

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**VALIDACIÓN TÉCNICA DE LOS PARÁMETROS
PARA LA IDENTIFICACIÓN DE HUMEDALES
PALUSTRINOS DE ACUERDO CON EL DECRETO
N° 42760-MINAE.**

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERA
FORESTAL CON EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIATURA, ENFASIS EN CONSERVACIÓN Y
RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS FORESTALES

MARÍA FERNANDA PÉREZ PÉREZ

CARTAGO, COSTA RICA, 2023

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**VALIDACIÓN TÉCNICA DE LOS PARÁMETROS PARA LA
IDENTIFICACIÓN DE HUMEDALES PALUSTRINOS DE
ACUERDO CON EL DECRETO N° 42760-MINAE.**

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERA
FORESTAL CON EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIATURA, ÉNFASIS EN CONSERVACIÓN Y
RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS FORESTALES

MARÍA FERNANDA PÉREZ PÉREZ

CARTAGO, COSTA RICA, 2023

VALIDACIÓN TÉCNICA DE LOS PARÁMETROS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE HUMEDALES PALUSTRINOS DE ACUERDO CON EL DECRETO N° 42760-MINAE

María Fernanda Pérez Pérez

RESUMEN

El presente trabajo tiene como fin realizar una validación técnica de los parámetros para la identificación de humedales palustrino, mediante los tres criterios técnicos que indica el Decreto N° 42760. Así verificar si en la práctica la interpretación de este concepto es el adecuado. Los humedales palustres suelen tener vegetación hidrófila, suelos hidrómorfos y condición hídrica presente, con pendiente casi plana $< 3\%$ y profundidad efectiva Superficial < 30 cm, con niveles de profundidad no mayores a los 2 metros y un mínimo porcentaje de salinidad, es por eso que tiende a confundirse con otros ecosistemas con presencia hídrica de manera ocasional. El objetivo general; realizar una evaluación sobre la metodología establecida N° 42760-MINAE, “Criterios técnicos en la identificación, ubicación y clasificación de ecosistemas de humedal”, en ecosistemas palustrinos, en cuatro fincas privadas en Quepos, Garabito y Nicoya.

La metodología, aplicada fue exactamente la que indica N° 42760-MINAE, en las tres fincas y evaluar puntos de muestreo, dentro de cada sitio y verificar y comparar. Además, se determinó posibles inconsistencias para categorizar la presencia de humedal en sitios donde no están presentes. Por lo tanto, con tres criterios es ineficiente para delimitar un humedal palustrino.

Palabras claves: Humedal palustrino, Suelos hidrómorfos, Condición hídrica, Entisoles, Inceptisoles.

ABSTRACT

The present work is to carry out a technical validation of the parameters for the identification of palustrine wetlands, using the three technical criteria indicated in Decree No. 42760. Thus, verify if in practice the interpretation of this concept is adequate. Marsh wetlands usually have hydrophilic vegetation, hydromorphic soils, and present water conditions, with an almost flat slope $< 3\%$ and effective surface depth < 30 cm, with depth levels no greater than 2 meters and a minimum percentage of salinity, which is why This tends to be confused with other ecosystems with occasional water presence. The general objective; carry out an evaluation on the established methodology No. 42760-MINAE, “Technical criteria in the identification, location and classification of wetland ecosystems”, in palustrine ecosystems, in four private farms in Quepos, Garabito and Nicoya.

The methodology applied was exactly that indicated in No. 42760-MINAE, in the three farms and to evaluate sampling points, within each site and verify and compare. In addition, possible inconsistencies were determined to categorize the presence of wetlands in sites where they are not present. Therefore, with three criteria it is inefficient to delimit a palustrine wetland.

Keywords: Palustrine wetland, Hydromorphic soils, Hydraulic condition, Entisols, Inceptisols.



Este trabajo tiene licencia [CC BY-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).© _____

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Trabajo final de graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por MAP. Igor Zúñiga Garita, Dr. Luis Guillermo Acosta Vargas y Lic. Roberto Fallas Redondo, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería con énfasis en Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales, del INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA.

Igor Zúñiga Garita, M.S.c
Director de tesis

Luis Guillermo Acosta Vargas, Dr.
Lector



Roberto Fallas Redondo, Lic.
Lector

Dorian Carvajal Vanegas, M.S.c
Coordinador



María Fernanda Perez Pérez
Estudiante

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICES DE CUADROS	vi
ÍNDICES DE ANEXOS	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
1. INTRODUCCIÓN	9
2. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo General	11
2.2 Objetivos específicos	11
3. HIPÓTESIS	11
4. REVISIÓN DE LITERATURA	12
4.1 Ecosistemas	12
4.1.1 Tipos de ecosistemas	12
4.2 Ecosistemas de humedales	13
4.3 Los humedales y su clasificación	14
4.3.1 Humedales Fluviales o ribereños	14
4.3.2 Humedales Lacustres	15
4.3.3 Humedales Marinos y Estuarios.....	15

4.3.4	Humedales Palustres o Tropicales	16
4.4	Metodología para definición de humedales.....	16
4.5	Humedales en Costa Rica.	18
5.	METODOLOGÍA.....	19
5.1	Área de estudio	19
5.1.	Criterio de expertos	22
5.2.	Aplicación de la metodología de identificación de humedales en campo	24
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
6.1	Área de estudio y sitios de muestreo	25
6.2	Características climatológicas del área de estudio (Precipitación y Temperatura).....	29
6.3	Criterio experto.....	31
6.3.1	Primera etapa, preguntas cerradas.....	31
6.3.2	Segunda etapa, preguntas abiertas:	34
6.4	Resultados del análisis de las variables de un humedal Palustrino	38
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
7.	REFERENCIAS.....	54
8.	ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Variables utilizadas dentro de la metodología para la delimitación de humedales (Brena et al, 2016).....	17
Figura 2.	Descripción de suelos de la zona de estudio y características (Suelos de Costa Rica – Boletín 5 – del INTA)	20
Figura 3.	Descripción de suelos de la zona de estudio en Quepos y Garbito.....	21
Figura 4.	Mapa de ubicación de las propiedades muestreadas con respecto a Costa Rica ..	22
Figura 5.	Método de Delphi, aplicado para entrevista realizada a expertos.....	23

