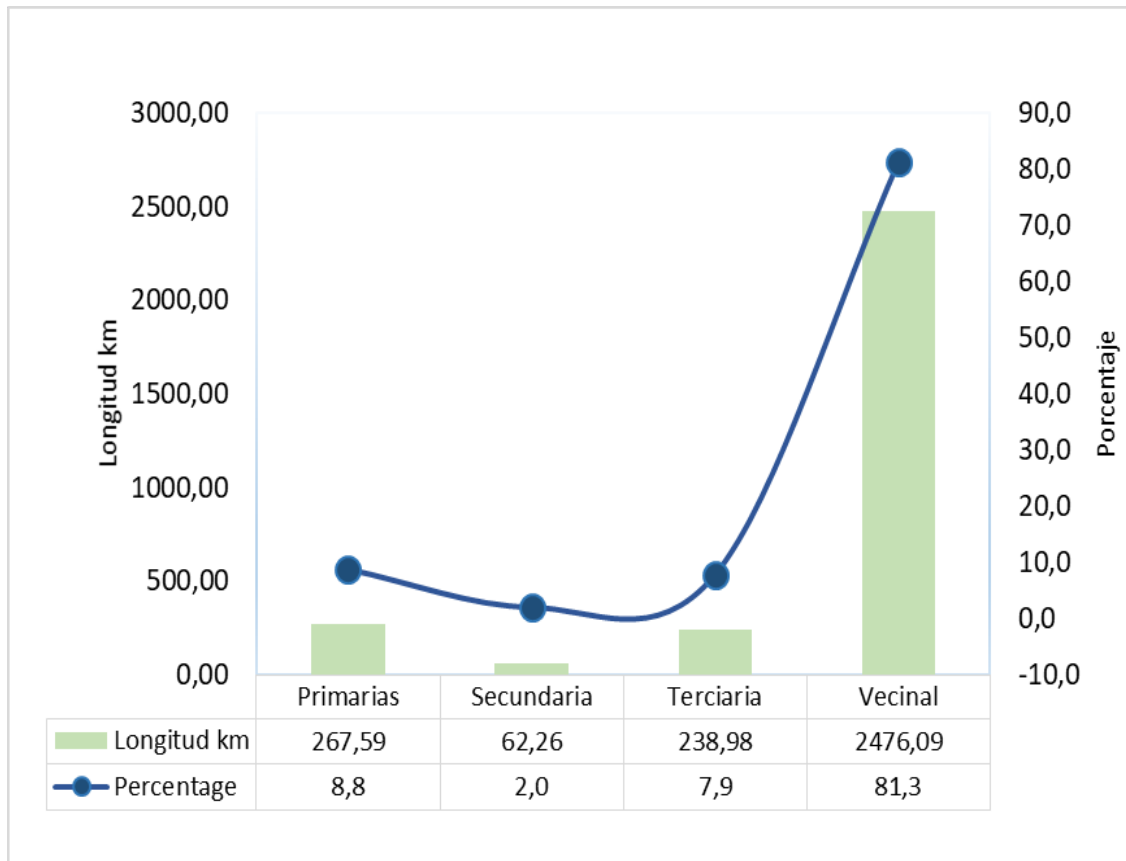
4.2.2. Alteración del hábitat por cercanía de actividades producto del desarrollo de vías de comunicación y densidad de poblados

El crecimiento de la infraestructura vial, se consideran como obras que constituyen un beneficio para la sociedad e incremento económico de las regiones, con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes, sin embargo la apertura vial acompañado del aumento de actividades humanas, causan efectos negativos sobre el ambiente, asociados a la fragmentación de hábitats dispersión y disminución de especies de flora y fauna, (Pilar et al, 2006). La expansión de la infraestructura vial en el Pacífico Central, implica el acercamiento directo del ser humano con muchas especies silvestres, dentro de la que destaca el cocodrilo, por lo que al invadir su hábitat natural, contacto que incrementan las interacciones.

El Pacífico Central presenta una alta densidad vial, conformada por vías primarias (Nacionales) 267.59 km, secundarias 62.26 km, terciarias 238.98 y vecinales 2476 km, gráfico 5. Con respecto a las vías primarias destacan rutas como la Interamericana (ruta 1) y la ruta Nacional José María Castro Madriz (ruta 27). Ambas vías presentan un alto nivel de tránsito, Además, de disminuir considerablemente el tiempo de viaje para visitar los atractivos turísticos de la Región como lo son sus áreas protegidas y playas, los cantones de Garabito, Aguirre y Parrita se han beneficiado por el incremento del turismo nacional. Esta accesibilidad a la zona se ha transformado en un aspecto clave para el desarrollo local de la región, (Álvarez, Calvo, Coto, Gómez, Rodgers y Villalobos, 2014).

La accesibilidad vial y su desarrollo además de generar beneficios como los mencionados, evidencian impactos importantes en el ambiente principalmente en la flora y fauna, provocando un contacto más directo con la vida silvestre. Esta problemática se refleja en el Pacífico Central, acompañado de un incremento de la presencia turística y el acrecentamiento de la población de especies como el cocodrilo, que si bien son atractivos para los visitantes, también representan un peligro y no se visualizan políticas de control animal para estas situaciones, un ejemplo de ello es el Tárcoles, (Fontana y Solís ,2016).

Gráfico 5. Pacífico Central: Longitud en km según tipo de vías



Fuente: Elaborado a partir de datos del proyecto Terra Red de caminos a escala 1: 25.000

La presencia de una amplia red vecinal con un 81.32 % de las vías de acceso a lo interno de la región, facilitan el desplazamiento e incrementando del desarrollo de actividades agrícolas, pastoriles y urbanas. Los cultivos han presentado un incremento importante en los últimos 15 años pasando de 29303 ha en el año 2000 a 41133 ha en el 2015, acompañado de un incremento en el desarrollo urbano presentando 1613 ha en año 2000 y 2363 ha para el año 2015, (Gráfico 7). Adicionalmente este desarrollo se genera en sectores cercanos al río Barranca, río Pirris y manglares, áreas que reúnen las condiciones óptimas para la presencia cocodrilo.

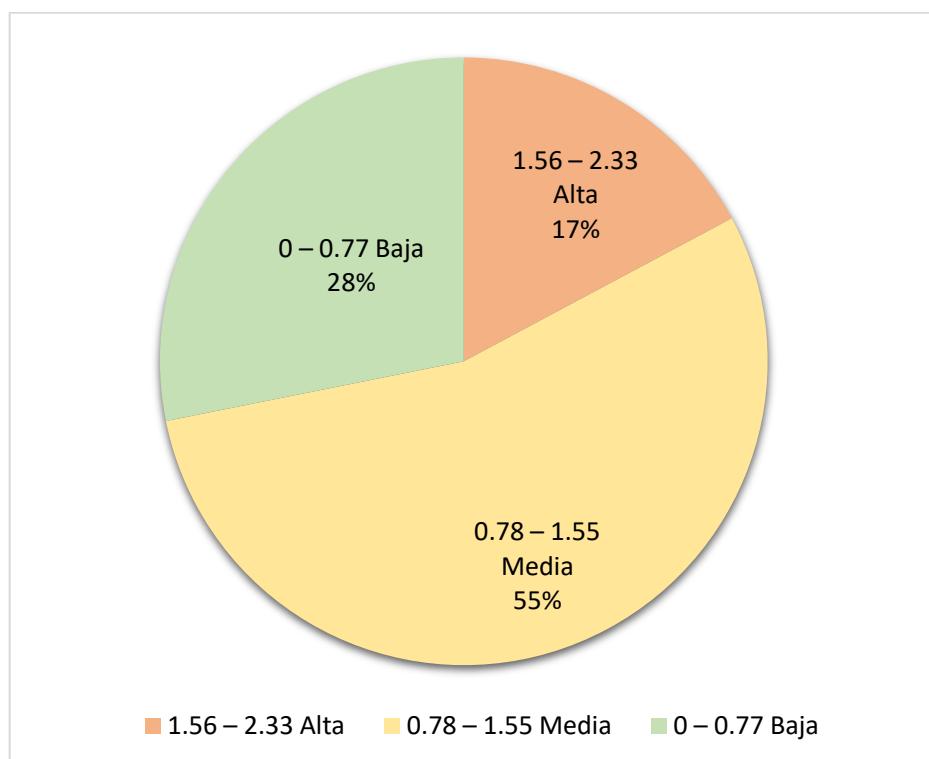
El desarrollo de la red de caminos contribuye y favorece al crecimiento y surgimiento de nuevos centros poblados facilitando la comunicación entre ellos, esta dinámica se refleja en el mapa 8, donde se evidencia la densidad de poblados por km² en

la región y se clasifica en tres rangos la primera con una concentración de centros poblados entre 1.56 a 2.33 por km² representa un 17.19% del área de estudio y se localiza en el sector noreste del centro urbano de Puntarenas. Abarcando los distritos de Barranca, Espíritu Santo, San Juan Grande, Labrador, Puntarenas y una pequeña área en el distrito de Parrita.

Los distritos mencionados en relación con el mapa 6 del hábitat potencial de la especie, refleja amplios sectores con una alta posibilidad a la presencia del *cocodrilo*, al disponer de características como manglares, cuerpos de agua, cauces de ríos y playones, referente a los ríos Barranca, Jesús María, Machuca, Ciruelas, Seco y las quebradas Negros, Palos y Tigres. La relación de estos dos sectores constituye una alta interacción entre seres humanos y cocodrilos, que influye en una mayor incidencia a ataques.

La segunda categoría corresponde a una densidad de centros poblados entre 0.78 a 1.55 km², representando un 54.7% de la superficie de la Región (Gráfico 6), en los distritos de Chomes, Pitahaya, Tárcos, Jaco y Parrita. Se resalta la presencia de ríos importantes como Lagarto, Guacimal, Aranjuez, Tárcos, Jesús María, Tarcolitos y Agujas, cauces asociados al hábitat potencial de la especie ya que cumplen con las condiciones para su presencia. La tercera categoría representa los sectores con menor densidad de poblados por km², correspondiente a los distritos de Jaco y Parrita, en un 28.15 % de la Región, en áreas con relieves irregulares donde predomina la cobertura boscosa, mapa 11.

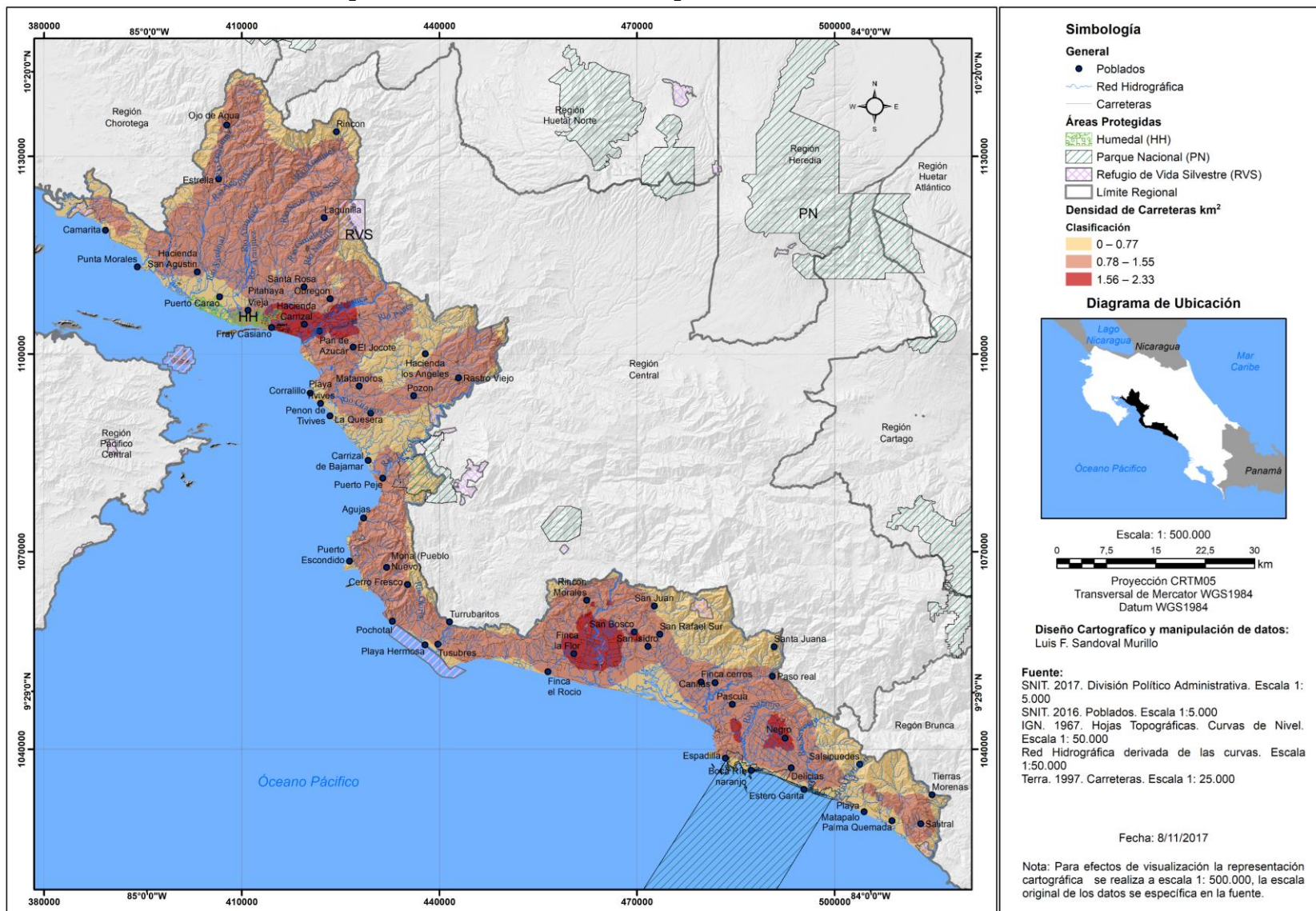
Gráfico 6. Pacífico Central: Central, Densidad de Poblados por km²



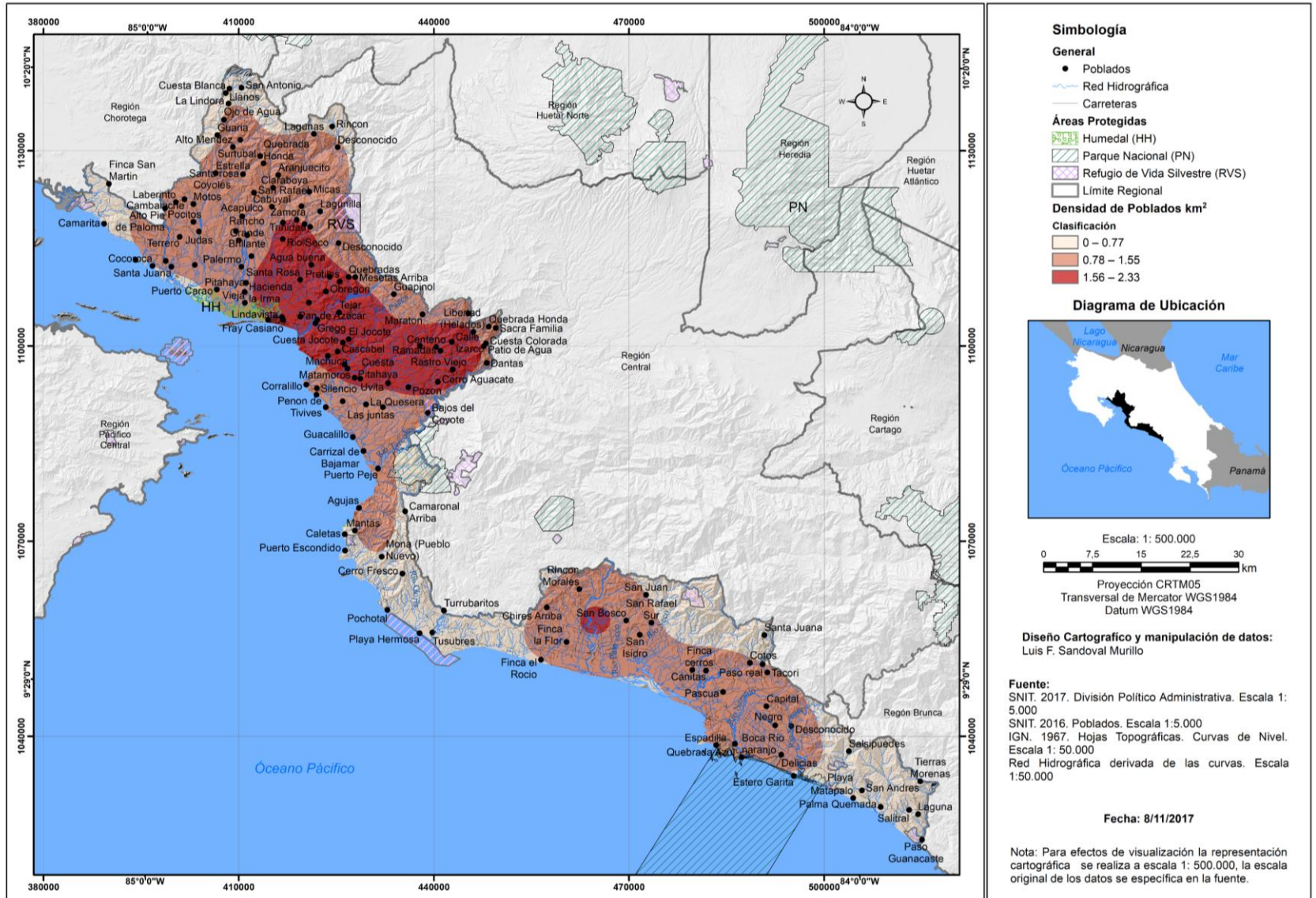
Fuente: Elaborado a partir de datos de poblados del IGN. 2007. CENIGA. San José.

La alta y media densidad de centros poblados (mapa 9) y la presencia de una densa red de caminos (mapa 8), como se mencionó constituyen elementos antrópicos que propician una mayor interacción entre la población humana y el *cocodrilo*. Ya que contribuye al incremento de actividades humanas, que alteran y modifican las condiciones propias de su hábitat. Acciones que han sometido a la especie a un gran estrés por la pérdida del hábitat, la contaminación de las fuentes de agua, la reducción de las poblaciones de las presas naturales y la cacería furtiva (Hernández, 2007).

Mapa 8. Densidad de Carreteras por km², Pacífico Central



Mapa 9. Densidad de Poblados por km², Pacífico Central



4.2.3. Cobertura de uso de la tierra y fragmentación del hábitat del cocodrilo por el desarrollo de las actividades antrópicas en las dinámicas de uso de la tierra

En el desarrollo de este apartado se abordó elementos como el área de cada una de las categorías que conforman el uso de la tierra para los años 2000 y 2015 y sus respectivos cambios en el tiempo (pasado y futuro), así como la aplicación de índices biométricos como el número de fragmentos, desviación estándar y tamaño medio, asociado al hábitat potencial del *Crocodylus acutus*.

4.2.3.1. Cobertura de uso de la tierra Pacífico Central 2000 - 2015

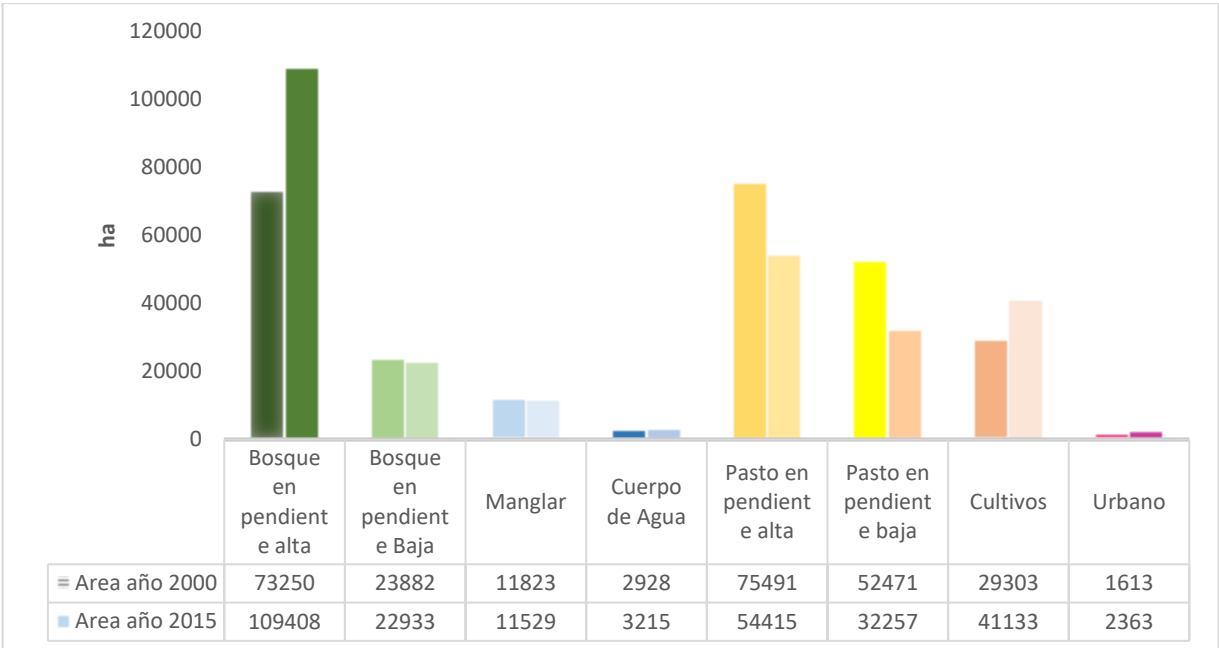
De acuerdo a los resultados (gráfico 7 y mapa 10 y mapa 11) el Pacífico Central, muestra la distribución de las categorías de uso de la tierra para los años 2000 y 2015. Donde el bosque en pendientes altas se localiza en la parte norte de la región, donde se presentan fuertes pendiente asociados a la irregularidad del relieve propias de la cordillera de Talamanca (Montañas de Herradura y sistema montañoso del Pacífico Central), así como la presencia de áreas de conservación como el Refugio de Vida Silvestre Peñas Blancas, Parque Nacional Carara y Manuel Antonio. Condiciones que ha contribuido a la conservación de la cobertura boscosa, la cual mostro un incremento de su cobertura pasando de 73.250 ha en el año 2000 a 109408 ha para el año 2015, significando un incremento de un 13% en el lapso de 15 años.

La clasificación de bosque en pendiente baja presentó una disminución de su superficie cercana a los 950 ha (1%), reducción asociada a que está en un contacto más directo con el desarrollo de actividades antrópicas. Producto de la ocupación extensiva de la actividad agrícola, misma que continúa y afecta los pequeños fragmentos de bosque, localizados principalmente en las zonas aledañas, Barrantes y Sandoval (2016). Las coberturas con una mayor relación con el hábitat del *cocodrilo*, son los manglares y cuerpos de agua, mostrado una disminución de 294 ha para la categoría de manglares entre los años 2000 y 2015, en parte asociado a la expansión de los cultivos de caña de azúcar y de camarones, las salineras, actividades que eliminan cientos de hectáreas de manglar,

(Quesada, 2011). Así como proyectos extensivos de producción de piña que se están desarrollando en las zonas aledañas al manglar.

Categorías de uso como los cultivos representan una alta alteración de los ecosistemas cercanos donde se desarrollan, ocasionando en muchos casos una mayor interacción con la vida silvestre, acciones que potencializan la incidencia de ataques entre humanos y especies como el cocodrilo, al implementarse en áreas que reúnen las condiciones óptimas para su presencia. El Pacífico Central para el periodo 2000 – 2015 ha presentado un incremento de un 4.2% de su superficie en actividades agropecuarias los que significa un incremento de 11.830 ha. De acuerdo a datos del Plan Regional de Desarrollo Agropecuario y Rural 2016 – 2018, en la región se presentan actividades, que han incrementado considerablemente su área como el arroz el cual paso de 5340 ha a 7970 ha, producto de las mejoras a nivel organizacional (COOPARROZ) y la piña la cual presento un incremento de 946 ha, asociado al desplazamiento de áreas productivas de otras regiones. Según Acuña (2006), en las plantaciones de piña, el suelo se mantiene completamente expuesto y se emplea mucho agroquímico, lo que hace suponer un impacto ambiental severo, acciones que afecta directamente el hábitat de especies como el *cocodrilo*.

Gráfico 7. Pacífico Central: Cobertura de uso de la tierra años 2000 – 2015

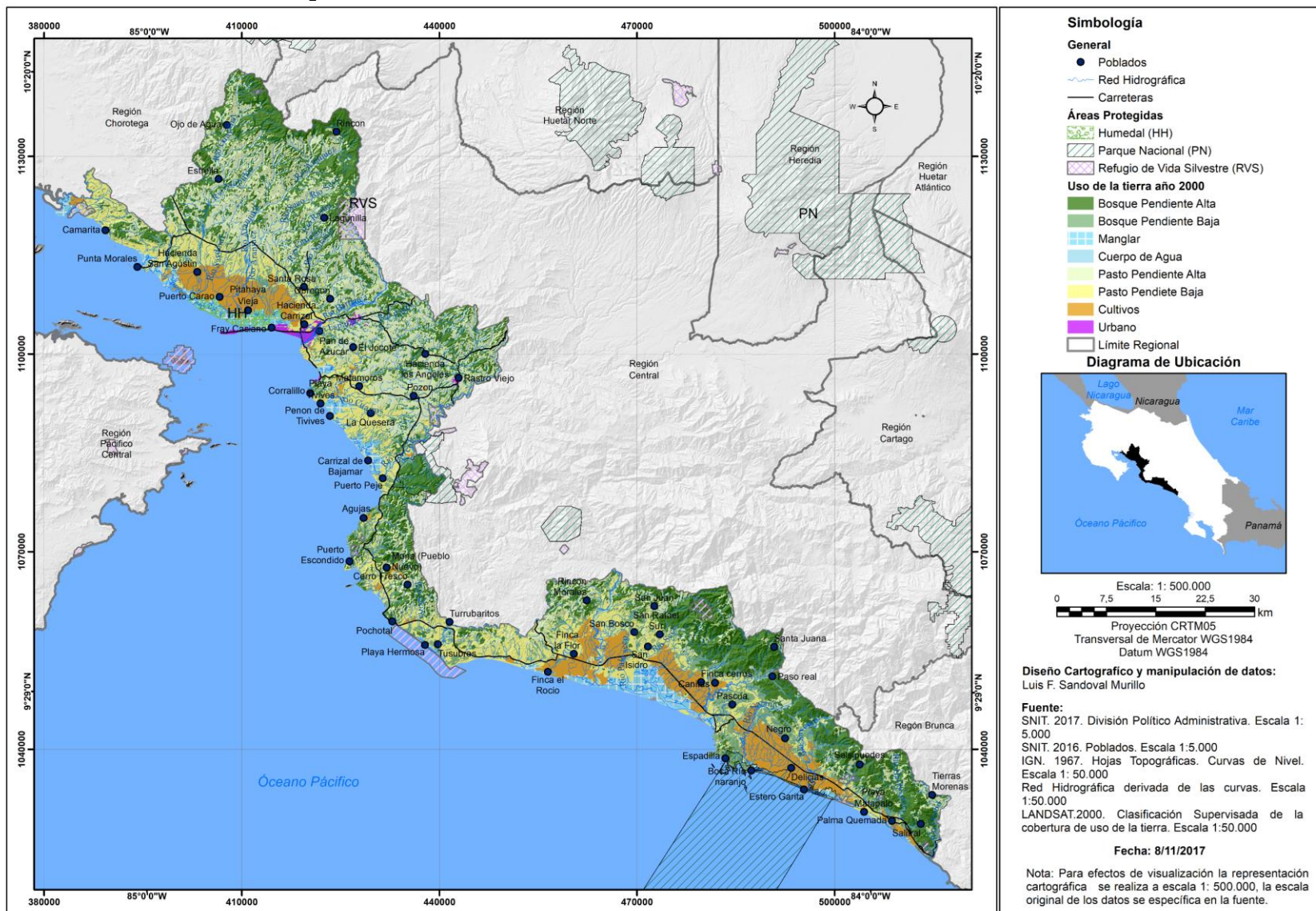


Fuente: Elaborado a partir de la clasificación de imágenes LandSat años 2000 - 2015

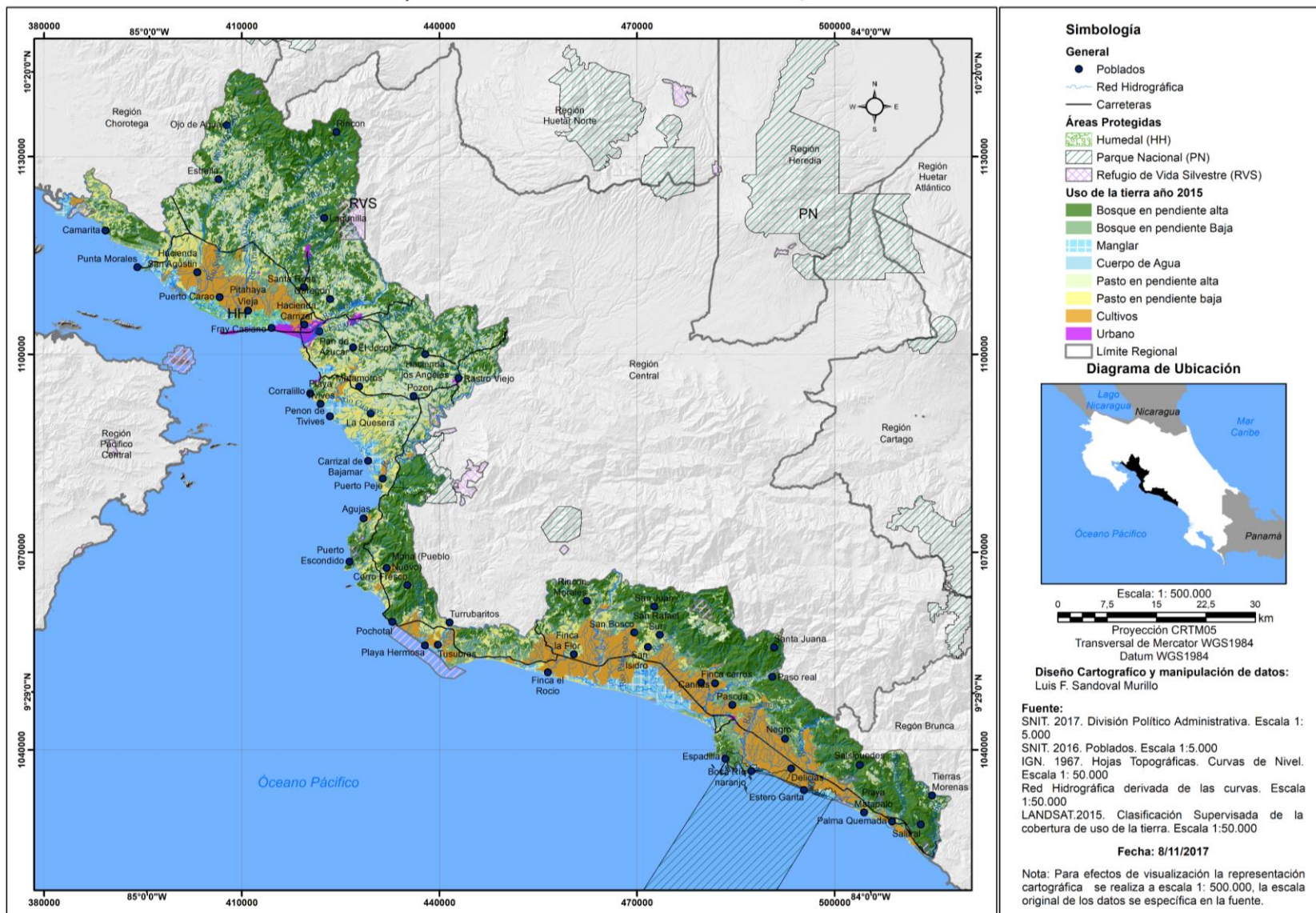
La cobertura de pasto en pendiente alta corresponde a los sectores con un porcentaje de pendiente mayor a 30%, asociado a relieves fuertemente ondulados mapa 10 y 11, esta cobertura abarca un 27.2% de la Región para el año 2000, presentado una reducción de un 7.6% para el año 2015, por su localización espacial, la disminución de esta cobertura contribuyo al aumento de la cobertura de bosque en pendiente alta (mapa 12), el desarrollo de esta actividad constituye un impacto mínimo para el hábitat del cocodrilo, ya que se implementa en sectores que imposibilita su presencia. Con respecto a la categoría de Pasto en pendiente baja, constituye una actividad de mayor interacción con la especie, ya que los ríos cercanos a la actividad en los que habitualmente habita el cocodrilo, es utilizado por el ganado para abastecerse de agua, lo que influye en incidentes hacia animales domésticos.

El pasto en pendiente baja representaba para el año 2000 una superficie de un 18.9% (52471 ha), mientras que para el 2015 presentó una disminución de un 7.3% (-20214 ha). Esta reducción contribuyó en parte al aumento de actividades agropecuarias, pasando de un 10.5 % en el año 2000 a un 14.8 % en el año 2015, actividades que generan mayor impacto al medio e interacción con la vida silvestre. Otra de las actividades humanas que generan un mayor impacto al medio es la consolidación de centros urbanos dispersos presentado un aumento en su superficie entre los años 2000 y 2015, pasando de 1613 ha a 2363 ha respectivamente.

Mapa 10. Cobertura de uso de la tierra año 2000, Pacífico Central



Mapa 11. Cobertura de uso de la tierra año 2015, Pacífico Central



4.2.3.2. Hábitat potencial del cocodrilo americano y relación con los cambios de uso de la tierra entre el año 2000 y 2015.

El hábitat potencial del cocodrilo representa un 21% de la superficie de la Región, donde prevalecen condiciones como elevaciones menores a los 700 msnm, la presencia de una abundante red de ríos, playones, cuerpos de agua y manglares, mismos que se han visto sometido a una fuerte presión por parte de las actividades agropecuarias y pastoriles, en los últimos 15 años, presentado cambios en la cobertura de uso de la tierra, en un 6% de su superficie. Como se mencionó anteriormente es un área con una amplia dinámica agro-pastoril, donde predomina el paisaje agropecuario en sus principales llanuras, destacando cultivos como la caña, el arroz, la piña, melón, sandía, palma africana y actividades de pastoreo.

La matriz forestal dividida en bosque en pendiente alta está constituida por propiedad privada y estatal, la cual tiene una mayor presencia en la parte cercana a la cordillera, áreas que no reúnen las condiciones para la presencia del cocodrilo, son las que han presentado una menor tendencia de cambios de cobertura entre el año 2000 y 2015 por las condiciones del relieve, por otra parte la cobertura de bosque en pendiente baja es la que presenta una mayor interacción con el hábitat potencial y por su localización está sometida a una alta presión por actividades antrópicas cercanas, presentando cambio como el ilustrado en la figura 1, donde se pasó de charral en el año 2005 a área de cultivos en el año 2016, en los márgenes del río Grande de Tárcoles.