Figura 6. Barreno Holandés utilizado en trabajo de campo	25
Figura 7. Mapa de sitio de Roblar y los puntos de muestreo, Nicoya, Guanacaste. (Elaborado por María Fernanda Pérez Pérez. Octubre, 2023)	27
Figura 8. Mapa de sitio de Jacó y los puntos de muestreo, Garabito, Puntarenas. (Elaborado por María Fernanda Pérez Pérez. Octubre, 2023)	28
Figura 9. Mapa de sitio de Matapalo y los puntos de muestreo, Quepos, Puntarenas. (Elaborado por María Fernanda Pérez Pérez. Octubre, 2023)	29
Figura 10. Climograma promedio mensual para el año 2022, en sector Península de Nicoya. Finca en Roblar de Nicoya, Guanacaste Costa Rica.	29
Figura 11. Climograma promedio mensual para el año 2022 Finca en Matapalo de Quepos, y Finca en Jacó Puntarenas Costa Rica.	30
Figura 12. Respuesta sobre conocimiento de Metodología propuesta por el SINAC según decreto N°42760-MINAE	32
Figura 13. Respuesta sobre humedad y gley en un sitio.	33
Figura 14. Concepto de humedal y posible mal interpretación según RAMSAR.....	34
Figura 15. Esquema de aspectos fundamentales en una metodología de identificación de humedales palustrinos (elaboración propia).....	52

ÍNDICES DE CUADROS

Cuadro 1. Resultados análisis de campo de puntos de muestreo,	39
Cuadro 2. Resultados análisis de campo de puntos de muestreo, sector Quepos.....	43
Cuadro 3. Resultados análisis de campo de puntos de muestreo, sector Jacó.....	46

ÍNDICES DE ANEXOS

Anexo 1. Listado de flora por tipo de humedal de acuerdo a clasificación paisajística Humedales Estuarinos y Bosques Inundados Salados (manglares)	60
--	----

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios y a mis padres.

Gracias papi y mami que sin ustedes nada de esto fuera posible, son mi soporte durante mi vida, me enseñaron a no rendirme. Un sueño transmitido en papel y palabras.

A mis hijos Santiago y Luciana, ustedes son mi lucha y mi perseverancia. Gracias por la paciencia y por los sacrificios que han sido participes.

A mi hermana Meli, por ser mi incondicional, confidente y amiga, gracias por siempre estar para mí y los míos.

A mis demás familiares y amigos por creer siempre en mí, especialmente a Julio, Laura, Kathe, Mare y Mary, por ser mi paño de lágrimas y alegrar mis días.

A mis compañeros de énfasis, especialmente a Ana Paula, Emmanuel por ser mis guías en muchas ocasiones, también a Cris, Nicky, Nico, Pau, por brindarme tan linda amistad.

Por supuesto a mi gran Ángel que donde quiera que se encuentre guía mis pasos.

“Gracias mamá”.

“Puede que tengas que luchar una batalla más de una vez para ganarla”

(Margaret Thatcher)

AGRADECIMIENTO

A mi tutor Igor Zúñiga Garita, por su lucidez y por su paciencia, dedicación y apoyo en este proyecto.

Al ingeniero Roberto Fallas por colaborar como lector.

Al profesor Luis Acosta por su apoyo como lector y por tanta ayuda brindada en este proceso.

A mi compañero Iván por ser soporte en mi trabajo de campo.

A los expertos en el tema de humedales que me brindaron su ayuda llenando las encuestas.

“Gracias”

1. INTRODUCCIÓN

Los humedales, definidos como ecosistemas con dependencia de regímenes acuáticos, naturales o artificiales, permanentes o temporales, lénticos o lóticos, dulces o salados, independientemente de quién sea su propietario, deberán ser ubicados, identificados, clasificados y delimitados por el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC- MINAE, 2022a). Son ecosistemas complejos, ya que son variados los elementos que inciden en su formación y que explican la diversidad de formas que pueden adoptar (Desplanque, 2017).

Los humedales son zonas terrestres que están temporal o permanentemente inundadas de acuerdo con factores climáticos (Anda et al, 2013). No obstante, están estrechamente relacionados con el bienestar humano, debido a su trascendente aporte en más del 40 % en los servicios ecosistémicos del planeta por año, incluyendo protección contra las inundaciones, mejora en la calidad del agua, almacenamiento de carbono y el ciclo de nutrientes (Valencia y Figueroa, 2015). Sin embargo, los cambios en el comportamiento de dichos ecosistemas son provocados principalmente por el cambio de uso del suelo, como consecuencia del desarrollo urbano y agrícola y las consecuencias ambientales que surgen de estas actividades como erosión, sedimentación, cambios conforme a la dinámica del agua de la zona, entre otros.