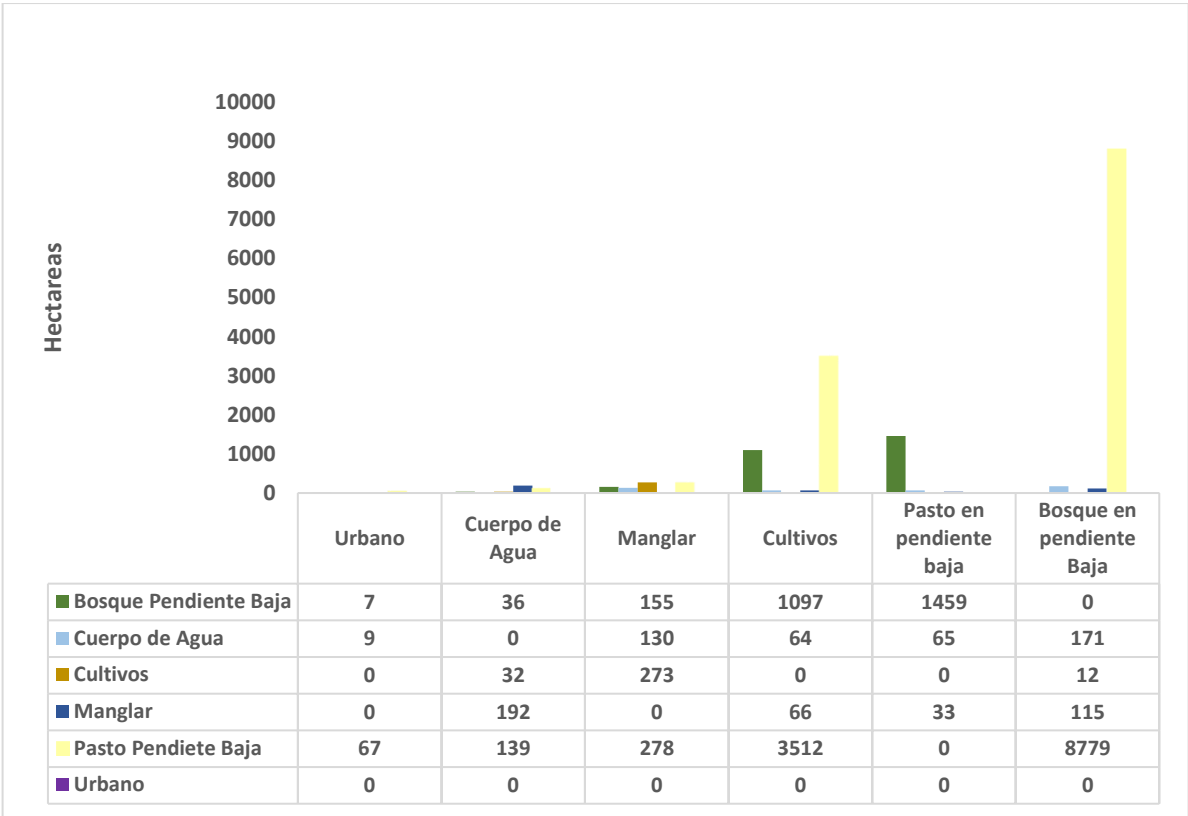
Figura 1. Cambios de uso de la tierra, Pacífico Central años 2005 - 2016



Fuente: Fotografías aéreas BID Catastro y Google earth

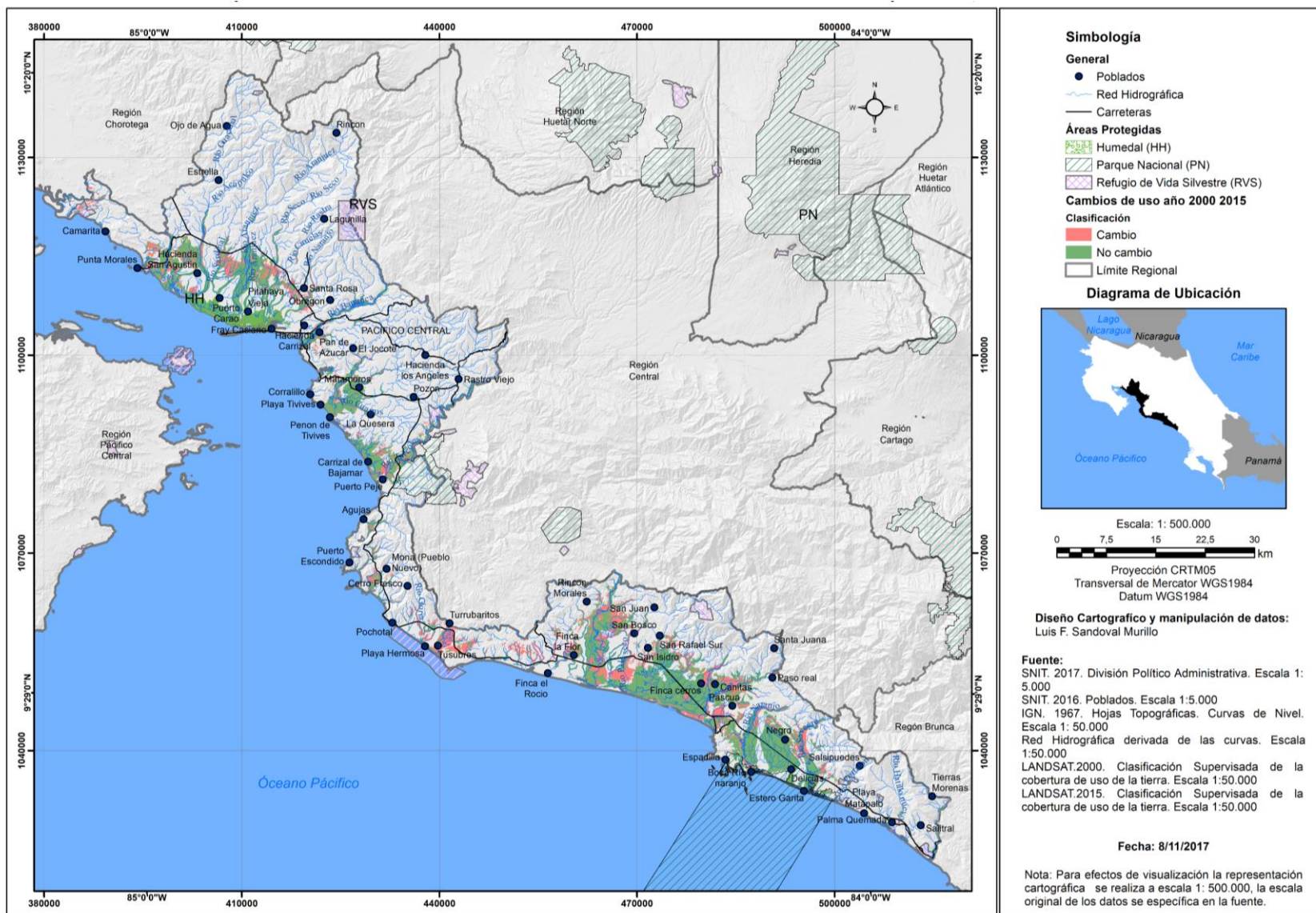
Con respecto a la actividad agropecuaria el grafico 8 muestra los cambios de uso entre los años 2000 y 2015 presentado un incremento en su superficie en detrimento a coberturas como bosque en pendiente baja (1097 ha), cuerpos de agua (64 ha), manglar (66 ha) y pasto en pendiente baja (3512 ha), ilustración1, gráfico 8 y mapa 12, cambios que constituyen una mayor alteración del hábitat de la especie y por ende una mayor interacción entre el ser humano y el cocodrilo. Los cambios de uso de la tierra generan consecuencias sobre la biodiversidad local, ya sea por disminución de su hábitat natural (bosque, manglares y cuerpos de agua), o bien, por el incremento de actividades antrópicas (cultivos, residencias y pasto con árboles). Cambios que ha llevado a un mosaico paisajístico relativamente fragmentado, una tendencia a la heterogeneidad del paisaje (matriz agropecuaria) (Castro y Calvo, 2013).

Gráfico 8. Pacífico Central: Cambios de uso de la tierra entre los años 2000 - 2015 en el hábitat potencial de *Crocodylus acutus*



Fuente: Elaborado a partir de la clasificación de imágenes LandSat años 2000 - 2015

Mapa 12. Cambios de uso de la tierra entre los años 2000 - 2015 en el hábitat potencial, Pacífico Central



4.2.3.3. Probabilidad de cambio de uso de la tierra para el año 2030 con base en la tendencia pasada (2000 - 2015).

Para la determinación de la tendencia a futuro de la probabilidad de cambio de uso de la tierra en la región se aplicó el método de las cadenas de Markov para el periodo 2000 – 2015, con una proyección para el año 2030, determinado que las coberturas que tienen mayor probabilidad de permanecer en el tiempo corresponde a manglar con un 88.4%, cuerpos de agua en un 83.3%, coberturas directamente relacionadas con el hábitat del cocodrilo. El porcentaje restante en el caso de manglar un 8.41% pasará a bosque en pendiente baja y un 1.62% se transformará áreas de cultivos en los próximos años condición que ejercerá una mayor presión sobre las condiciones actuales del hábitat del cocodrilo, cuadro 17.

Además se evidencia a futuro un incremento en las áreas de cultivos, similar al registrado entre el año 2000 y el 2015, en detrimento de las coberturas de pasto en pendientes bajas las cuales cambiarán a cultivos en un 27.44%, condiciones que generaría una mayor alteración.

Cuadro 17. Probabilidad de cambio de uso de la tierra para el año 2030 con base en la tendencia pasada (2000 - 2015)

Cobertura	1	2	3	4	5	6	7	8
1	47.52	1.63	0.05	1.83	0.08	47.52	1.27	0.1
2	29.29	33.36	0.3	15.41	0.54	0	20.85	0.24
3	0.06	7.16	83.39	2.53	1.96	0	3.74	1.15
4	0.02	0.32	0.89	95.12	2.68	0	0.82	0.15
5	0	8.41	0.66	1.62	88.44	0	0.86	0
6	48.6	0	0.03	0.91	0	48.6	0	1.86
7	14.95	27.44	0.81	27.44	0.37	0	27.44	1.57
8	0	0	0	0	0	0	0	100
Sin Cambio					Probabilidad de Cambio			
1 = Bosque en pendiente alta 2 = Bosque en pendiente baja 3 = Cuerpo de agua 4 = Cultivos					5 = Manglar 6 = Pasto en pendiente alta 7 = Pasto en pendiente baja 8 = Asentamientos humanos			

Fuente: Elaborado a partir de la clasificación de imágenes LandSat 2000 – 2015

4.1.1.1.Fragmentación del hábitat potencial alto del cocodrilo

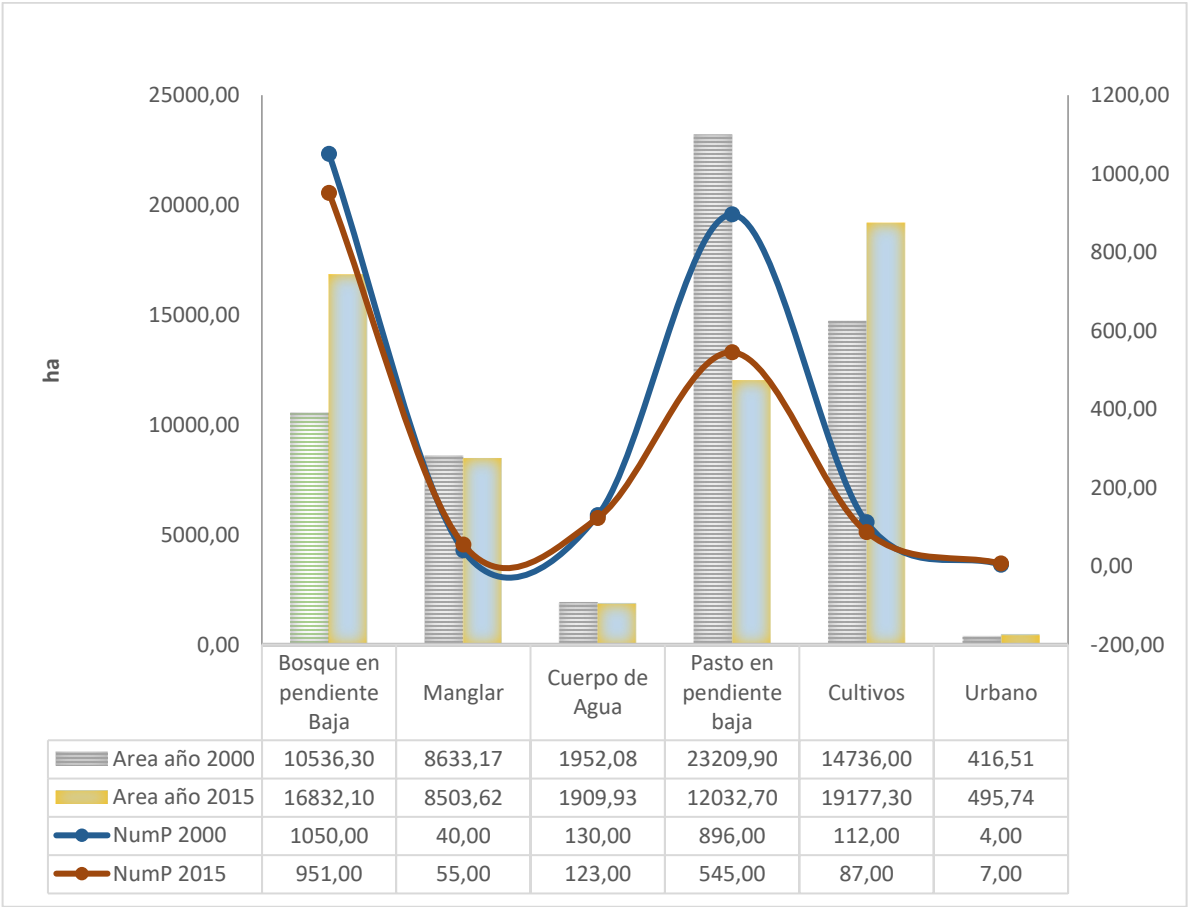
De acuerdo a Morera y Sandoval (2013), los procesos de fragmentación y conectividad se caracterizan por ser continuos y dinámicos, influenciados principalmente por las actividades humanas y por las acciones naturales. La primera provocando reducción de la cobertura vegetal y alteración de la forma de los parches originales a pequeños fragmentos aislados dentro de una estructura de paisaje alterada. En el caso de la segunda, se propicia un proceso de recuperación de los ecosistemas naturales, que genera conectividad entre los fragmentos.

La fragmentación del paisaje en el hábitat potencial del cocodrilo, en el Pacífico Central, el (gráfico 9), evidencia la reducción en el número de fragmentos en la cobertura de bosque en pendiente baja de 99 parches pasando de 1050 fragmentos en el año 2000 a 951 fragmentos para el año 2015, presentando además un incremento en su área de 6296 hectáreas, datos que evidencian la recuperación en cuanto a superficie de la cobertura de bosque, sin embargo no se logra evidenciar, cual es la calidad ecosistemas del proceso de recuperación. Con respecto a la cobertura de manglar, la cual presenta una mayor relación e interacción con la presencia del cocodrilo se reflejó un incremento en el número de parches pasando de 40 fragmentos (año 2000) a 55 fragmentos (año 2015), mostrando una disminución en la superficie de la cobertura de manglar de 130 hectáreas. De acuerdo a Morera y Sandoval (2013), lo anterior evidencia que a medida que decrece la superficie aumenta el número de fragmentos, proceso propio de lo que se conoce como fragmentación de la cobertura natural.

Otra de las coberturas que presentan una relación directa con la especie son los cuerpos de agua, presento una disminución de 7 fragmentos entre el año 2000 y el año 2015, así como la reducción de su superficie en 43 hectáreas. Tales factores pueden generar consecuencias como pérdida y reducción de hábitats, aislamiento de parches, incremento del efecto de borde, vulnerabilidad y reducción o aumento de las poblaciones de cocodrilos, (Suazo, 2009). Condiciones que se han presentado en la zona del Gran Humedal Tempisque y Vertiente Pacífico Central.

Coberturas como los cultivos aunque han reducido su número de fragmentos entre el año 2000 y el año 2015 (30 fragmentos), ha incrementado considerablemente su superficie pasando de 14736 ha a 19177 ha, significando parches de mayor tamaño, lo que implica una mayor presión hacia espacios naturales cercanos, como lo menciona Reyes, Leija, Sahagún y Montoya (2013), en este caso, los paisajes naturales están, en general, alterados y con un alto proceso de artificialización que provocó una eliminación total o casi total de la cobertura natural circundante y su sustitución con un uso agrícola intenso. En la estructura del paisaje, estos espacios asumen figuras realmente simples que responden a un patrón muy geométrico.

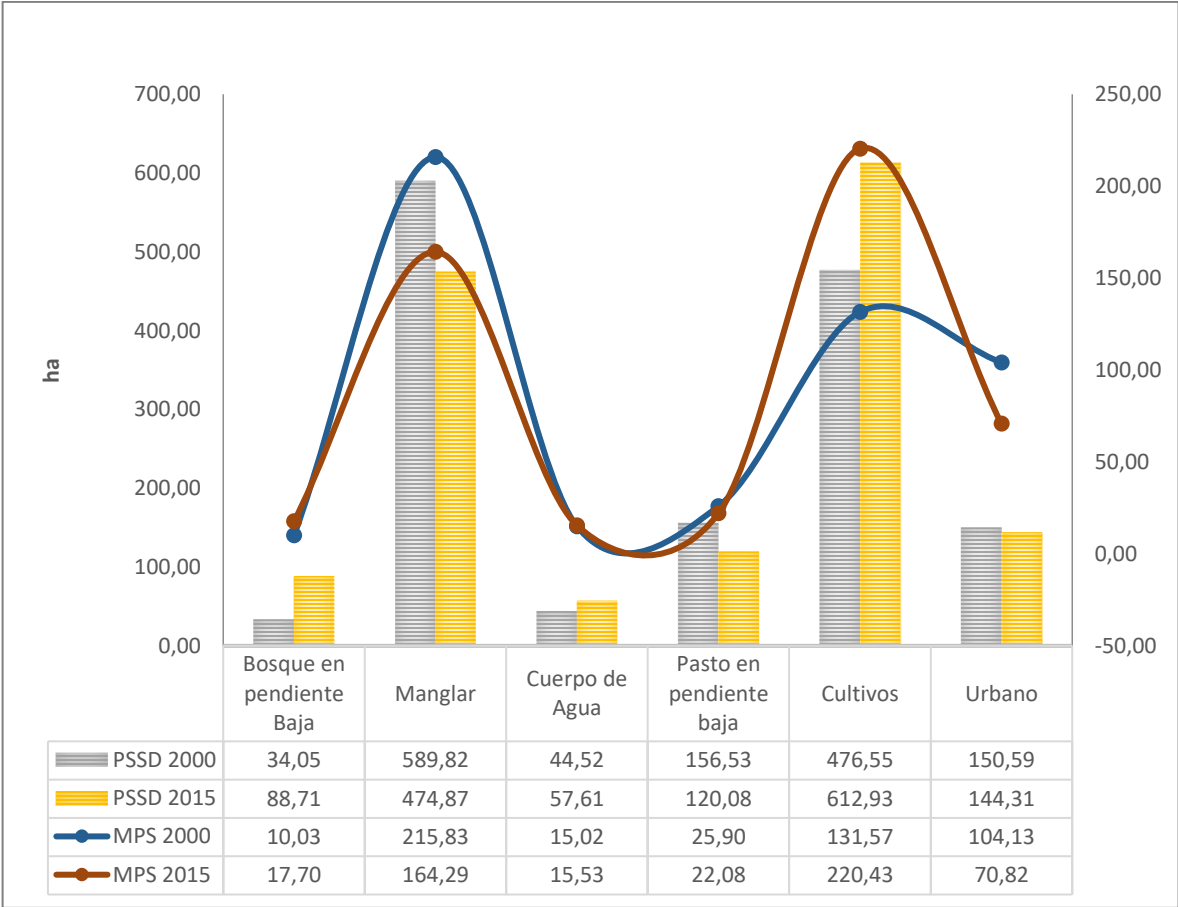
Gráfico 9. Pacífico Central: Área y número de fragmentos, año 2000 y año 2015



Fuente: Elaborado a partir de la clasificación de imágenes LandSat años 2000 – 2015 y extensión Pachts Analysis

El Gráfico 10, muestra la desviación estándar (PSSD) y el tamaño medio de los fragmentos (MPS), los datos evidencian lo expuesto en el punto anterior referente al cambio de uso, al mostrar, que a medida que el tamaño medio del fragmento disminuye (MPS año 2000 de 215 y MPS año 2015 de 164) en coberturas directamente relacionadas al hábitat del cocodrilo como el manglar, la desviación estándar se reduce pasando de una PSSD año 2000 de 589 a un PSSD al año 2015 de 474, indicando una reducción en su tamaño. Condición que evidencia la alteración a la que ha sido sometida la cobertura entre el año 2000 y 2015, con respecto al cuerpo de agua su MPS y PSSD se mantuvieron muy similares en el periodo analizado.