Existen cambios dentro de un ecosistema, por lo cual se pueden identificar suelos hidromórficos, formados bajo condiciones de saturación, inundación o encharcamiento, estos los conocemos como suelos hídricos (Godagnone et al, 2016). Estas alteraciones dan paso a la vegetación hidrófila; “flora que se adaptan a condiciones muy húmedas o zonas acuáticas, sin embargo, pueden transformar los ecosistemas de humedales, afectando las áreas abiertas o espejos de agua vitales para la avifauna” (SINAC, 2013). De este modo, es importante el conocimiento y manejo de este tipo de plantas evitando la incorporación de especies invasoras que provoquen un desplazamiento de las especies endémicas o naturales del sitio. Costa Rica tiene 307 315.99 hectáreas de humedales, distribuidos en palustres, lacustres y estuarinos, donde el 77.36% de total de humedales inventariados corresponde a la categoría palustre (SINAC,2018). Los

humedales palustres, como lo cita la literatura, son ecosistemas que cuentan con niveles de agua menores a los 2 m de profundidad, con presencia de vegetación hidrófila o no, pero que la particularidad es la estacionalidad en cuanto a la presencia de agua. La existencia de suelos hidromórficos en este tipo de ecosistema, permite determinar el grado de saturación, como indicador de presencia de un nivel freático y de la presencia de espejos de agua durante un tiempo determinado principalmente lo que dura la estación lluviosa. Ahora, uno de los principales aspectos, de acuerdo a la experiencia de dicha investigación, es la identificación de la condición hídrica, demostrando de donde proviene el agua que alimenta al humedal palustrino, ya que debido al el crecimiento de las actividades antrópicas, ha generado modificaciones en la dinámica hidrológica de los terrenos, provocando inundaciones y modificando las características edafológicas y en la flora u otros sitios que en época de lluvia siempre se encuentre con el recurso hídrico en tendencia a la sequía. Es aquí donde debería aplicarse la metodología del Decreto N° 42760-MINAE, teniendo claro los cuatro componentes que identifican a un humedal: Condición hídrica, Suelos Hidromórficos y Vegetación Hidrófila. Pero en la práctica no siempre la interpretación de estos conceptos es la adecuada, debido a que existen causas que permiten que en ciertas épocas se realice acumulación de agua y conforme se va terminando la época lluviosa desaparece por completo del área, causado por acciones antrópicas como se citó anteriormente.

Es por ello que resulta de relevancia validar si los criterios técnicos que se utilizan actualmente para identificar los humedales palustrinos, son los que deben utilizarse y si los mismos se están utilizando de forma adecuada, pues una inadecuada o insuficiente utilización de los criterios técnicos puede afectar la evaluaciones ambientales principalmente en propiedades privadas, limitando las condiciones económicas de los dueños de dichas propiedades, que presentan este tipo de situaciones por estar en zonas costeras de Costa Rica, como lo es Pacífico central y Pacífico norte. Por lo tanto, el presente estudio se plantea la validación de los criterios técnicos con el fin de que propietarios de áreas privadas no se vean afectados con la identificación de dichas áreas y puedan hacer uso adecuado de sus propiedades, o en su efecto, delimitar áreas que por sus condiciones si representan un ecosistema de humedal palustrino que requiere de su protección o restauración.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Realizar una evaluación sobre la metodología establecida N° 42760-MINAE, “Criterios técnicos en la identificación, ubicación y clasificación de ecosistemas de humedal”, en ecosistemas palustrinos, en tres fincas privadas en Quepos, Garabito y Nicoya.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar mediante experto, los criterios técnicos apropiados para la correcta ubicación, identificación, clasificación y delimitación de ecosistemas de humedales palustrinos.
- Evaluar la existencia de humedales palustrinos en tres fincas privadas en los cantones de Nicoya, Quepos y Garabito, específicamente en zonas costeras, utilizando los criterios técnicos definidos por los expertos y los criterios definidos en el decreto N°42760-MINAE.
- Proponer ajustes o aclaraciones pertinentes para la correcta aplicación de la metodología de ubicación, identificación, clasificación y delimitación de ecosistemas de humedal palustrinos identificados en el territorio nacional.

3. HIPÓTESIS

Aplicando los criterios mencionados en la metodología N° 42760-MINAE; vegetación hidrófila, suelos hidromórficos y condición hídrica natural, demuestran la correcta clasificación de un humedal palustrino.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Ecosistemas

El término ecosistema fue acuñado por Tansley en 1935 como el “complejo de organismos junto con los factores físicos de su medio ambiente” (Tansley, 1935), en un lugar determinado, además como una de las unidades básicas de la naturaleza. Desde su planteamiento, Tansley resaltó el término ecosistema como “unidad básica de la naturaleza. No obstante, también lo define como un conjunto de organismos y su medio físico interactuando en un lugar determinado, esto ha sido de suma importancia para entender los sistemas naturales con grados de organización. Tiene la ventaja de ser globalmente aplicable y flexible, ya que no es una escala temporal ni espacial y puede adaptarse casi a cualquier situación. (Armenteras et al, 2016).

La ecología de ecosistemas centra su atención en los procesos funcionales de diferentes escalas de tiempo y espacio, también mediante análisis de balances y flujos de agua, energía y nutrientes, esto conforme ha ido reconociendo la crisis ambiental. (Martínez y Álvarez, 2017).

4.1.1 Tipos de ecosistemas

Según ley de biodiversidad 7788; “existen ecosistemas terrestres, mixtos, marinos o acuáticos”. La temperatura y la humedad son factores que condicionan la vida, estos son determinados por medio del clima y la distribución de organismos según su zona climática (Tundra, Taiga, bosque templado etc.). Por lo tanto, se afirma que los ecosistemas acuáticos comprenden todas las zonas de la tierra cubiertas por agua, como lo son; océanos, mares, ríos, lagos, entre otros, estos se clasifican según presencia de salinidad (Pineda, 2020), por otra parte, se mencionan los ecosistemas mixtos, estos son una combinación de ambos, donde los seres vivos viven en zonas

intermedias y comparten las características de los dos principales ecosistemas (terrestre y el acuático), dichos conceptos concluyen que las regiones más importantes son las zonas de las costas y los humedales. Dentro de estos existen gran diversidad, formando ecosistemas que se conocen como híbridos (Ovacén, 2021).

4.2 Ecosistemas de humedales

Los humedales son espacios de tierra inundados de manera permanente, que están regulados por factores climáticos y en constante interrelación con los seres vivos (UCR, 2017).

Entre los servicios que prestan los humedales, sobresale su papel en el ciclo hidrológico, al servir como reguladores de los flujos de agua y en algunos casos por ser fuente de abastecimiento de agua para la población o como auxiliares en el tratamiento de aguas residuales. Además, por la capacidad calórica del agua, el efecto de la vegetación sobre el ambiente y su alta productividad, los humedales juegan un papel fundamental en el clima mundial como reguladores de emisiones a la atmósfera (López et al, 2010).

Los humedales desempeñan en la actualidad un gran número de funciones que contribuyen a mejorar el planeta tanto en el plano ambiental como productivo. No en vano favorecen tanto el ciclo hidrográfico como la recarga de acuíferos, además de mejorar la reserva de la biodiversidad (fauna y flora endémica) (Melgarejo et al 2021).

Los ecosistemas de humedales, incluyendo ríos, lagos, marismas, arrozales y zonas costeras, proveen muchos servicios que contribuyen al bienestar humano y a la mitigación de la pobreza (World Resources Institute, 2005).

La calidad de los humedales restantes también se ve afectada por el drenaje, la contaminación, las especies invasoras, el uso no sostenible, la perturbación de los regímenes de los flujos y el cambio climático (RAMSAR, 2018). La Convención de Ramsar promueve la conservación y el

uso racional de los humedales y ocupa un lugar central en los esfuerzos para detener e invertir la pérdida de humedales (Pritchard,2010).

4.3 Los humedales y su clasificación

Los humedales se clasifican en Fluviales, Lacustres, Palustres o Tropicales, Marinos y Estuarios. A continuación, se muestra la definición de cada uno de estos tipos de humedales.

4.3.1 Humedales Fluviales o ribereños

Este tipo de humedales surgen de cauces permanentes o temporales, en términos ecológicos de aguas fluyentes, formado por parte de todo un complejo de sistemas de unidades funcionales que conforman su llanura aluvial (Olmo, 2003).

Los humedales ribereños incluyen todas las corrientes activas y los ecosistemas históricos de llanura de inundación, en los cuales la inundación por agua superficial y/o la permanencia de un nivel freático somero es un fenómeno regular. También incluyen valles y laderas adyacentes que están regularmente afectadas por un flujo superficial o de agua subterránea (Rodríguez, 2003).

Los ecosistemas ribereños albergan una importante biodiversidad y proveen funciones ecológicas esenciales que repercuten en la provisión de servicios ecosistémicos de gran importancia para las sociedades humanas, como son el control de las inundaciones y la depuración del agua (Meli, 2014). Actualmente se desea que dichos ecosistemas sean totalmente restaurados, es por ello, por lo que los esfuerzos de restauración generalmente se enfocan a los aspectos ecológicos que pueden limitar la restauración y frecuentemente se implementan a escala local. Sin embargo, el éxito de la restauración depende en gran medida del contexto regional en el cual se aplica (Holl et al. 2003). Al mismo tiempo, la restauración depende no

sólo de aspectos ecológicos y técnicos sino también de la percepción de los distintos actores locales sobre el valor ecológico del ecosistema.

4.3.2 Humedales Lacustres

Los humedales lacustres son lagos y lagunas naturales. Su mayor influencia proviene de agua superficial del lago, pero también pueden recibir ingreso de agua subterránea, en estos ecosistemas incluyen humedales profundos, abiertos con escasa vegetación (Brinson, 2004). Los tipos lacustres se refieren a hábitats acuáticos con presencia de depresión topográfica o drenaje de forma natural o artificial, sin embargo, se catalogan lagos o lagunas si la profundidad es menor de 2 metros. Además, puede contener vegetación como plantas emergentes, flotantes, musgos, líquenes y su salinidad del agua puede ser mareal o no mareal menor a 0,5% (SINAC-Humedal Corral,2013).

La conservación de los sistemas lacustres sufre una problemática, debido a la intervención por parte del hombre, además existe un escaso conocimiento en las concentraciones existentes de carbono orgánico o carbono azul presente en estos ambientes y esto ha generado poca importancia en el proceso de su preservación (Chiluiza, 2019). No obstante, los lacustres tienen mayor resiliencia por su capacidad y tamaño en volumen y al no estar en zonas bajas (Veas et al, 2018). Según Guerrero (2022), menciona que los humedales altoandinos “son espejos de agua por medio sedimentos tipo lacustre”, se forman producto de la erosión glacial o fallo geológico y acumulan agua producto de agua de escorrentía pluvial.

4.3.3 Humedales Marinos y Estuarios

Incluye aquellos humedales ubicados sobre la zona costera cuya entrada de agua es principalmente salada o salobre (mezcla de agua dulce y salada), además con presencia de mareas marinas y estuariales, (Pratolongo et al, 2013). Cabe recalcar que los humedales de estuariales se integran con humedales fluviales, conforme disminuye la influencia de las mareas.

4.3.4 Humedales Palustres o Tropicales

El humedal tipo palustre está referido cuando se encuentra en fase de sucesión temprana, manteniéndose de forma funcional en el paisaje (Castaño, 2017). Cuando se habla de palustres consiste en todos los ecosistemas no mareales (no afectados por mareas) con gran presencia de árboles, arbustos de regeneración, musgos y todos los humedales presentes en áreas mareales donde la salinidad derivada de las sales del mar sea menor a 0,5% (FCh, 2020). En términos generales los ecosistemas palustres “abarcan Yolillales, bosques anegados de agua dulce, pantanos estacionales intermitentes de agua dulce sobre suelos inorgánicos y turberas no arboladas” (SINAC, 2017). Según los humedales palustres son considerados los de mayor extensión, lo cual se debe a las características geológicas e hidrológicas del mismo (Barba et al, 2006).

La restauración de los sistemas ecológicos y humedales palustres, son una oportunidad para promover servicios ecosistémicos, como el tratamiento de aguas, actividades culturales recreativas, reducción desastres, potenciar hábitats y secuestrar carbono atmosférico (Bremer, 2022).