Gráfico 10. Pacífico Central: Desviación estándar y tamaño medio, 2000 y 2015



Fuente: Elaborado a partir de la clasificación de imágenes LandSat años 2000 – 2015 y extensión Pachts Analysis

Coberturas de uso de la tierra que implican una mayor presión hacia los entornos naturales como los cultivos, lo cuales presentaron un incremento en su MPS pasando de 131 en el año 2000 a 220 para el año 2015, comportamiento similar con la PSSD que aumento su desviación en un 136, indicando un acrecentamiento en el tamaño del fragmento. Esta condición se asocia al decrecimiento en el tamaño de coberturas de pasto en pendiente baja y manglares los cuales disminuyeron su tamaño en el periodo, además la cobertura bosque en pendiente baja aumentaron su MPS y PSSD principalmente en áreas cercanas a pastos las cuales pasaron en el año 2000 de pasto a bosque, presentando un proceso de regeneración para el año 2015.

Como se evidenció en el Gráfico 8 de Cambios de uso de la tierra entre los años 2000 - 2015 en el hábitat potencial del *Crocodylus acutus*, se refleja un aumento en 8779 hectáreas, el cobertura de bosque en baja pendiente. Lo anterior se explica a partir del proceso de regeneración natural de espacios intervenidos por actividades agropecuarias (pasto), que se transforman en bosques de baja densidad con superficies relativamente pequeñas, lo cual reduce el valor del tamaño medio de los fragmentos (Morera y Sandoval, 2011).

4.2.3.4. Alteración del hábitat potencial de *Crocodylus acutus*

Con el abordaje de las variables antrópicas que constituyen la alteración del medio producto de su desarrollo sobre el espacio geográfico, como las vías de comunicación (Densidad km²), crecimiento de la población, asociado a la expansión residencial concentrada y dispersa, actividades agropecuarias y la cantidad de centros poblados por km², se elaboró el modelado espacial asociado a la alteración del hábitat potencial del *cocodrilo* en el Pacífico Central.

El cuadro 18 muestra las áreas de alteración por el desarrollo de actividades humanas en la región, donde un 20.4% presenta alta alteración de las condiciones naturales, producto del desarrollo de actividades como cultivos, áreas residenciales dispersas, distritos con una alta cantidad de habitantes como el Roble, Chacharita, Jaco y Parrita, mismos que reúnen una alta densidad de vías por km² entre 1.56 – 2.33, así como una alta densidad de poblados

mapa 9 y mapa 13. Con respecto al hábitat potencial delimitado anteriormente el porcentaje de alteración corresponde a un 8.47%, evidenciando una alta degradación, lo que incrementa la interacción entre el cocodrilo y el ser humano.

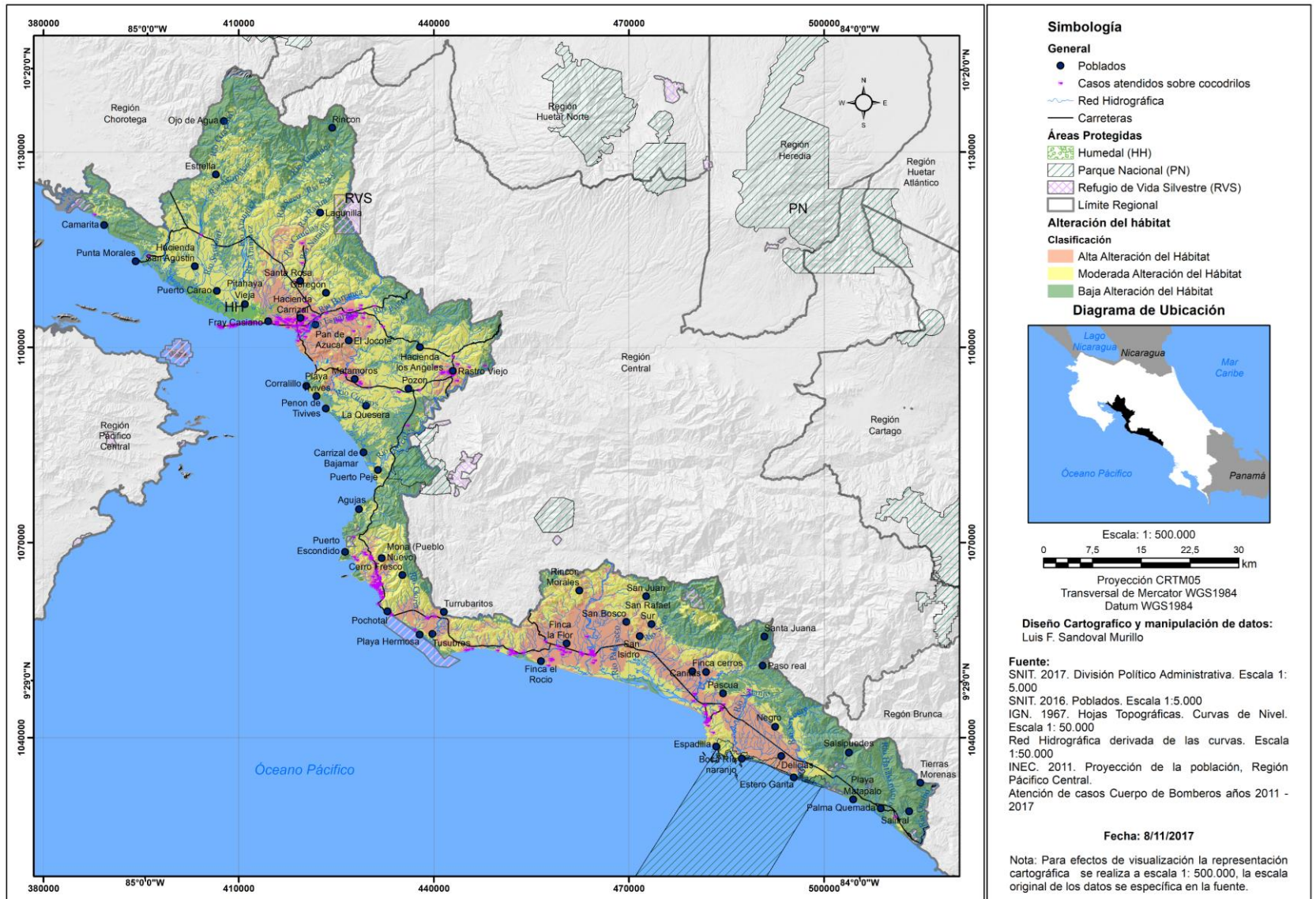
Cuadro 18. Alteración del hábitat potencial del *Crocodylus acutus*

Alteración hábitat región		
Clasificación	hectáreas	porcentaje
Alta alteración del hábitat	55913.96	20.44
Baja Alteración del hábitat	110718.42	40.47
Moderada alteración del hábitat	106973.39	39.10
Alteración habita potencial		
Clasificación	hectáreas	Porcentaje
Alta alteración del hábitat	23187.71	8.47
Moderada alteración del hábitat	22619.32	8.27
Baja alteración del hábitat	12206.53	4.46

Fuente: Elaboración propia

La superficie ocupada por una moderada alteración del hábitat, corresponde a un 40% para la totalidad de la región, considerando únicamente la alteración del hábitat potencial alto de la especie, representa un 8.27%, producto de la presencia de actividades humanas de forma no intensificada, pero que de igual forma influye en la alteración del entorno natural, conllevando a la interacción directa con la vida silvestre. Con respecto a las áreas de baja alteración, obedecen a sectores con una fuerte irregularidad del terreno, que imposibilitan la presencia actividad humanas, representan un 40.47 % del Pacífico Central y un 4.46% del hábitat potencial de la especie, en el primer caso por sus características geomorfológicas imposibilitan la presencia del cocodrilo.

Mapa 13. Alteración del hábitat del *Crocodylus acutus*, Pacífico Central



4.2.3.5. Interacciones entre seres humanos y el *Crocodylus acutus*

La interacción entre el ser humano y las especies de vida silvestre como el cocodrilo, siempre ha estado presente, producto del desarrollo de activadas antrópicas que invaden, espacios que constituyen las condiciones óptimas para la presencia de la especie. Esta relación en los últimos años y asociado a factores como el nivel de protección del cocodrilo y el incremento de la población antrópica, ha conllevado a un mayor reporte de interacciones, las cuales en ocasiones terminan en fatalidad para el ser humano. De acuerdo a Magaña et al (2010) las razones que explica la ocurrencia de ataques de cocodrilos, sin provocación de los humanos, responden a la defensa territorial, defensa de nidos y/o crías, caza para alimentación, confusión de identidad o humano como objetivo secundario y autodefensa.

La interacción entre ambas especies, se evidencia en los últimos años a partir de reportes de periódicos, atención de casos por Bomberos, reportes al servicio 911 y registros realizados por asociones como CrocBITE, así como recopilaciones de casos por investigadores como Bolaños (2017). Los reportes más recientes de incidentes, se registra el 29 de abril del 2017 de un peón quien falleció, tras ingresar, en estado de ebriedad, a las aguas del río Tárcoles, donde fue atacado y devorado por los reptiles, otro caso registrado el 5 de abril del presente año donde un cocodrilo causó severas lesiones un joven de 21 años que se encontraba sacando almejas en un manglar en Playa Azul de Tárcoles, cantón de Garabito, Puntarenas (Solano, 2014).

Adicionalmente se han registrados reportes de avistamientos en playas de las costa Pacífica, tal como lo menciona Marín, (2016), al hacer mención sobre la percepción de los pobladores de las zonas costeras y empresarios turísticos de la costa del Pacífico de Costa Rica, han dicho que en los últimos años se han incrementado los avistamientos de estos grandes animales en algunas playas, solo por mencionar algunos casos.

Con respecto a los observaciones de ataques, representados por CrocBITE, el mapa 13, el Pacífico Central en los últimos años, se han registrados por esta asociación un total de 13 registros entre los años 1999 y el 2016, de los cuales 4 han terminado de forma negativa para el ser humano, en los sectores de los ríos Tárcoles (2), Jesús María (1), Parrita (1),

interacciones asociadas a actividades de pesca y natación, en los meses posteriores a marzo. Sandoval (2017), menciona que el cocodrilo es siempre un animal peligroso. No obstante, se ha identificado un mayor riesgo de ataques en los meses de abril a junio, así como en setiembre y octubre. Estos periodos coinciden con procesos claves en el ciclo de vida de la especie: cortejo, cópula y luego, el nacimiento de las crías.

El cuadro 19 representa los ataques en el Pacífico Central recopilación realizada por Bolaños (2017) entre los años 1998 y 2016 de los cuales concuerdan con el registro de incidentes fatales mencionados, donde se evidencia además datos relevantes del cocodrilo como el tamaño, donde la especie presentaba una talla de 3 metros. Con respecto a los incidentes que no terminaron en fatalidad estos se asocian a ríos como: Túlin, Tárcoles, Jesús María y Parrita, así como en playas como Esterillos y Hermosa sectores con una alta actividad antrópica como se evidencia en el mapa 13. Los cocodrilos involucrados presentaron tamaños entre los 2.5 m - 4 m y la edad promedio de los afectados fue de 24.8 años, mientras realizaban actividades vinculadas a la pesca y el surf.

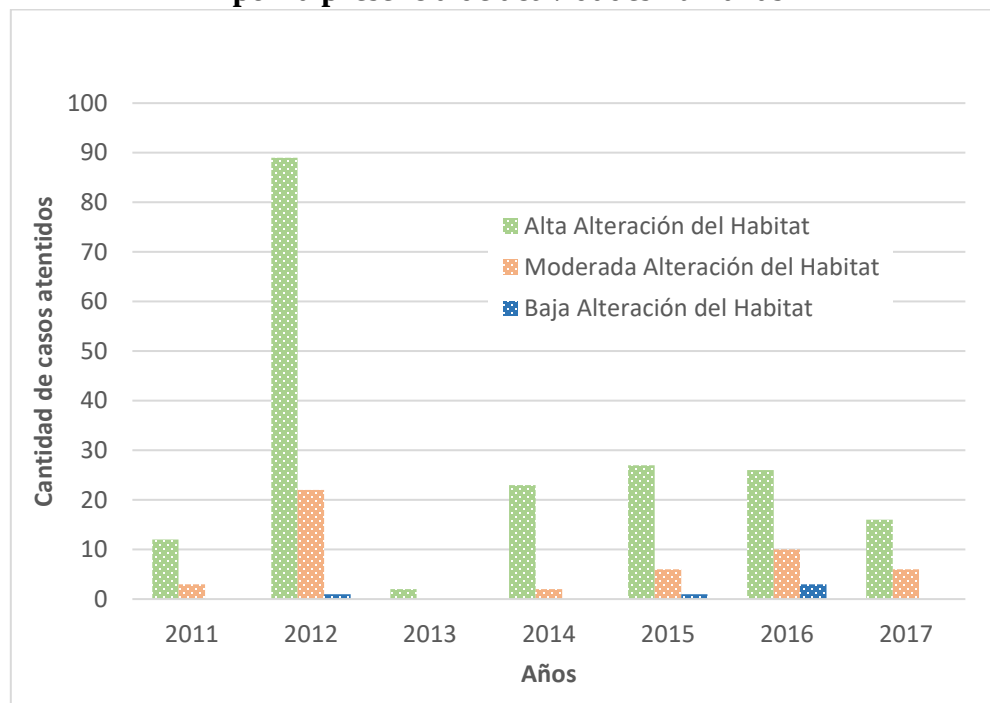
Cuadro 19. Registro de ataques por *Crocodylus Acutus*, en el Pacífico Central
ACCIDENTES FATALES

		DATOS DE LA PERSONA					DATOS DEL COCODRILO		
FECHA	SITIO	NOMBRE	GÉNERO	EDAD	PAÍS	OCUPACIÓN	TALLA (m)	GÉNERO	OBSERVACIONES
01-05-98	Boca del río Jesús María, Tivives, Puntarenas.	Denis Chacón	M	25	Costa Rica	Turista	3	F	Se sumergió a despegar un anzuelo.
06-05-99	Río Tárcoles, a nivel de Orotina. Puente hamaca.	Francisco Alberto Jiménez Solórzano	M	28	Costa Rica	Peón agrícola	Varios	--	Cayó del puente. Nunca apareció.
16-06-02	Río Térraba. Palmar Norte. Puntarenas.	Ubaldo Martínez	M	29	Panamá	Reo en fuga	3	--	Se escondió entre el zacate del río.
12-05-14	Río Tárcoles - Puente Costanera.	Omar de Jesús Jirón Romero	M	32	Nicaragua.	Peón construcción.	Varios - > 3 m.		Ebrio. Se lanzó a nadar entre ellos.
28-03-16	Río Parrita, Puntarenas	Ovidio Segura Román	M	79	Indet.	Nadie lo vió			
ACCIDENTES NO FATALES									
		DATOS DE LA PERSONA					DATOS DEL COCODRILO		
FECHA	SITIO	NOMBRE	GÉNERO	EDAD	PAÍS	OCUPACIÓN	TALLA (m)	GÉNERO	OBSERVACIONES
Sep-02	Río Tulín, Garabito, Puntarenas.	Elías Campos Somarribas	M	58	Costa Rica	Peón	3.5	M	Pescando solo con el agua a la cintura.
07-03-06	Playa Azul, Garabito, Puntarenas.	Brian Sandí	M	20	Costa Rica	Estudiante	3	M	Lo persiguió y mordió el pie
19-09-06	Playa Esterillos, Corredores, Puntarenas.	Luis Murillo	M	16	Costa Rica	Estudiante	2.5	M	Surfeando.
22-02-07	Río Tárcoles, Garabito. Puntarenas.	Jasón Vargas Agüero	M	30	Costa Rica	Tour operador	4	M	Lo mordió mientras lo alimentaba.
22-01-08	Playa Esterillos, Corredores, Puntarenas.		M	15	USA	Estudiante	2.5	M	Surfeando baja profundidad.
19-09-08	Playa Hermosa. Jacó. Garabito. Puntarenas.	Dakota Kilbridge	M	13	USA	Estudiante	3	M	Surfeando.
23-02-14	Tivives - Río Jesús María - Pacífico Central	Aristides Aguirre	M	40	Costa Rica	Peón agrícola	3	F	Lavándose las manos a la orilla del río
26-03-16	Río Parrita, Puntarenas	Niño	M	6	Indet.				