4.4 Metodología para definición de humedales.

De acuerdo con un estudio en Chiapas- México, se realiza la delimitación, inventario y caracterización de los humedales, se utilizaron como apoyo las metodologías desarrolladas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, las metodologías proponen basarse en material cartográfico, apoyarse en el Inventario de Humedales y realizar una delimitación en el perímetro del humedal de estudio (Brena et al, 2016). En el siguiente esquema se muestra el procedimiento que se siguió en el estudio antes citado.



Figura 1. Variables utilizadas dentro de la metodología para la delimitación de humedales (Brena et al, 2016).

Por otra parte, en Argentina para la delimitación de un humedal, realizan una caracterización y descripción del sistema de paisaje de humedales en relación con las variables que definen su delimitación como los tipos de suelos, características hidrológicas, aproximación de áreas protegida, presencia de especies arbóreas indicadoras o amenazadas. También realizan una caracterización ecológica que incluye aspectos tanto físico ambientales como biológicos y socioculturales en el tema de la demografía, como el uso del suelo en las localidades más cercanas, proyectos en desarrollo de infraestructura o algún antecedente que pueda involucrar el drenaje del sitio (Kandus y Minotti, 2018).

En el caso de Costa Rica, se establece la Metodología de la cual se está realizando la investigación del Decreto 42760-MINAE, aquí consideran tres aspectos **vegetación hidrófila** las cuales son especies de plantas se desarrollan en agua o sobre un sustrato, **suelos hidromórficos** que comprende a suelos saturados o empozados por largo tiempo y **condición hídrica** presente la cual indica el tiempo en que el suelo permanece saturado, considerando

factores externos que pueden incidir en ese almacenamiento como lo es infraestructura cercana y uso del suelo de los poblados cercanos, además recomienda apoyarse en ortofotos del Registro Nacional o disponibles a través del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT), recopilación técnica recopilada por un funcionario capacitado para la identificación de las características ecológicas de los humedales (biología, forestal (SINAC- MINAE, 2022 b).

4.5 Humedales en Costa Rica.

En el artículo 40 de la Ley Orgánica del ambiente 7554 (1995) establece, “Los humedales son los ecosistemas con dependencia de regímenes acuáticos, naturales o artificiales, permanentes o temporales, lénticos o lóticos, dulces, salobres o salados, incluyendo las extensiones marinas hasta el límite posterior de fanerógamas marinas o arrecifes de coral o, en su ausencia, hasta seis metros de profundidad en marea baja”. En Costa Rica depende del del tipo de humedal, se puede determinar el tipo de régimen jurídico específico que está sometido. En este sentido, es importante analizar el régimen legal de protección y así corroborar si forma parte de un Área Silvestre Protegida (ASP) lo cual indica que forma parte del Patrimonio Natural del Estado, aunque se esté en propiedad privada (SETENA-MINAE, 2017). En Costa Rica cuando un ecosistema no ha sido declarado humedal y consecuentemente es una propiedad privada no procede a establecer o imponer ningún tipo de limitación, sino es por una declaratoria previa que no permita hacer uso racional de su propiedad (Sala Constitucional, 2014).

5. METODOLOGÍA

5.1 Área de estudio

El estudio se realizó en tres sitios de Costa Rica ubicados tanto en la provincia de Guanacaste en, Roblar de Nicoya, así como dos sitios en la provincia de Puntarenas, uno en el cantón Garabito, en la localidad de Jacó y otro en el cantón de Quepos, específicamente en el poblado de Matapalo.

En el sector de Nicoya se presenta una temperatura promedio anual de 24°C a 35°C y precipitación 2327 mm al año, según el (IMN, 2023), su estación seca es muy marcada durante 4 meses. En el sector de Roblar, que es donde se ubica la propiedad en estudio, el tipo de suelo corresponde a Entisoles (Figura 2.), con fertilidad baja, con fragmentos de roca suelta; se extiende principalmente en zonas costeras (Solano et al, 2000).

Por otro lado, la localidad de Matapalo es una zona de importancia en la producción de palma del país, con hoteles en vías de desarrollo y además con una de las cuencas más reconocidas del país, la del río Savegre, la cual fue nombrada Reserva Biosfera Savegre. La temperatura promedio media anual es de 27°C, según IMN. Es importante mencionar que la clasificación del suelo característico de la zona es de tipo Inceptisol, obsérvese (Figura 3.)

En el sitio de Jacó, existe un turismo a mayor escala con presencia de zona de vida de bosque seco. La temperatura promedio anual es de 25°C, mm (IMN), el suelo característico en el cantón de Garabito es Inceptisoles (Figura 3.), color rojizo, arenoso, con gran presencia de materia orgánica. En la figura 3, se muestra la ficha técnica de los suelos ubicados en Matapalo, pero que a la vez coinciden con los suelos ubicados en Garabito.

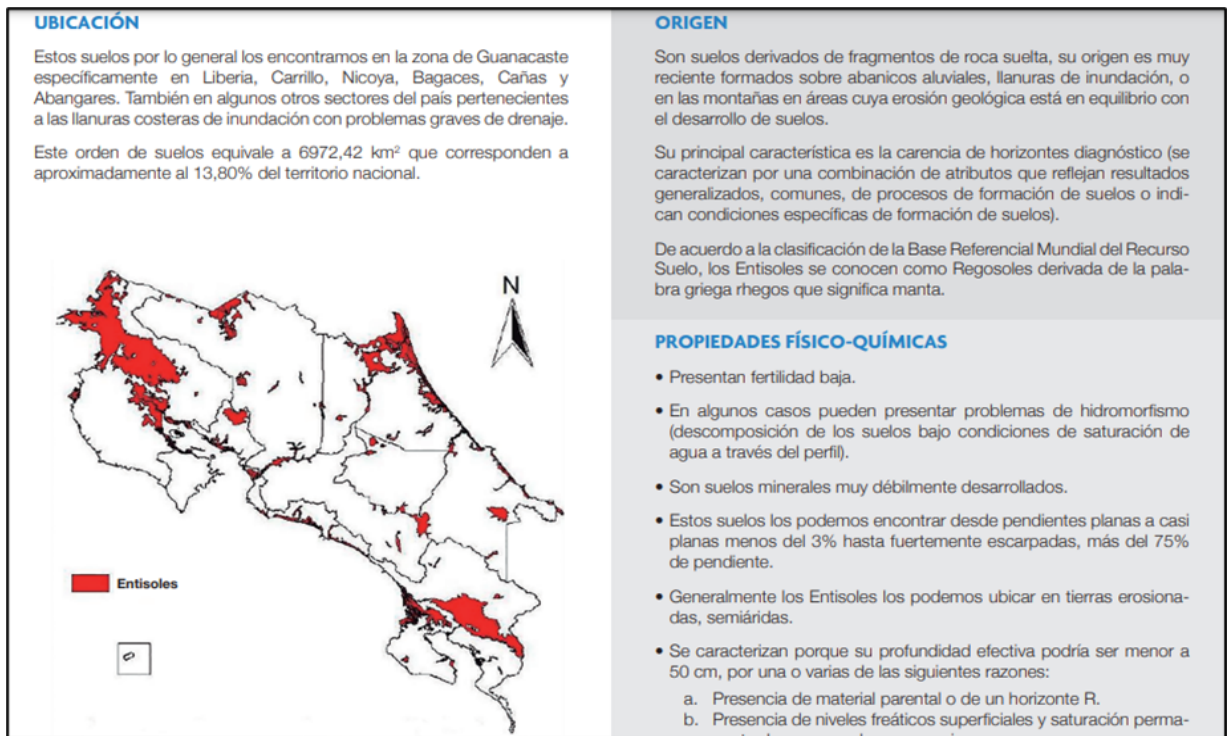


Figura 2. Descripción de suelos de la zona de estudio y características (Suelos de Costa Rica – Boletín 5 – del INTA)

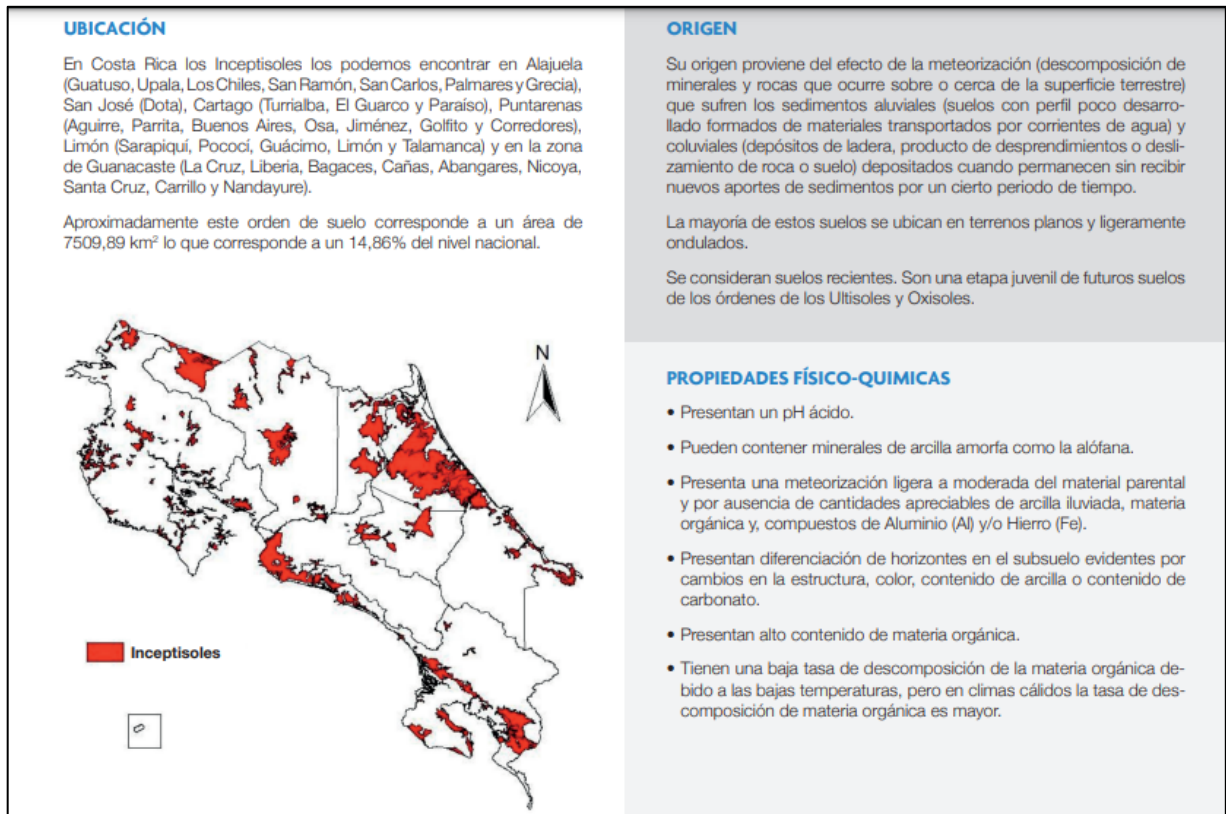


Figura 3. Descripción de suelos de la zona de estudio en Quepos y Garbitó (Suelos de Costa Rica – Boletín 5 – del INTA)

A continuación, se muestra el área de estudio, y la ubicación de las tres propiedades con respecto a Costa Rica.