Fuente: Datos elaborados por Juan Bolaños especialista en cocodrilos

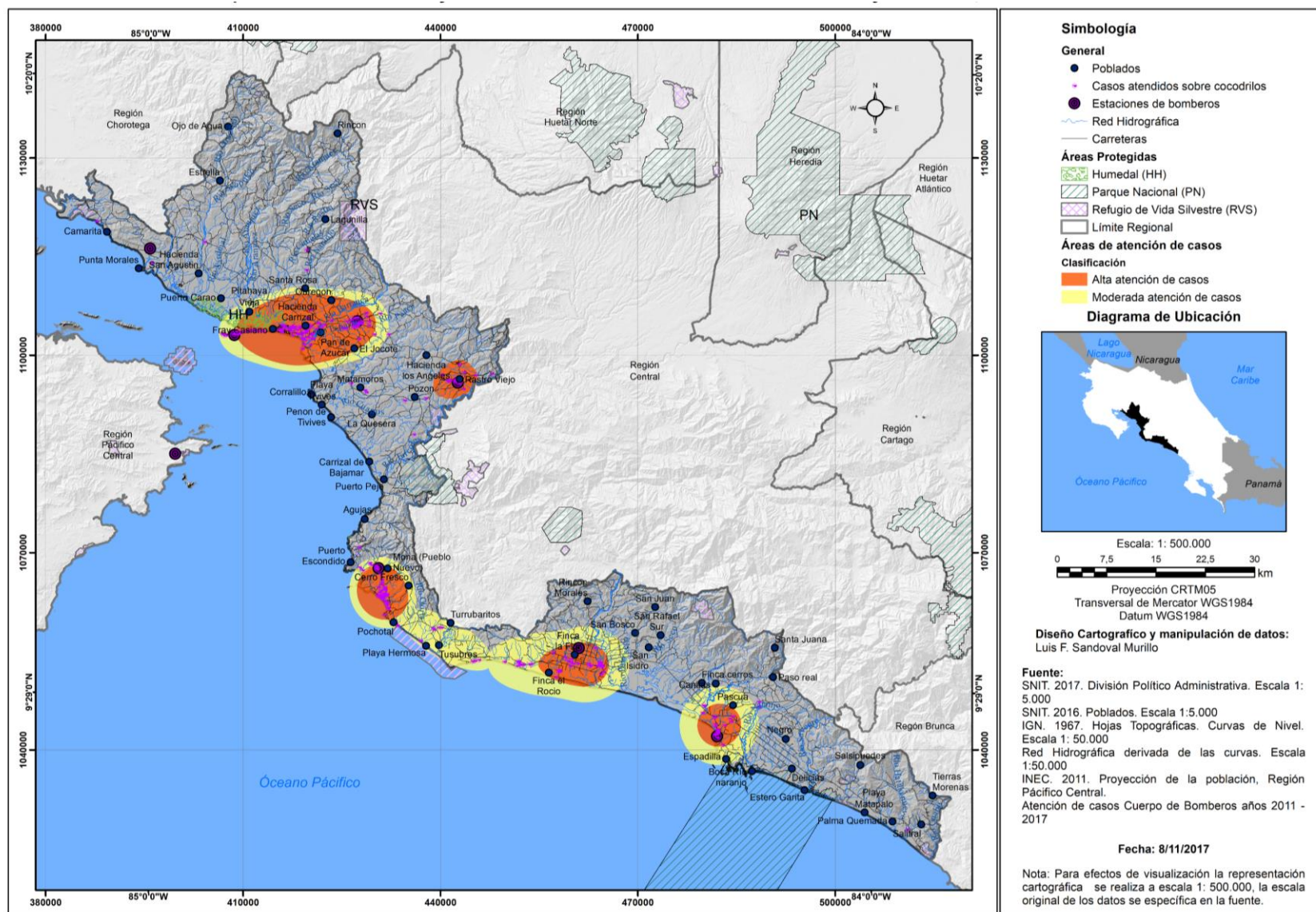
El Gráfico 11 muestra la mayor cantidad de casos atendidos entre el año 2011 al 2017 por el cuerpo de bomberos corresponde a las áreas de mayor alteración (mapa 13), solo para el 2012 fueron atendidos cerca de 90 interacciones. Si bien la mayor cantidad de registro se localizan en el sector de Barranca, Chacarita y el roble (mapa 14) en ocasiones alejado del hábitat del potencial del cocodrilo, son centros poblados localizados entre dos sectores que reúnen las condiciones para la presencia del mismo como lo es la desembocadura del río Barranca, al sureste el río Jesús María y la parte más norte la presencia del manglar, la convierten en un sector de flujo entre los dos ecosistemas (hábitat potencial) dada la potencialidad de desplazamiento de la especie. De acuerdo a Porras (2007) además de la dinámica que mantiene el cocodrilo en su hábitat, es relevante tener en cuenta que los cocodrilos tienen la capacidad para trasladarse a grandes distancias y en el caso del *Crocodylus acutus*, su capacidad de sobrevivir en agua dulce, salobre y salada le amplía su ámbito de movilización y le permite acceder a la costa y movilizarse entre ríos que, aunque no tengan conexión directa, desembocan en el mar, funcionando este como un corredor.

Gráfico 11. Pacífico Central: Cantidad de casos atendido según alteración del hábitat por la presencia de actividades humanas



Fuente: Elaborado a partir de los casos atendidos por el cuerpo de bomberos (Registro de crocodilidos)

Mapa 14. Sectores con mayor cantidad de atención de casos con el *Crocodylus acutus*, Pacífico Central



4.3. Modelo espacial para la identificación de las zonas de interacción entre el ser humano y el *cocodrilo* utilizando un Sistema de Información Geográfica en el área de estudio.

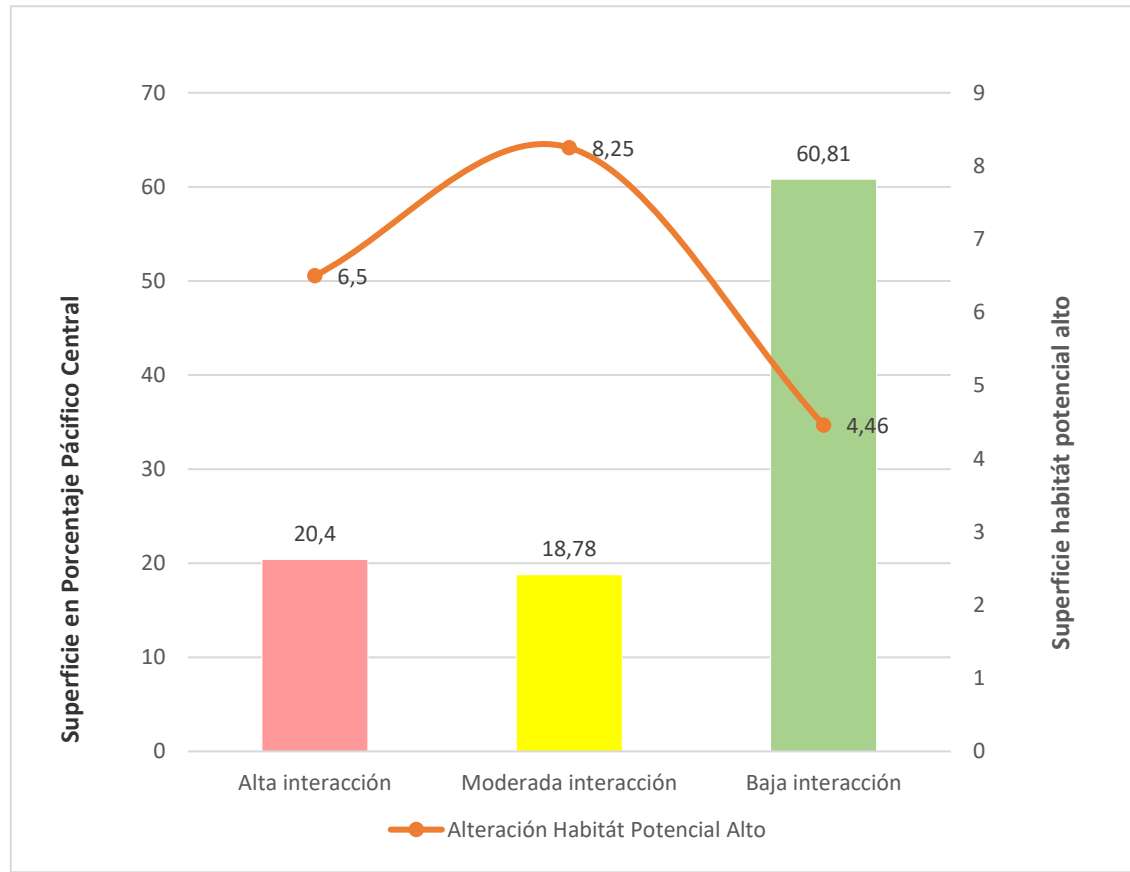
Para la realización de este apartado se fundamentó en la modelización del hábitat potencial abordado en el punto 4.2.4, considerando, las condiciones óptimas para la presencia de *Crocodylus acutus*, a partir de la relación de las variables que caracterizan su hábitat, como elevaciones menores a los 700 m.sn.m, una alta densidad de la red hidrográfica, la presencia de manglar, playones de río y áreas propensas a inundaciones. En este aspecto es significativo resaltar lo establecido por Santillán (2013), cuando se realiza la modelación de la distribución de una especie, es importante considerar que la presencia de todas las variables ambientales óptimas en un determinado hábitat, no garantiza la existencia efectiva de la especie. Asociando a la dispersión a factores reproductivos de la especie, así como las alteraciones generadas por las actividades humanas, mismas que inciden en la fragmentación ecosistémica constituyéndose en barreras geográficas.

Además del modelo descrito en el punto 4.3.7 relacionado a la alteraciones del hábitat, a partir de la integración de variables como la ocupación por coberturas de cultivos, áreas residenciales dispersas, pastos, densidad de carreteras, densidad de poblados y la cantidad de población por distrito. A partir de la combinación de ambos modelos y considerando únicamente los sectores determinados como hábitat potencial alto para el cocodrilo, se obtuvo la representación espacial de los zonas que presentan la posibilidad de una mayor interacción entre el ser humano y el cocodrilo, misma que podría potenciar el encuentro entre ambas especies.

El Gráfico 12 muestras las áreas de alta interacción entre el ser humano y el cocodrilo en el Pacífico Central con un 20.44% de su superficie, de la cual un 6.5%, se localiza dentro del hábitat potencial alto de la especie (mapa 16), donde se desarrollan actividades antrópicas con una alta concentración como densidad de carreteras por km², cantidad de población, densidad de poblados por km² y amplio desarrollo de actividades agrícolas, tal como se refleja en los mapa 7, 8, 9 y 10. El amplio desarrollo antrópico que se refleja en los datos

expuestos anteriormente y la atención de casos por parte del cuerpo de bomberos colaboran lo obtenido en la zonificación de las áreas de interacción entre ambas especies. Además de menciones como establecer que los sitios donde se han informado más accidentes por cocodrilos es el río Parrita, y en el mar se han informado ataques en playa Esterillos, áreas que concuerdan con las zonas de alta interacción.

Gráfico 12. Pacífico Central: Zonas de interacción entre el ser humano y *Crocodylus acutus*.

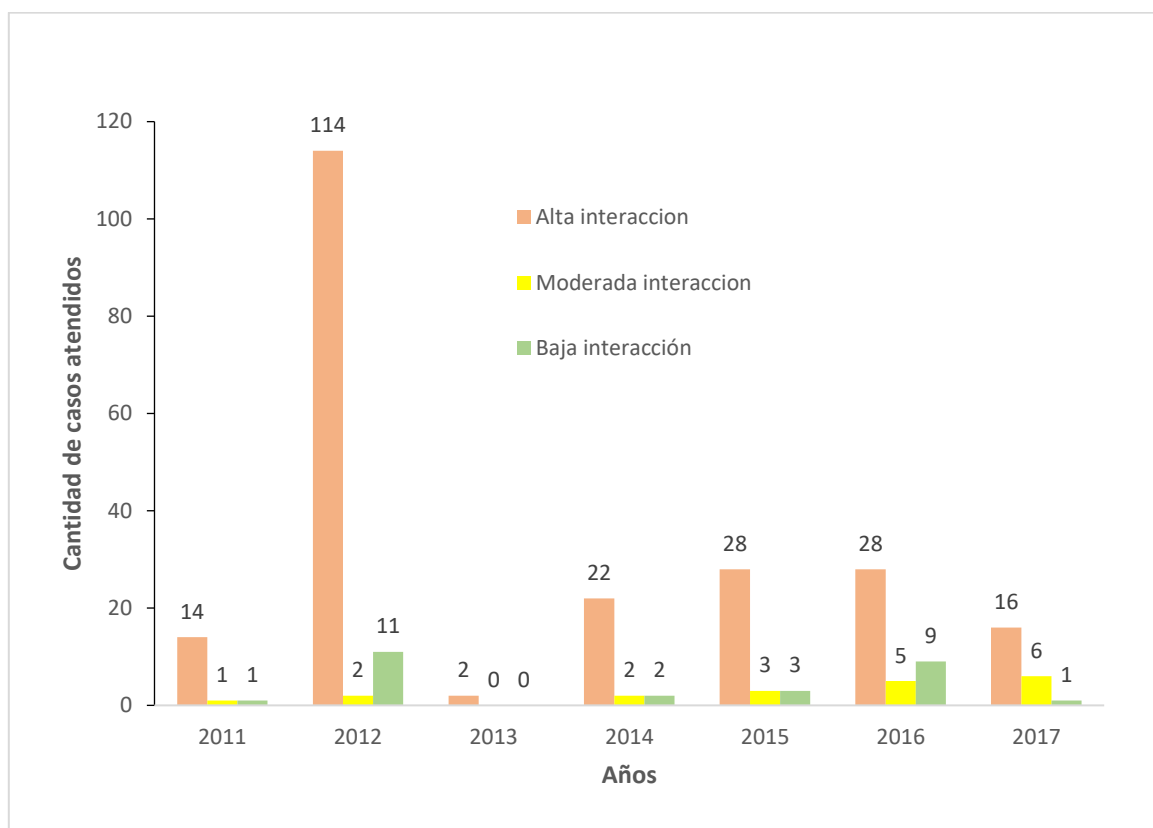


Fuente: Elaboración propia

Las zonas de moderada interacción abarcan un 18.78% del Pacífico Central, sin embargo dentro de las condiciones moderadas para la presencia del cocodrilo representa un 8.25, en distritos como: Savegre, Quepos, Parrita, Tárcoles, Pithaya, Chomes y Manzanillo (Anexo 1). Con respecto a las zonas de baja interacción corresponde a sectores donde aún se conservan las condiciones naturales como manglares y la presencia de las actividades antrópicas son escasas o nulas correspondiendo a un 60.81% en la totalidad del área de

estudio y constituye un 4.46% en el hábitat potencial de la especie. El Gráfico 13 muestra la cantidad de casos atendidos en las zonas de interacción entre ambas especies donde la mayor cantidad de casos se registran en zonas con una alta interacción entre el periodo 2011 – 2017, destacando el año 2012 con la mayor cantidad de atenciones con un total de 114, los años 2014 registra la atención de 22 casos y los años 2015 y 2016 un total de 28, con el respecto al año 2017 la disponibilidad de los datos son registrados al mes de julio por lo que muestra una disminución de los casos atendidos (16).

Gráfico 13 Pacífico Central: Cantidad de casos atendidos según zona de interacción



Fuente: Elaboración propia y datos del Cuerpo de Bomberos (registro de crocodílicos)

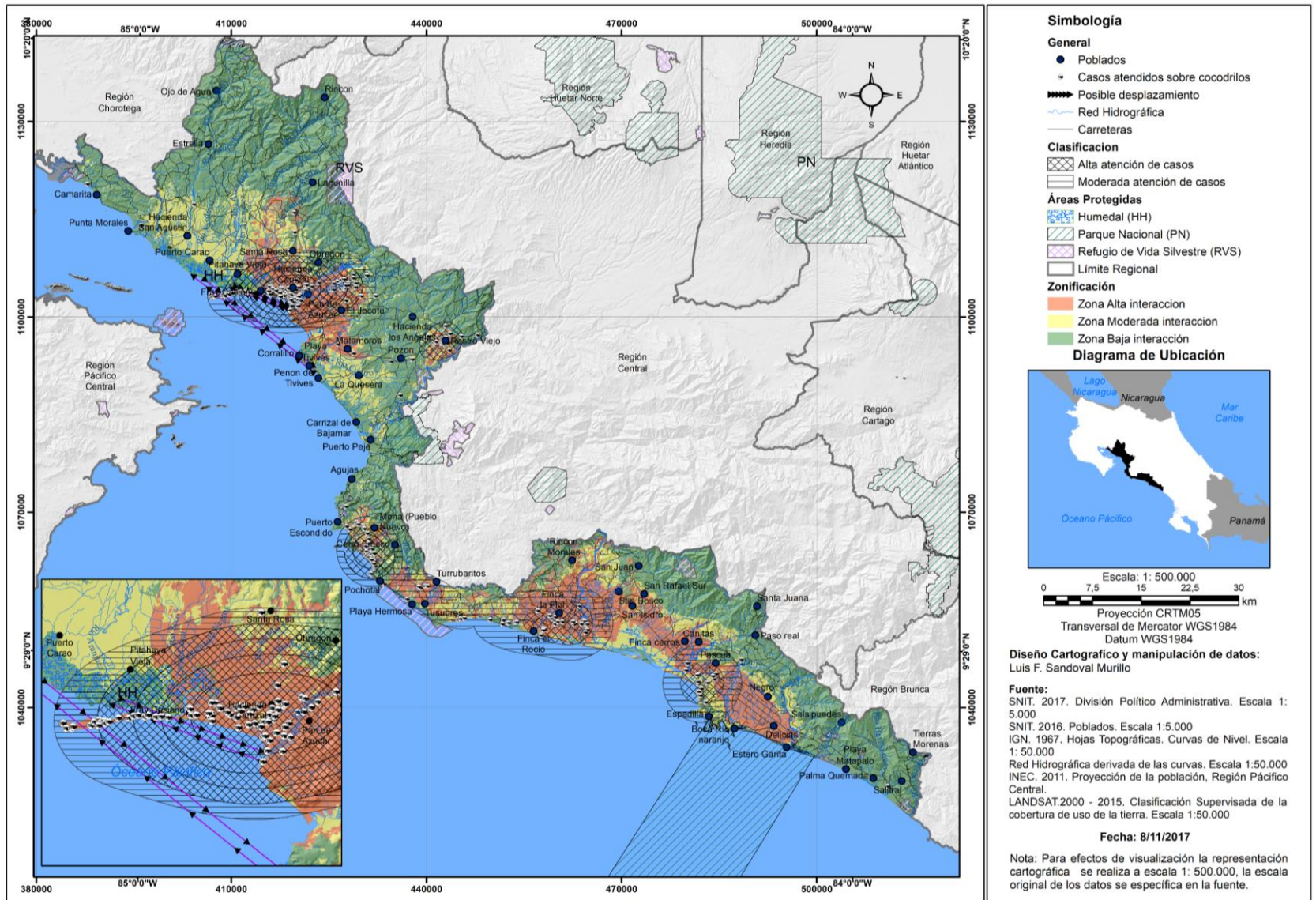
El cuadro 20 evidencia los poblados que se localizan en las zonas de alta interacción dentro del hábitat potencial del *cocodrilo* en distritos como Quepos (Delicias, Damas, San Rafael y otros), Parrita (Pueblo Nuevo, San Isidro, Playa Sur y Julieta), Jaco (Turrubaritos), Ceiba (Machuca y Matamoros), Barranca (Sitio Junta) y San Juan Grande (Jesús María). La

presencia de esta diversidad de poblados en sectores donde se reúnen las condiciones óptimas para la presencia de la especie constituyen una zona de alto potencial de interacción entre el ser humano y el cocodrilo, mismo que podría aumentar la atención de casos y efectos negativos hacia la población antrópica.