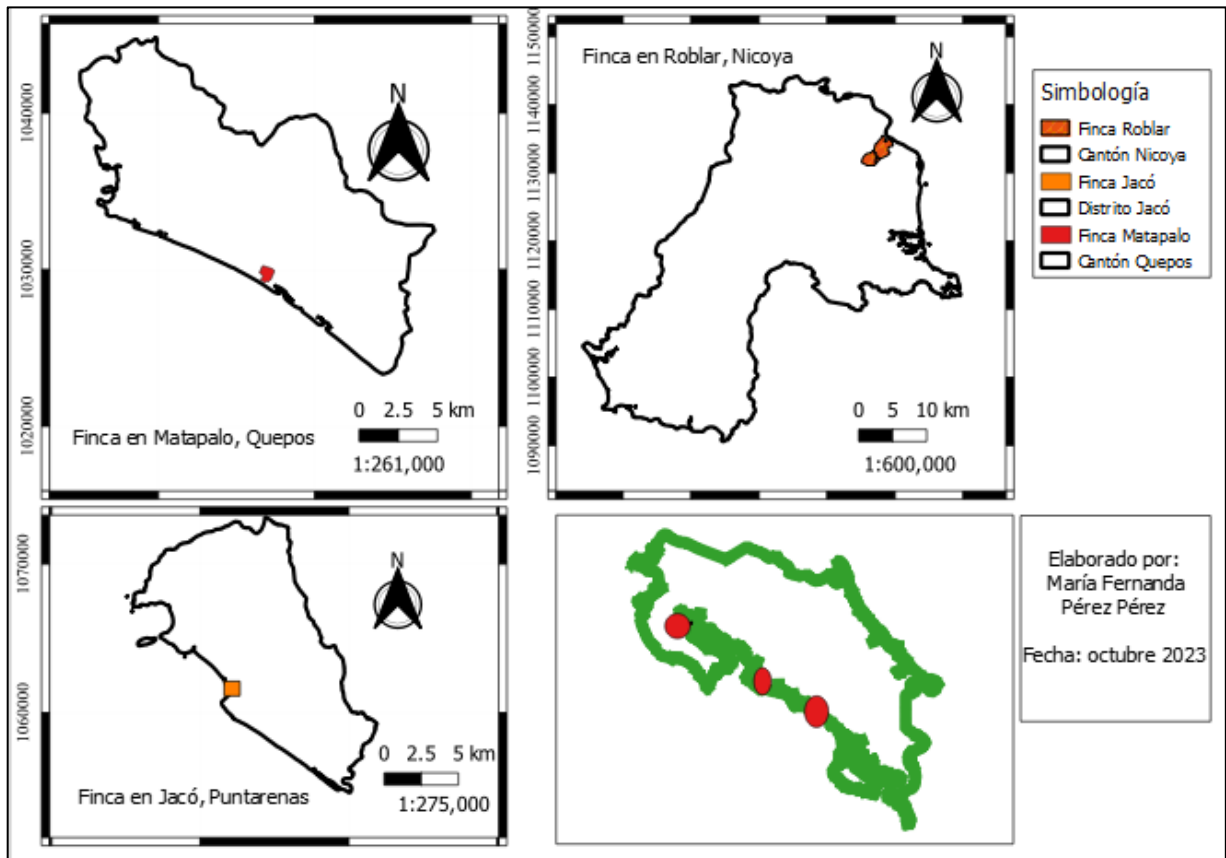


Figura 4. Mapa de ubicación de las propiedades muestreadas con respecto a Costa Rica

5.1. Criterio de expertos

Como parte del trabajo metodológico se incluyó el criterio de expertos, con perfiles universitarios (bachiller, licenciatura, maestría o doctorados); biólogos, ingenieros forestales,

geólogos, hidrólogos, de los cuales dentro de su campo laboral son consultores, académicos e investigadores, con amplio conocimiento en ecosistemas de humedales.

Se realizaron entrevistas con preguntas abiertas y cerradas las cuales se conocen por dar una serie de opciones a escoger para conocer de manera cuantitativa las opiniones de los entrevistados.

En este apartado de entrevistas se centró en preguntas sobre humedales palustres, las variables que se aplican para identificarlos y si hay conocimiento del Decreto N° 42760-MINAE. Esto con el propósito poder tabular los resultados, así con el fin de poder aplicar el método de Delphi, éste se basa en la comprobación de respuestas sistemáticas por un grupo de expertos, de manera anónima entre ellos y así comparar las respuestas (Reguant et al, 2016). Además, dentro de la encuesta preguntas de tipo abiertas para conocer su criterio experto sobre el conocimiento de humedales palustres.



Figura 5. Método de Delphi, aplicado para entrevista realizada a expertos.

5.2. Aplicación de la metodología de identificación de humedales en campo

Para el montaje de muestreo se necesitó conocer el significado de humedal o sistema palustres, el cual es; presencia de agua estacional, pantanos, suelos hidromórficos, vegetación característica de sitios inundados de forma estacional, entre otros. Se estableció un muestro sistemático tipo aleatorio, para alcanzar de manera cronológica los estudios requeridos, se siguió el orden cronológico que indica el Decreto N°42760 para identificar humedales en Costa Rica; se investigó en el área de conservación a la cual pertenece Roblar , cuya Área de Conservación es Tempisque (ACT), mientras que Jacó y Quepos, pertenecen al área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC), después se procedió a verificar si existió una tutela o preventiva en el sitio de estudio y se prosiguió a la interpretación del inventario de humedales 2017-2030, para obtener datos y poder comparar si en el sitio de trabajo o cercanía existió información que tuviera validez y que anteriormente fuera publicada. Además de manera física se llevó a campo, el listado de flora indicadora de un sitio de humedal de acuerdo con la clasificación de humedales Estuarinos y bosques inundados salados (manglares), la cual está en la metodología del decreto N° 42760-MINAE.

Dentro del material de apoyo utilizado, se necesitó cinta métrica, diamétrica, cinta reflectora, GPS, libreta de apuntes para mayor precisión en la toma de datos, fue importante utilizar imágenes aéreas o lo que se conoce como fotografías antiguas y mapas del sitio recientes mediante Google Earth.