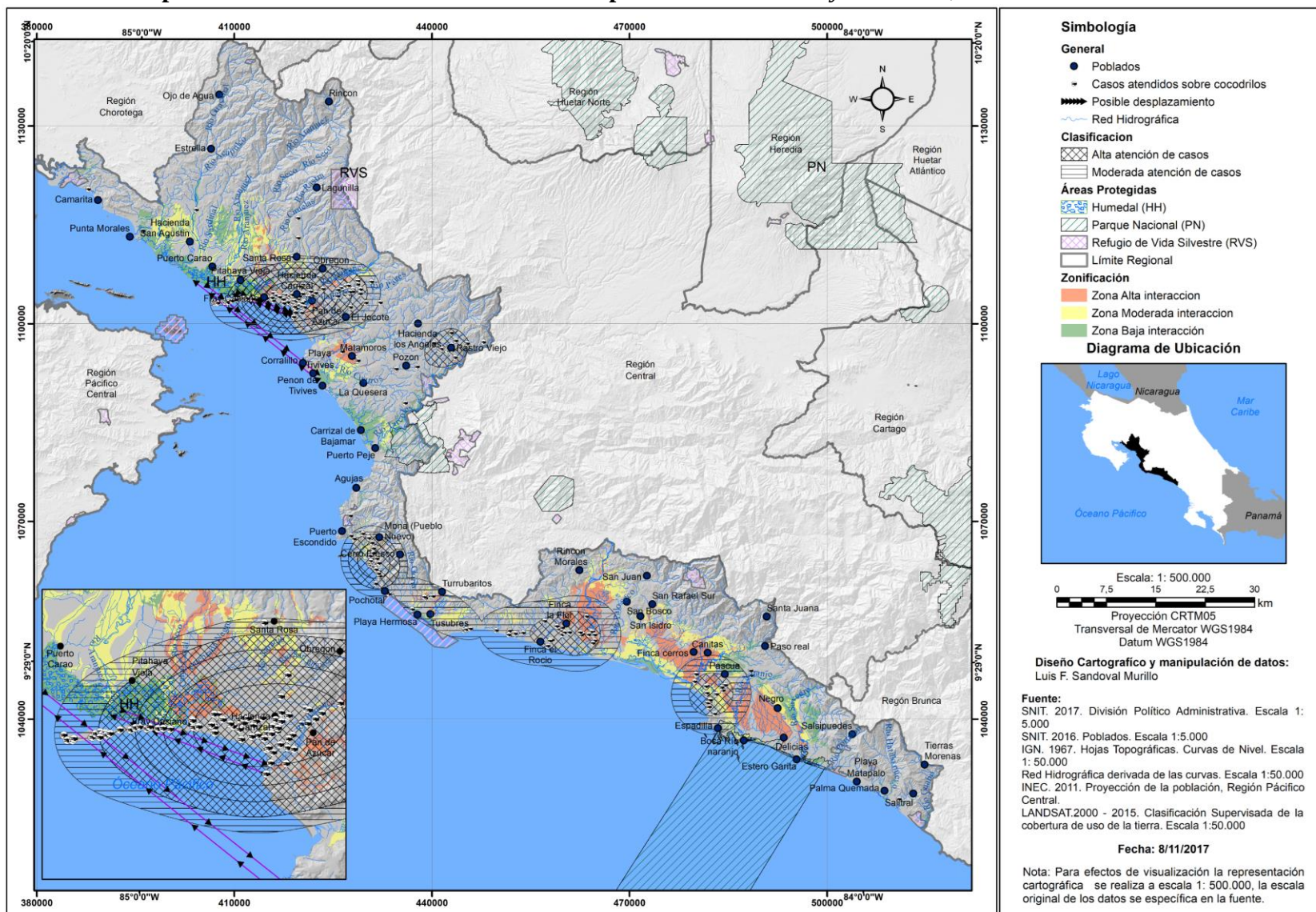
Cuadro 20. Poblados ubicados en las zonas de alta interacción en el hábitat potencial del <i>Crocodylus acutus</i>					
Tipo de poblado	Nombre Poblado	Distrito	Tipo de poblado	Nombre Poblado	Distrito
Poblado	Delicias	Quepos	Cabecera de cantón	Parrita	Parrita
Poblado	Mona	Quepos	Barrio	Pueblo Nuevo	Parrita
Hacienda/finca	Finca Pastora	Quepos	Poblado	Cabas	Quepos
Hacienda/finca	Finca Llorona	Quepos	Poblado	Pirras (Las Parcelas)	Parrita
Poblado	Llorona	Quepos	Barrio	Julieta	Parrita
Poblado	Roncador	Quepos	Poblado	Pocares	Parrita
Hacienda/finca	Finca Roncador	Quepos	Poblado	Tigre	Parrita
Poblado	Bartolo	Quepos	Poblado	San Rafael Norte	Parrita
Poblado	Llamaron	Quepos	Poblado	Jicote	Parrita
Hacienda/finca	Finca Bartolo	Quepos	Poblado	Teca	Parrita
Poblado	Managua	Quepos	Poblado	Sardinal Sur	Parrita
Poblado	Junta Naranjo	Quepos	Poblado	Quebrada Amarilla	Jaco
Poblado	Paquita	Quepos	Poblado	San Isidro	Parrita
Poblado	Paquita	Quepos	Poblado	Turrubaritos	Jaco
Hacienda/finca	Finca Anita	Quepos	Poblado	Playa Sur	Parrita
Poblado	Estero Damas	Quepos	Poblado	I Griega	Parrita
Poblado	Anita	Quepos	Poblado	Surubres	Parrita
Poblado	Ríos	Quepos	Hacienda/finca	Finca Brazo Seco	San Juan Grande
Poblado	Papaturro	Quepos	Sitio	Sitio Uvita	Ceiba
Poblado	Damas	Quepos	Poblado	Matamoros	Ceiba
Poblado	Damas	Quepos	Sitio	Sitio Tablas	Ceiba
Poblado	Cabitas	Quepos	Hacienda/finca	Hacienda Mata de Guinea	San Juan Grande
Poblado	Cerritos	Quepos	Hacienda/finca	Finca Trinidad Nueva	Ceiba
Hacienda/finca	Finca Cerros	Quepos	Poblado	Machuca	Ceiba
Poblado	Cerros	Quepos	Poblado	Jesús María	San Juan Grande
Poblado	Cerros	Quepos	Sitio	Sitio Palmichal	Espíritu Santo
Poblado	Gallega	Quepos	Poblado	Gregg	Espíritu Santo
Hacienda/finca	Finca Pirris	Quepos	Sitio	Sitio Junta	Barranca
Poblado	San Rafael	Quepos	Hacienda/finca	Finca San Manuel	Pitahaya
Poblado	San Rafael	Quepos	Poblado	Barbudal	Miramar

Fuente: Elaborado a partir de poblados del SNIT a escala 1:5.000 y modelo de interacción

Mapa 15. Zonas de interacción entre el hábitat potencial y alteraciones por actividades humanas, Pacífico Central



Mapa 16. Zonas de interacción en el hábitat potencial del *Crocodylus acutus*, Pacífico Central



CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

La realización de esta investigación evidencia que variables físico-geográficas como la alta densidad de la red hidrográfica, la presencia de manglares y cuerpos de agua así como pendientes menores a los 700 msnm son las condiciones óptimas del hábitat del *Crocodylus acutus* en el Pacífico Central. Lo anterior esta aunado a la existencia de espacios que constituyen áreas de riesgo de inundación por su ubicación en pendientes menores al 15 %, que funcionan como corredores de movimiento para la especie durante altas precipitaciones que provocan los desbordamiento del caudal, condición que facilita el desplazamiento de la especie en las áreas de inundación, lo cual es un factor estratégico que influye en el incremento de la interacción entre el ser humano y el cocodrilo.

Las condiciones socio-ambientales en el Pacífico Central durante los últimos años, han transformado el mosaico paisajístico en las partes más planas con una matriz dominante de actividades agropecuarias, constituyéndose las mismas en áreas con un alto potencial para el hábitat del *Crocodylus acutus*. Lo anterior sumado al acrecentamiento de la población humana en el periodo 2000-2017 así como en la proyección al 2025, lo cual ha inducido la ocupación de nuevos espacios para las actividades antrópicas y el establecimiento de infraestructura en espacios no aptos, lo cual ha incrementado la interacción entre ambas especies como se reflejó con los casos atendidos por el cuerpo de bomberos, que registro 270 incidentes en los las cabeceras de distritos de Jaco, Puntarenas, Parrita, Quepos, Barranca y Espíritu Santo, durante los últimos seis años.

La atención de casos por parte del cuerpo de bomberos, determinó que la mayoría de incidentes corresponde a zonas con una alta interacción, donde se realizan una amplia variedad de actividades antrópicas. Además en poblados con mayor población e infraestructura tales como; Barranca, Chacarita y El Roble, aunque se categorizan como hábitats no potenciales para el cocodrilo, la presencia de las desembocaduras de los ríos Barranca y Jesús María, así como el manglar ubicado al norte de la ciudad de Puntarenas (Islita), que funcionan como corredores de desplazamiento y una alta presencia humana, genera una alta ocurrencia de interacciones.

Los resultados comprobaron un grado de fragmentación del paisaje en coberturas relacionadas directamente con el hábitat del *Crocodylus acutus* como el manglar y los cuerpos de agua, donde se incrementó el número de fragmentos en 15 y 7 respectivamente en los últimos 15 años, así como una reducción en su superficie, tal como lo mostro la PSDD y el tamaño medio del parche decrece lo cual es una evidencia del acelerado proceso de fragmentación. Lo anterior es resultado de la alteración y la presión a la que ha sido sometida estas coberturas en los últimos años producto del desarrollo de actividades antrópicas. Los datos demostraron el incremento de la actividad agropecuaria a expensas de coberturas de bosque en pendientes bajas, cobertura próxima al hábitat del cocodrilo, además de coberturas relacionadas directamente como los cuerpos de agua y los manglares, cambios que generaron alteraciones a las condiciones naturales de la región, reflejado directamente en la disminución y fragmentación del hábitat de la especie. Condiciones que prevalecerán para los próximos 15 años según la probabilidad de cambio de uso de la tierra a futuro.

Las estrategias, acciones y propuestas promovidas por el ordenamiento territorial en el Pacífico Central, son insuficientes o carecen de una aplicación óptima que garantice la protección del hábitat potencial del *Crocodylus acutus*, por lo que a futuro es fundamental incrementar actividades de planificación y ordenamiento territorial a nivel local, con el fin de hacer uso racional de los recursos naturales para asegurar el adecuado aprovechamiento del territorio y garantizar el desarrollo de las actividades antrópicas en espacios que no sean identificados como de alto potencial para la presencia del cocodrilo con el fin de reducir la interacción entre el ser humano y la especie.

CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES

1. Establecer programas de educación ambiental en las comunidades cercanas al hábitat potencial o áreas de transición entre hábitats con el fin de dar a conocer las condiciones biológicas de la especie, donde se considere su importancia a nivel ecosistémica y factores que afectan su hábitat aumentando la interacción entre el ser humano y el cocodrilo.
2. Delimitar las áreas de accesibilidad por parte de las actividades turísticas, ya que constituyen una interacción directa con la especie, donde se generan imprudencias como ofrecer alimento generando en ocasiones interacciones negativas.
3. Evitar la realización de actividades de pesca o natación en las áreas con las características óptimas para la presencia del cocodrilo, así como la respectiva rotulación de las áreas más peligrosas o donde se han avistado.
4. Conservar las áreas naturales presentes en el área de estudio, contempladas en la Ley forestal 7575, donde se conserven las áreas de bosque, para reducir la presión de las actividades antrópicas hacia el hábitat potencial del *Crocodylus Acutus*.
5. Respetar las áreas de protección de ríos y quebradas establecidas por la Ley forestal 7575, o la ley 7554 Ley Orgánica del Ambiente, con el fin de proteger y conservar los manglares, los cuales constituyen parte del hábitat del cocodrilo y otras especies.
6. Evitar la realización de actividades antrópicas como el desarrollo de residencias dispersas en áreas demarcadas como propensas a inundación por la Comisión Nacional de Emergencia (CNE) ya que durante la época lluviosa o precipitaciones prolongadas, la áreas ocupadas por las crecidas de los ríos constituyen medios de desplazamiento para especie.

7. Promover e implementar investigaciones que permita la estimación con mayor exactitud de la población de cocodrilos en el Pacífico Central, con la finalidad de implementar medidas que generen un equilibrio en el hábitat de la especie.
8. Complementar este tipo de investigaciones de forma multidisciplinaria de tal forma que se logre incorporar y desarrollar el componente biológico, en asociación con las características geográficas que conforman su entorno natural.
9. Generar acciones de manejo en las áreas identificadas con un alto grado de interacción entre el ser humano y el *Crocodylus acutus*.
10. Establecer un protocolo estandarizado de atención en caso de interacción o ataque del cocodrilo entre las instituciones relacionadas con el tema.

CAPÍTULO 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acuña, G. (2006). Piña en Costa Rica: producción y ambiente. Ambientico. Heredia.
- Álfaro, M. y Escalona I. (2002). El proceso de colonización: poblamiento y formación de localidades. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas/Secretaría de Medio Ambiente/ Plaza y Véldez Editores., México, D.F
- Alvarado, B. 2005. La conservación de los cocodrilos en America y el Caribe, In: Reunión Regional de América Latina y el Caribe del Grupo de Especialistas en Cocodrilos (CSG/SSC/IUCN) 17 al 20 de MAYO 2005, Santa Fe, Argentina.
- Alvarez; M, Calvo; C, Coto; F, Gómez; M, Rodgers; R y Villalobos; M (2014). Estudio de determinación de necesidades de capacitación, formación profesional en la unidad regional Pacífico Central. San José, Costa Rica.
- Andrade, A. (2013). Recomendaciones sobre la presencia del cocodrilo de río: *Crocodylus acutus* en cuerpos de agua del Campo de Golf “El Tigre” Nuevo Vallarta, Nayarit. Dirección estatal de protección civil y bomberos división fauna silvestre. México.
- Barrantes, O. Sandoval, L (2015). Uso/cobertura de la tierra en los cantones de Upala, Guatuso y Los Chiles en el año 2011. En: Revista Geográfica de América Central. No. 56. Pp 59-91. Escuela de Ciencias Geográficas, UNA. Heredia, Costa Rica.
- Barrantes, R (1999) Investigación un camino al conocimiento, un enfoque cualitativo y cuantitativo. San José: EUNED.
- Bolaños, J. 2011. Propuesta plan de contingencia en el manejo de la población de cocodrilos del Gran Humedal del Tempisque (GHT). Asociación Especialistas en Crocodílidos – Centro América.
- Bolaños, J. (1993). Manejo sostenido del cocodrilo y del caimán. San José, Costa Rica.
- Bolaños, J; Sanches, J; Piedra, L. (1995). Inventario y estructura poblacional de crocodílidos en tres zonas de Costa Rica. Laboratorio de Manglares, Área de Ecología y Manejo de Recursos Costeros, Rev. BioL Trop., 44(3)/45(1): 283-287, 1996-1997. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Bolaños, J. (2002). Reflexiones acerca del conflicto entre el hombre (*Homo sapiens*) y el cocodrilo *Crocodylus acutus*. Asociación de especialistas en crocodílidos – Centroamérica. San José. Costa Rica.
- Bolaños, J. (2012). Manejo de cocodrilos (*Crocodylus acutus*) en estanques de cultivo de tilapia en Cañas, Guanacaste. Revista de Ciencias Ambientales. EISSN: 2215-3896. Vol 43(1): 63-72.

- Bosque, I; Fernández; Forero, M y Perez, E. (2012), Los Sistemas de información Geografica en las ciencias Humanas y sociales. Madrid. España. falta editorial
- Buzai, G. (2010). Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica: sus cinco conceptos fundamentales. (Capítulo 7). Buzai, G.D. (Ed.) Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones. Universidad Nacional de Luján – GESIG. Luján. pp. 163-195.
- Buzai, G y Baxendale, C. (2013). Aportes del análisis geográfico con sistemas de información geográfica como herramienta teórica, metodológica y tecnológica para la práctica del ordenamiento territorial. PERSONA Y SOCIEDAD / Universidad Alberto Hurtado. Vol. XXVII / N° 2 / mayo-agosto 2013 / 113-141.
- Buzai, G. (2015). Sistemas de Información Geográfica y Geografía. Líneas de avance teórico-metodológico a comienzos del siglo xxi. Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Daniel Hiernaux y Alicia Lindón (comp.) Tratado de Geografía Humana. Anthropos. Barcelona. pp. 582-600.
- Carvajal, R; Saavedra, M; Alava, J. (2005). Population ecology, distribution and habitat assessment of *Crocodylus acutus* (Cuvier 1807) in the “Reserva de producción de fauna manglares El Salado” of the Guayaquil Gulf Estuary, Ecuador. Revista de biología marina y oceanografía, 40(2), 133-140. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572005000200007>
- Castro, K y Calvo, V. (2013). Análisis socioeconómico y ecológico de los agropaisajes del cultivo del café en el distrito de Frailes, Desamparados, durante el periodo 1997-2003. Geografía paisaje y conservación. Escuela de Ciencias Geográficas, UNA. Heredia, Costa Rica.
- Chaves inical de nombre (1991). Tamaño, estructura y distribución de una población de *Crocodylus acutus* (Crocodylia:Crocodilidae) en Costa Rica. Instituto Clodomiro Picado, Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Conesa, C. (2004). Medio ambiente, recursos y riesgos naturales: análisis mediante tecnología SIG y teledetección. Departamento de Geografía Física, Humana y Análisis Regional, Universidad de Murcia.
- Coronado, J. (2007). Escalas de Medición. Paradigmas, Vol. 2, (2). Bogotá, D. C.
- COMACROM (1999). Proyecto conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los crocodylia en México. México.
- Cortijo, M. (sf). El cocodrilo de tumbres. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Perú. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10757/345938>.

- CrocoWorld (2015). Hábitat y Distribución de los Cocodrilos. <http://www.crocoworld.com/es/habitat-y-distribucion-de-los-cocodrilos/>
- Cupul, M; Hernández, H; Rubio, A; García M; González, L; Reyes, A. (2010). Ataques de cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) en Puerto Vallarta, Jalisco, México: presentación de cinco casos. Cuad Med Forense 2010;16(3):153-160.
- Delfin, C; Gallina, S y López C. (2009). Evaluación del hábitat del venado cola blanca utilizando modelos espaciales y sus implicaciones para el manejo en el centro de Veracruz, México. Tropical Conservation Science Vol.2 (2):215-228.
- Estado de la Nación. 2008. Decimocuarto informe estado de la nación en desarrollo humano sostenible. La zona marino-costera. CONARE, Costa Rica.
- Estado de la Nación (2011). Informe XVII - Estado de la Nación 2011. Recuperado de <http://www.estadonacion.or.cr/estado-nacion/nacion-informes-anteriores/informes-2001-2011/xvii-informe2011>.
- Escobedo; G, Armando H. (2004). Avances en el conocimiento y el estado actual de conservación del Cocodrilo de Tumbes (*Crocodylus acutus* Cuvier, 1807). Rev. peru biol., Lima, v. 11, n. 2, dic. 2004. Disponible en <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332004000200013&lng=es&nrm=iso>. accedido en 08 sept. 2016.
- ESRI. (2016). ArcGis (spacial Analysis. Hydrology). EE.UU. Recuperado el 25 de abril del 2017 en la web: <http://resources.arcgis.com/search/?do=search&start=0&lg=en&product=&version=&collection=&subject=&q=hydrology>
- ESRI. (2015). Comprender el análisis de distancia euclidiana. EE.UU. Recuperado el 20 de octubre del 2016 en la web: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/understanding-euclidean-distance-analysis.htm>
- Fernández, E y Del Río, P. (2011). Sistemas de Información Geográfica para el ordenamiento territorial. La plata. Argentina.
- Fierro, j. (2010). Análisis estadístico univariado, bivariado y variables control. Universidad de Chile. Chile.
- Forman, R. y Godron, M. (1981). Patches and structural components for a landscape ecology. American Institute of Biological Sciences No. 31(10), 733-740. Recuperado el 13 de Septiembre de 2016 en la web: <ftp://mymontanalibrary.org/Maxell/Beaver/Forman,%20R.T.T.%20and%20M.%20Godron.%20%201981.%20%20Patches%20and%20structural%20components%20for%20a%20landscape%20ecology.%20%20BioScience.pdf>

- Fonseca, A. (sf). Decimocuarto Informe Estado de la Nación en desarrollo humano sostenible. La zona marino-costera. Estado de la Nación. San José. Costa Rica.
- Fries; A, Rollenbeck; R, Nauß; T, Peters: T y Bendix; J. (2012). Near surface air humidity in a megadiverse Andean mountain ecosystem of southern Ecuador and its regionalization. *Agricultural and Forest Meteorology* p 17-30.
- García, G. (2013). El conflicto hombre-cocodrilo en México: causas e implicaciones. *Interciencia* [en línea] : [Fecha de consulta: 5 de septiembre de 2016] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33929617010>> ISSN 0378-1844
- García, J. y Buenrostro, A. (2015). Áreas de interacción entre humanos y cocodrilos (*Crocodylus acutus* Cuvier) en Chacahua, Oaxaca, México Areas Of Interaction Between Humans and Crocodiles (*Crocodylus acutus* Cuvier) in Chacahua, Oaxaca, México.
- Garcia, I. (2017). Inundaciones sacaron de su habitat a 14 cocodrilos en Oaxaca. México.
- Green; M, Schweik; C y Randolph; J. (2009) Ecosistemas florestais interacao Homen – ambiente. Editora da universidade de Sao Pablo. Brazil.
- Hernández (2007). Convivir con nuestros cocodrilos. *Revista mensual sobre la actualidad ambiental* ISSN 1409-214N° 166. Heredia. Costa Rica.
- Hurtado, H; Romero, J y Hernández, P. (2001). Ecología poblacional de *Crocodylus acutus* en los sistemas estuarinos de San Blas, Nayarit, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 887-895. México.
- Sánchez R., Juan R. Bolaños y Lilliana Piedra C. (1996). Población de *Crocodylus acutus* (*Crocodylia: Crocodylidae*) en dos ríos de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 44(2): 835-840, 1996. Laboratorio de Manglares. Area de Ecología y Manejo Costero. Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Solano, H. (2014). Hoteleros piden al MINAE intervenir por presencia de cocodrilos en zonas turísticas. *La nación*. San José. Costa Rica.
- Jáuregui, M. (2012). Examen de análisis y toma de decisiones. [Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2017] Disponible en: <https://www.slideshare.net/poropunk/cadenas-de-markov-14645772>
- Larriera, Piña y Dacey (2008). Conservación, Manejo y Uso Sustentable de los Cocodrilos en Cuba - Reporte y Recomendaciones del UICN-CSE Grupo de Especialistas en Cocodrilos. Cuba.

- Lazcano (1993). Plan de accion para la conservacion del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en isla contoy, quintana roo. Mexico.
- MAGRAMA (2014). Fragmentación de hábitats por infraestructuras lineales de transporte en España. Revista digital medio ambiente. Consultada el 11 de Septiembre de 2016. En la web: <https://ojeandolaagenda.com/2014/05/17/fragmentacion-de-habitats-por-infraestructuras-lineales-de-transporte-en-espana/>. ISSN 1989-6794
- Martínez, J, Cienfuegos, E, Briones, F, García, J, Cedillo, C. (2011). Importancia del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en los humedales costeros de Tamaulipas, México. *CienciaUAT* [en línea] 2011, 6 (Julio-Septiembre) : [Fecha de consulta: 18 de agosto de 2016] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441942925001>> ISSN 2007-7521
- Martínez, M. (2015). Ecosistemas. Unidad II. Universidad Nacional de San Luis. Argentina.
- Magaña; F, Delgado; A, Núñez; C, Campos; E y Pecero; L. (2010). Ataques de cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) en Puerto Vallarta, Jalisco, México: presentación de cinco casos. Universidad de Guadalajara. Mexico.
- Mendieta, C y Duarte, A (2009). Ataque por animales acuáticos (tiburón y cocodrilo). A propósito de dos casos fatales en la provincia de Bocas del Toro (Panamá). *Cuad Med Forense*, 1. Ciudad Panama.
- Mena (2007). Aplicación de los sistemas de información geográfica en la ingeniería civil. *Boletín IIIE*, abril – junio. En la web: <http://www.ineel.mx/boletin022007/tend.pdf>
- MIDEPLAN. (2014). Región Pacífico Central plan de desarrollo 2030. San José, Costa Rica.
- Fontana, Y y Solis, S. (2016). Ordenamiento del espacio y del producto turístico: el caso de Costa Rica. EUNED. San José. Costa Rica.
- Motte, M. (1994). Abundancia, distribución e impacto de predación del cocodrilo (*Crocodylus acutus*) sobre el ganado vacuno en las fincas aledañas al río Grande de Tárcos, Costa Rica. Tesis de Maestría, Universidad Nacional, Costa Rica. 94 p.
- Moreira, A. (1996). Los sistemas de información geográfica y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad biológica. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 12(2). VOL XII- N° 2, pp 80 - 86 (ISSN 0716 - 1476).
- Morera, C. y Sandoval, L. (2011). Estructura del paisaje y desarrollo turístico en Cahuita, Talamanca. En: *Revista Geográfica de América Central*. Vol. 2. No. 48E. Escuela de Ciencias Geográficas, UNA. Heredia, Costa Rica.
- Morera, C. y Sandoval, L. (2013). Los procesos de fragmentación y la conectividad forestal en Costa Rica: dos casos de estudios. En libro *Geografía paisaje y conservación*. Escuela de Ciencias Geográficas, UNA. Heredia, Costa Rica.

- Morera, C. y Sandoval, L. (2015). Evaluación de los procesos de conectividad/fragmentación en Costa Rica en el año 2000. Escuela de Ciencias Geográficas, UNA. Heredia, Costa Rica.
- Morales, A. (2012). Percepciones y conocimiento popular sobre cocodrilos (*Crocodylus acutus*) en las zonas aledañas al río Tempisque, Costa Rica. Biocenosis. Vol. 27. San José. Costa Rica.
- MINAET. (2011). Plan Estratégico para el Manejo de la población de *Crocodylus acutus* (cocodrilo americano), en el Gran Humedal Tempisque. Sistema Nacional de áreas de conservación Arenal Tempisque. Guanacaste. Costa Rica.
- IMN (sf). Regiones Y Subregiones Climáticas De Costa Rica. San José. Costa Rica.
- INEC. (2011). Censo de población y vivienda. San José. Costa Rica.
- Ramirez; M, Jimenez; M, Martinez; A. (2005)- Estructura y densidad de la red de caminos en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. Investigaciones Geográficas, Boletín 57, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM ISSN 0188-4611, Núm. 57, 2005, pp. 68-80.
- Regos, A; Tapia, L; Vidal, M y J. Domínguez. (2012). Teledetección y SIGs como fuentes de información ambiental en el modelado de distribución de especies: el caso práctico del Conejo europeo. XV Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica, Madrid, AGE-CSIC.
- Reyes; H, Leija; G, Sahagún, Jy Montoya, N. (2013). Situación actual y escenarios futuros de los procesos de deforestación en la Sierra Madre Oriental, San Luis Potosí, México. Análisis basado en geotecnologías y métodos participativos. En libro Geografía paisaje y conservación. Escuela de Ciencias Geográficas, UNA. Heredia, Costa Rica.
- Quesada, G. (2011). Destrucción del estuario y humedal de Puntarenas. La Nación. San Jose. Costa Rica.
- Sánchez, J. (2001). Estado de la población de cocodrilos (*Crocodylus acutus*) en el río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica. INBIO, Heredia, Costa Rica.
- Savage, J. (2002). The Amphibians and reptiles of Costa Rica. A Herpetofauna between two Continents, between two seas.
- Santillán, R. (2013). Aplicación de sistemas de información geográfica (sig) para la elaboración de modelos zoogeográficos: un estudio de caso. Universidad del Azuay. Maestría en geomática con mención en ordenamiento territorial. Cuenca Ecuador.

- Sandoval, I. y Bolaños J (2016). Análisis del Hábitat del Cocodrilo *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) en el Gran Humedal del Tempisque Guanacaste y la vertiente del Pacífico Central de Costa Rica.
- Sandoval, I. y Duran, A. (2013). Caracterización del paisaje del hábitat del cocodrilo (*Crocodylus acutus*), para la identificación de zonas con riesgo de ataques a comunidades aledañas al Río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica. Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional. Heredia. Costa Rica.
- Sandoval, I. (comunicación personal, 3 de noviembre, 2016) Distribución del cocodrilo durante la época lluviosa. Heredia. Heredia. Costa Rica.
- Sarmiento, F (1974). Diccionario de Ecología. Paisaje y conservación desarrollo sustentable para Latinoamérica. Quito, Ecuador.
- SINAC (2014). Sistema Nacional de Áreas de Conservación. San José. Costa Rica.
- SINAC. (2011). Plan Estratégico para el Manejo de la población de *Crocodylus acutus* (cocodrilo americano), en el Gran Humedal Tempisque.
- Santos, T y Tellería, L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat efecto sobre la conservación de las especies. Revista científica de ecología y medio ambiente 15 (2). En la web: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=423>
- Sandoval, I y Durán, A. (2015). Caracterización del paisaje del hábitat del cocodrilo (*Crocodylus acutus*), para la identificación de zonas con riesgo de ataques a comunidades aledañas al Río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica.
- Submitted, T., Fulfillment, P., & Kong, H. (2010). Application of Urban Climatic Map to Urban Planning of High Density Cities - A Case Study of Hong Kong.
- Suazo, I. (2009). Efectos de la conservación del bosque tropical caducifolio a mosaicos agrícolas sobre ensamblajes herpetofaunísticos. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. recuperado de http://www.oikos.unam.mx/LECT/images/tesis/dra_suazo_ortu%C3%B1o_%20ecologia_de_ensamblajes_de_anfibios.pdf
- Torres, O., D. Salazar, A. Merino, D.A. 2015. ReptiliaWebEcuador. Versión 2015.0. Museo de Zoología QCAZ, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/reptiles/reptilesEcuador>>, acceso 18 de agosto del 2016.
- Álvarez M. (1974). Los Crocodylia de México, 70 pp. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables (IMERNAR), México.
- Troll, C. (2010). Ecología del paisaje. Clásicos del medio ambiente. Investigación ambiental.

- Olaya, V. (2011). Sistemas de Información Geográfica. Versión 1.0. Rev. 25 de noviembre de 2011. Disponible en ftp://ftp.ehu.es/cidira/profs/iipbaiza/Libro_SIG.pdf
- Olaya, V. (2014). Sistemas de Información Geográfica. Versión revisada el 16 de octubre de 2014. Disponible en https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf
- Orozco, A. (2015). Monitoreo de la población de cocodrilos (*Crocodylus acutus*) en el río Tempisque. Guanacaste. Costa Rica. 2011-2014. Informe final de Práctica Dirigida para optar por el título de Bachiller en Manejo de Recursos Naturales. UNED. Costa Rica.
- Pilar, M; Gómez2, C; Gutiérrez, M; Múnera D; Zapata, P; Vergara, I; Andrade, L; Ramos, K. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 5 p. 45-57. Medellín (Colombia).
- Porras, L. (2007). Cocodrilos en Costa Rica: ¿poblaciones o metapoblación?. Revista de Ciencias Ambientales, [S.l.], v. 33, n. 1, p. 18-22, June 2007. ISSN 2215-3896. Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ambientales/article/view/8176/9206>. Fecha de acceso: 08 sep. 2016 doi:<http://dx.doi.org/10.15359/rca.33-1.3>.
- Quiroz, Y. (2010). Los SIG como herramienta para la toma de decisiones en la solución de problemas ambientales y dentro de la formación profesional en ciencias ambientales. Temas de Ciencia y Tecnología, 14, 33-40. Universidad de la Sierra Juárez. México. Recuperado el 13 de Septiembre de 2016 en la web: http://www.utm.mx/edi_anteriores/temas41/2NOTAS_41_2.pdf
- Vargas, J. (4 de enero de 2016). Costa Rica es el país del Istmo con más ataques del cocodrilo. Teletica. Recuperado de <http://www.teletica.com/Noticias/60062-Costa-Rica-es-el-pais-del-Istmo-con-mas-ataques-de-cocodrilo.note.aspx>
- Wilches, G. (2014) Detección de áreas de vulnerabilidad de ataque de cocodrilos sobre el río Tempisque. Tesis de maestría, Universidad Nacional, Costa Rica.
- Zurrita, A; Badii, A; Guillen, O; Serrato, L y Guilar, A (2015). (Factors Causing Environmental Degradation). Daena: International Journal of Good Conscience.

Anexos

ANEXO 1. REPORTE DE AVISTAMIENTO Y ATENCIÓN DE COCODRILOS SEGÚN REPORTES DEL 911

FECHA	LOCALIDAD	DIRECCIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
13-Oct-2015 14:02:49	PUNTARENAS, ESPARZA, ESPIRITU SANTO 60201	PUNTARENAS, ESPARZA, ESPIRITU SANTO , PLAYA CALDERA , DEL ROMPEOLAS , 100 MTS HACIA LA RUTA 27 , EN LA PLAYA	306 / RESCATES	REPORTA LA PRESENCIA DE UN COCODRILO EN LA PLAYA
17-Sep-2015 10:33:57	PUNTARENAS, PUNTARENAS, CHACARITA 60112	PUNTARENAS, CHACARITA DETRAS DE LA PISTA DE ATERRIZAJE //DE LA ESCUELA DE 20 NOVIEMBRE 250 ESTE	306 / RESCATES	DOS COCODRILOS
16-Nov-2015 10:14:50	PUNTARENAS, GARABITO, JACO 61101	PUNTARENAS, GARABITO,JACO, CONTIGUO A LA BODEGA DEL LAGAR, EN LA CALLE DE LASTRE ENTRANDO 75 METROS AL FONDO, CASA COLOR TERRA	306 / RESCATES	EN EL LUGAR VIVEN UN CAIMAN, DOS COCODRILOS MEDIANOS..
16-Nov-2015 10:14:50	PUNTARENAS, GARABITO, JACO 61101	PUNTARENAS, GARABITO,JACO, CONTIGUO A LA BODEGA DEL LAGAR, EN LA CALLE DE LASTRE ENTRANDO 75 METROS AL FONDO, CASA COLOR TERRA	306 / RESCATES	VIO SEIS COCODRILOS PEQUEÑOS EN EL AGUA, POR DONDE HAY UNOS LIRIOS ,,, SE ESCONDEN EN LOS LIRIOS.
16-Nov-2015 10:14:50	PUNTARENAS, GARABITO, JACO 61101	PUNTARENAS, GARABITO,JACO, CONTIGUO A LA BODEGA DEL LAGAR, EN LA CALLE DE LASTRE ENTRANDO 75 METROS AL FONDO, CASA COLOR TERRA	306 / RESCATES	AYER ANDABAN LOS COCODRILOS ALREDEDOR DE LA CASA...
18-Nov-2015 12:28:35	PUNTARENAS, AGUIRRE, QUEPOS 60601	PUNTARENAS, AGUIRRE, QUEPOS DE MAXI PALI PRIMERA ENTRADA A MANO DERECHA EN VILLA TRANQUILLA	306 / RESCATES	HAY UN COCODRILO EN EL AREA VERDE
03-Dec-2015 15:29:26	PUNTARENAS, ESPARZA, MACACONA 60203	PUNTARENAS, ESPARZA, MACACONA BEROLIS, ENTRANDO, EN EL BARRIO AL FONDO AL FINAL DE LA CALLE, DONDE ESTA LA QUEBRADA	306 / RESCATES	SE REALIZO REVISION EN EL LUGAR NO SE LOCALIZA EL COCODRILO, SE LE BRINDA RECOMENDACIONES A LOS INTERESADOS
03-Dec-2015 15:29:26	PUNTARENAS, ESPARZA, MACACONA 60203	PUNTARENAS, ESPARZA, MACACONA BEROLIS, ENTRANDO, EN EL BARRIO AL FONDO AL FINAL DE LA CALLE, DONDE ESTA LA QUEBRADA	306 / RESCATES	ENCONTRARON UN COCODRILO
12-Dec-2015 20:31:31	PUNTARENAS, CORREDORES, CORREDOR 61001	PUNTARENAS, CORREDORES, CORREDOR BARRIO COTO 47 ZONA AMERICANA 100 MTS SUR DE LA GERENCIA DE PALMA TICA, EN APARTAMENTOS BLANCO	306 / RESCATES	UN LAGARTO DE APROX. 2 MTS DE LARGO EN EL PATIO DE LA CASA

12-Dec-2015 20:31:31	PUNTARENAS, CORREDORES, CORREDOR 61001	PUNTARENAS, CORREDORES, CORREDOR BARRIO COTO 47 ZONA AMERICANA 100 MTS SUR DE LA GERENCIA DE PALMA TICA, EN APARTAMENTOS BLANCO	306 / RESCATES	REPORTAN LOS OFICIALES QUE YA LA UNIDAD DE BOMBEROS V113 PROCEDE A TRASLADAR EL LAGARTO A UN RIO CERCANO DE LA COMUNIDAD
12-Dec-2015 20:31:31	PUNTARENAS, CORREDORES, CORREDOR 61001	PUNTARENAS, CORREDORES, CORREDOR BARRIO COTO 47 ZONA AMERICANA 100 MTS SUR DE LA GERENCIA DE PALMA TICA, EN APARTAMENTOS BLANCO	306 / RESCATES	YA EL MISMO LAGARTO OTRO DIA SE HABIA COMIDO UN PERRO.
25-Dec-2015 11:20:13	PUNTARENAS, PUNTARENAS, PAQUERA 60105	PUNTARENAS, PUNTARENAS, PAQUERA, NARANJO, EN PLAYA BAHIA GIGANTE	306 / RESCATES	INDICA QUE HAY UN LAGARTO EN LA PLAYA
25-Dec-2015 12:19:46	PUNTARENAS, PUNTARENAS, BARRANCA 60108	PUNTARENAS, BARRANCA, DE RECOPE HACIA MIRAMAR 1.5 KM, EN EL SEGUNDO PUENTE, SOBRE EL RIO NARANJO	306 / RESCATES	UN LAGARTO EN LA CARRETERA
25-Dec-2015 12:19:46	PUNTARENAS, PUNTARENAS, BARRANCA 60108	PUNTARENAS, BARRANCA, DE RECOPE HACIA MIRAMAR 1.5 KM, EN EL SEGUNDO PUENTE, SOBRE EL RIO NARANJO	306 / RESCATES	CORRIGE EL LAGARTO ESTABA EN EL RIO, EN ESTE MOMENTO SE ENCUENTRA EN LA ACERA AMENAZANDO A PERSONAS.
09-Jan-2016 10:20:17	PUNTARENAS, PUNTARENAS, BARRANCA 60108	PUNTARENAS, PUNTARENAS, BARRANCA, PLAYA DOÑA ANA, EN EL SECTOR DE LA DESEMBOCADURA DEL RIO.	306 / RESCATES	REPORTA LAGARTO EN LA PLAYA, SALIO DE LA DESEMBOCADURA DEL RIO
09-Jan-2016 10:20:17	PUNTARENAS, PUNTARENAS, BARRANCA 60108	PUNTARENAS, PUNTARENAS, BARRANCA, PLAYA DOÑA ANA, EN EL SECTOR DE LA DESEMBOCADURA DEL RIO.	306 / RESCATES	SEGUN INFORME DE UN TURISTA LO DE LOS LAGARTOS FUE EN HORAS DE LA MAÑANA
09-Jan-2016 10:20:17	PUNTARENAS, PUNTARENAS, BARRANCA 60108	PUNTARENAS, PUNTARENAS, BARRANCA, PLAYA DOÑA ANA, EN EL SECTOR DE LA DESEMBOCADURA DEL RIO.	306 / RESCATES	USUARIO REPORTA QUE EN EL LUGAR HAY UN LAGARTO EN EL SECTOR DE LA DESEMBOCADURA.
27-Jan-2016 14:22:07	PUNTARENAS, PUNTARENAS, BARRANCA 60108	PUNTARENAS, PUNTARENAS, BARRANCA, DETRAS DE LA URBANIZACION JUANITO MORA, EN EL RIO BARRANCA	306 / RESCATES	DICE QUE HAY UN COCODRILO COMO DE DOS METROS
30-Jan-2016 05:24:37	PUNTARENAS, GOLFITO,	PUNTARENAS, GOLFITO, PUERTO JIMENEZ, CONTIGUO AL ANGAR ALFA ROMEO CASA COLOR CAFE	306 / RESCATES	INDICA QUE HAY UN LAGARTO EN LA PROPIEDAD

	PUERTO JIMENEZ 60702			
31-Mar-2016 22:09:06	PUNTARENAS, GARABITO, JACÓ 61101	PUNTARENAS, GARABITO, JACO, QUEBRADA AMARILLA, AL FRENTE DE CABINAS JORGE GODINEZ, EN VIA PUBLICA	306 / RESCATES	REPORTA COCODRILO QUE ACABA DE SALIR DE UNA POZA
01-May-2016 19:43:08	PUNTARENAS, PARRITA, PARRITA 60901	PUNTARENAS, PARRITA CENTRO BARRIO INVU TERCERA ENTRADA EN EL TALLER AUTOMOTRIZ GASES RTV	306 / RESCATES	INDICA QUE HAY UN LAGARTO DENTRO DE SU PROPIEDAD
05-May-2016 19:56:35	PUNTARENAS, GARABITO, JACÓ 61101	PUNTARENAS GARABITO JACO EN EL HOTEL VILLAS DEL MAR.	306 / RESCATES	PROBLEMAS CON UN COCODRILO
11-May-2016 01:23:27	PUNTARENAS, PARRITA, PARRITA 60901	PUNTARENAS, PARRITA,,, PLAYA BEJUCO ,, EN RESIDENCIAL MALAGA	306 / RESCATES	INDICA COCODRILO EN EL LUGAR
12-Jun-2016 11:20:19	PUNTARENAS, PARRITA, PARRITA 60901	EL JARDINERO LE DIJO QUE ES MUY GRANDE , COMO DE METRO Y MEDIO	306 / RESCATES	LAGARTO EN EL LAGITO DEL JARDIN
31-May-2016 20:07:11	PUNTARENAS, PUNTARENAS, PUNTARENAS 60101	M-010	306 / RESCATES	INDICA QUE HAY UN LAGARTO O COCODRILO COMO DE UNOS 40 CM DE LARGO DENTRO DEL HOTEL
26-Jul-2016 18:12:32	PUNTARENAS, AGUIRRE, QUEPOS 60601	SE CONVERSA CON PERSONAL DE LA DELEGACION DE QUEPOS INDIFICA QUE COORDINANAL LUGAR	306 / RESCATES	SE REQUIERE COLABORACION DE UNIDAD DE FUERZA PUBLICA PARA COLABORAR CON TRASLADO DEL COCODRILO A UN LUGAR SEGURO
26-Jul-2016 18:12:32	PUNTARENAS, AGUIRRE, QUEPOS 60601	SE CONVERSA CON PERSONAL DE LA DELEGACION DE QUEPOS INDIFICA QUE COORDINANAL LUGAR	306 / RESCATES	REFIERE QUE PARECE UN COCODRILO
26-Jul-2016 18:12:32	PUNTARENAS, AGUIRRE, QUEPOS 60601	SE CONVERSA CON PERSONAL DE LA DELEGACION DE QUEPOS INDIFICA QUE COORDINANAL LUGAR	306 / RESCATES	REFIERE QUE ESTA EN LA ORILLA DE LA VIVIENDA
26-Jul-2016 18:12:32	PUNTARENAS, AGUIRRE, QUEPOS 60601	SE CONVERSA CON PERSONAL DE LA DELEGACION DE QUEPOS INDIFICA QUE COORDINANAL LUGAR	306 / RESCATES	REFIERE QUE NO HA HECHO A ATACAR..
05-Aug-2016 07:53:28	PUNTARENAS, PUNTARENAS, PUNTARENAS 60101	REPORTA QUE ANDA UN COCODRILO EN LA PLAYA.	306 / RESCATES	SE RECIBE COMO INF

05-Aug-2016 07:53:28	PUNTARENAS, PUNTARENAS, PUNTARENAS 60101	REPORTA QUE ANDA UN COCODRILO EN LA PLAYA.	306 / RESCATES	BOMBEROS ENTERADOS
05-Aug-2016 07:53:28	PUNTARENAS, PUNTARENAS, PUNTARENAS 60101	REPORTA QUE ANDA UN COCODRILO EN LA PLAYA.	306 / RESCATES	HAY PERSONAS EN LA PLAYA.
05-Aug-2016 07:53:28	PUNTARENAS, PUNTARENAS, PUNTARENAS 60101	REPORTA QUE ANDA UN COCODRILO EN LA PLAYA.	306 / RESCATES	DICE QUE LLEGA A LA PUNTA DEL CARMEN... DICE QUE ESTA EN EL AGUA.
05-Aug-2016 07:53:28	PUNTARENAS, PUNTARENAS, PUNTARENAS 60101	REPORTA QUE ANDA UN COCODRILO EN LA PLAYA.	306 / RESCATES	2016-08-05-00551
05-Aug-2016 07:53:28	PUNTARENAS, PUNTARENAS, PUNTARENAS 60101	REPORTA QUE ANDA UN COCODRILO EN LA PLAYA.	306 / RESCATES	NO HAY HERIDOS.
08-Aug-2016 10:40:32	PUNTARENAS, PUNTARENAS, EL ROBLE 60115	REF QUE HAY UN COCODRILO EN LA LAGUNA DE LA FINCA,	306 / RESCATES	EN RUTA
08-Aug-2016 10:40:32	PUNTARENAS, PUNTARENAS, EL ROBLE 60115	REF QUE HAY UN COCODRILO EN LA LAGUNA DE LA FINCA,	306 / RESCATES	SE REC COMO INF
08-Aug-2016 10:40:32	PUNTARENAS, PUNTARENAS, EL ROBLE 60115	REF QUE HAY UN COCODRILO EN LA LAGUNA DE LA FINCA,	306 / RESCATES	T-06
08-Aug-2016 10:40:32	PUNTARENAS, PUNTARENAS, EL ROBLE 60115	REF QUE HAY UN COCODRILO EN LA LAGUNA DE LA FINCA,	306 / RESCATES	LA UNIDAD SE DIRIGE A LA URBANIZACION LAS NUBES EN DONDE INDICA LA INTERESADA ESTABA LA QUEMA
08-Aug-2016 10:40:32	PUNTARENAS, PUNTARENAS, EL ROBLE 60115	REF QUE HAY UN COCODRILO EN LA LAGUNA DE LA FINCA,	306 / RESCATES	EN EL LUGAR
08-Aug-2016 10:40:32	PUNTARENAS, PUNTARENAS, EL ROBLE 60115	REF QUE HAY UN COCODRILO EN LA LAGUNA DE LA FINCA,	306 / RESCATES	YA ESTA MUY GRANDE Y COME TODO CLASE DE ANIMLES,
08-Aug-2016 10:40:32	PUNTARENAS, PUNTARENAS, EL ROBLE 60115	REF QUE HAY UN COCODRILO EN LA LAGUNA DE LA FINCA,	306 / RESCATES	TEMEN QUE ATAQUE UNA PERSONAS
08-Aug-2016 10:40:32	PUNTARENAS, PUNTARENAS, EL ROBLE 60115	REF QUE HAY UN COCODRILO EN LA LAGUNA DE LA FINCA,	306 / RESCATES	2016-08-08-00998
08-Aug-2016 10:40:32	PUNTARENAS, PUNTARENAS, EL ROBLE 60115	REF QUE HAY UN COCODRILO EN LA LAGUNA DE LA FINCA,	306 / RESCATES	SOLICITA AYUDA AL RESPECTO

21-Aug-2016 22:03:21	PUNTARENAS, GOLFITO, PUERTO JIMENEZ 60702	REPORTAN LOS OFICIALES QUE EL ANIMAL YA NO SE ENCONTRABA EN EL SITIO	306 / RESCATES	BAJO CONTROL UNIDAD SE RETIRA DE LA ESCENA, SE TRATO DE UN COCODRILO EL CUAL A LA LLEGADA DE LA UNIDAD INGRESA A UNA BODEGA A LA
11-Oct-2016 11:51:39	PUNTARENAS, OSA, PIEDRAS BLANCAS 60505	NEGATIVO CON LA CAPTURA DEL MISMO	306 / RESCATES	EN RUTA
11-Oct-2016 11:51:39	PUNTARENAS, OSA, PIEDRAS BLANCAS 60505	NEGATIVO CON LA CAPTURA DEL MISMO	306 / RESCATES	PI-04
11-Oct-2016 11:51:39	PUNTARENAS, OSA, PIEDRAS BLANCAS 60505	NEGATIVO CON LA CAPTURA DEL MISMO	306 / RESCATES	EN EL LUGAR
11-Oct-2016 11:51:39	PUNTARENAS, OSA, PIEDRAS BLANCAS 60505	NEGATIVO CON LA CAPTURA DEL MISMO	306 / RESCATES	UNIDAD SE RETIRA DEL LUGAR
11-Oct-2016 11:51:39	PUNTARENAS, OSA, PIEDRAS BLANCAS 60505	NEGATIVO CON LA CAPTURA DEL MISMO	306 / RESCATES	BAJO CONTROL
11-Oct-2016 11:51:39	PUNTARENAS, OSA, PIEDRAS BLANCAS 60505	NEGATIVO CON LA CAPTURA DEL MISMO	306 / RESCATES	SE ENCUENTRA EN LOS ALREDEDORES DE UNA QUEBRADA
11-Oct-2016 11:51:39	PUNTARENAS, OSA, PIEDRAS BLANCAS 60505	NEGATIVO CON LA CAPTURA DEL MISMO	306 / RESCATES	REFIERE QUE HAY LAGARTO EN EL CANAL DE LA CASA
11-Oct-2016 11:51:39	PUNTARENAS, OSA, PIEDRAS BLANCAS 60505	NEGATIVO CON LA CAPTURA DEL MISMO	306 / RESCATES	MIDE COMO 1 METRO
11-Oct-2016 11:51:39	PUNTARENAS, OSA, PIEDRAS BLANCAS 60505	NEGATIVO CON LA CAPTURA DEL MISMO	306 / RESCATES	SE COMO LOS POLLOS
11-Oct-2016 11:51:39	PUNTARENAS, OSA, PIEDRAS BLANCAS 60505	NEGATIVO CON LA CAPTURA DEL MISMO	306 / RESCATES	2016-10-11-00952
11-Oct-2016 11:51:39	PUNTARENAS, OSA, PIEDRAS BLANCAS 60505	NEGATIVO CON LA CAPTURA DEL MISMO	306 / RESCATES	NO HAY HERIDOS
19-Oct-2016 03:55:38	PUNTARENAS, PUNTARENAS, EL ROBLE 60115	QUIEN LLAMA ES UN TAXISTA QUE ME INDICA QUE LO TIENE ALUMBRADO CON EL CARRO	306 / RESCATES	INDICA QUE HAY UN LAGARTO EN LA VIA PUBLICA
26-Jan-2016 20:03:36	PUNTARENAS, PUNTARENAS, BARRANCA 60108	PUNTARENAS, PUNTARENAS, BARRANCA JUANITO MORA, DE LA 1ERA DE LOS ALMEDROS AL FONDO HASTA EL RIO BARRANCA **	430 / AMBIENTAL	JOVENES ATRAPANDO UN LAGARTO Q ESTA EN EL RIO

17-Apr-2016 16:15:33	PUNTARENAS, OSA, BAHIA BALLENA 60504	PUNTARENAS, OSA, BAHIA BALLENA, SALEN HACIA DOMINICAL.	430 / AMBIENTAL	AGARRAN A MACHETAZOS A LAGARTOS E IGUANAS.
10-Nov-2016 14:45:18	PUNTARENAS, PUNTARENAS, BARRANCA 60108	INFORMA EL OFICIAL LEOPOLDO SEGURA QUE LA RP LLEGA AL LUGAR REALIZAN RECORRIDO POR EL SECTOR TODO SE OBSERVA EN ORDEN, NADIE DA	430 / AMBIENTAL	TIENEN VARIOS LAGARTOS PEQUEÑOS ”
26-Dec-2016 14:00:24	PUNTARENAS, PUNTARENAS, CHACARITA 60112	REPORTA OFICIAL ORIAS QUE LA RP REALIZO RECORRIDO POR EL LUGAR Y NO SE UBICO LO SUCEDIDO.	430 / AMBIENTAL	ANDAN VENDIENDO UN LAGARTO PEQUEÑO.
22-Dec-2015 12:34:02	PUNTARENAS, PUNTARENAS, PUNTARENAS 60101	PUNTARENAS BARRIO EL CARMEN, EN LA ENTRADA DE COOPEIMPESA EN LA PESCADERIA RECIBIDOR ROBIE	532 / LESIONES CAUSADAS POR ANIMALES	REPORTA QUE UN COCODRILO PEQUEÑO STABA ATRAPADO EN YN TRAMAYO
22-Dec-2015 15:27:38	PUNTARENAS, PUNTARENAS, PUNTARENAS 60101	PUNTARENAS, BARRIO EL CARMEN, FRENTE DE INCOPECA. EN VIA PÚBLICA.	532 / LESIONES CAUSADA S POR ANIMALES	TIENE MUCHO SANGRADO EN EL PIE. Y DICE QUE LO MORDIO UN LAGARTO.

Fuente: Datos extraídos de la base de datos de atención de eventos reportados al servicio de emergencias 911.