Posteriormente se procedió a corroborar la presencia de suelos hidromórficos, se realizó la extracción de muestras de suelo por sitio con un barrero holandés, así observar mediante un análisis de suelo tipo físico la coloración presente y los posibles cambios posteriores después de su recolección, aquí fue prioridad tomar fotografías en el sitio, cuando se extrajeron las muestras y poder comparar con ayuda de revisión de literatura y capas de tipos de suelo del SNIT.



Figura 6. Barreno Holandés utilizado en trabajo de campo

Con el parámetro de condición hídrica lo que se requería comprobar, la presencia de agua en el sitio de forma temporal o permanente, se consideró la topografía y se evaluaron mediante fotos aéreas y con ayuda del barreno poder observar a más de 30 cm, considerando el tipo según de estudio según la guía práctica para la caracterización y delimitación de suelos hidromórficos asociados a los ecosistemas de humedal del SINAC, se debe valorar pendientes menores a 3%.

Además, se realizó la observación las capas y coloración del suelo, para darle validez o identificar los posibles errores en las disposiciones finales del Decreto N° 42760 y considerar posibles mejoras dentro de este.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Área de estudio y sitios de muestreo

En el sector de roblar pertenece a la vertiente del pacifico norte, donde el afluente sobresaliente es el río Tempisque, además de parques nacionales como Palo Verde y cerros de corral de Piedra, que son ecosistemas ubicados en la cercanía del área de estudio. Por otro lado, los sitios analizados en Jacó y Matapalo de Garabito y Quepos respectivamente, ambos en el Pacífico Central. La particularidad es que son sitios

costeros y de una topografía muy regular que no supera el 3% de pendiente. En este caso son propiedades privadas, que por un tema de discrecionalidad no se incluirán datos de los propietarios. Los aspectos que se asemejan entre propiedades son:

- Son sitios costeros.
- Son áreas que presentan una estacionalidad clara, con época seca de 4 a 5 meses y 7 a 8 meses de época lluviosa, donde el mes más lluvioso es octubre.
- Son sitios que han sido utilizados por la actividad agrícola y pecuaria durante muchos años, y en los casos de Matapalo y Jacó, limitan con la carretera costanera, que se encuentra sobre el nivel de ambas propiedades. En el caso del Roblar, es un área que ha sido ganadero.
- La vegetación existente es muy similar, con presencia de especies arbóreas remanentes, o que han crecido a raíz de la actividad ganadera.

A continuación, se muestran los mapas de los sitios que se muestrearon y las muestras respectivas, pretendiendo una representatividad importante para descartar cualquier tipo de sesgo.

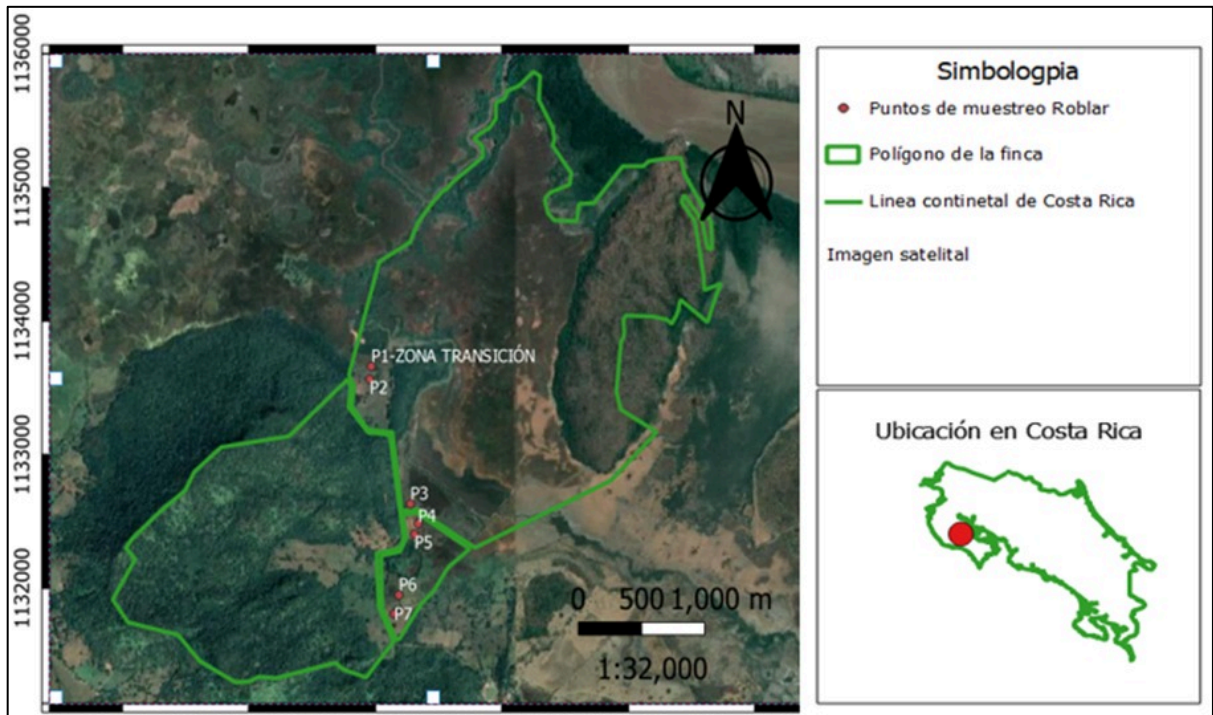


Figura 7. Mapa de sitio de Roblar y los puntos de muestreo, Nicoya, Guanacaste. (Elaborado por María Fernanda Pérez Pérez. Octubre, 2023)



Figura 8. Mapa de sitio de Jacó y los puntos de muestreo, Garabito, Puntarenas. (Elaborado por María Fernanda Pérez Pérez. Octubre, 2023)

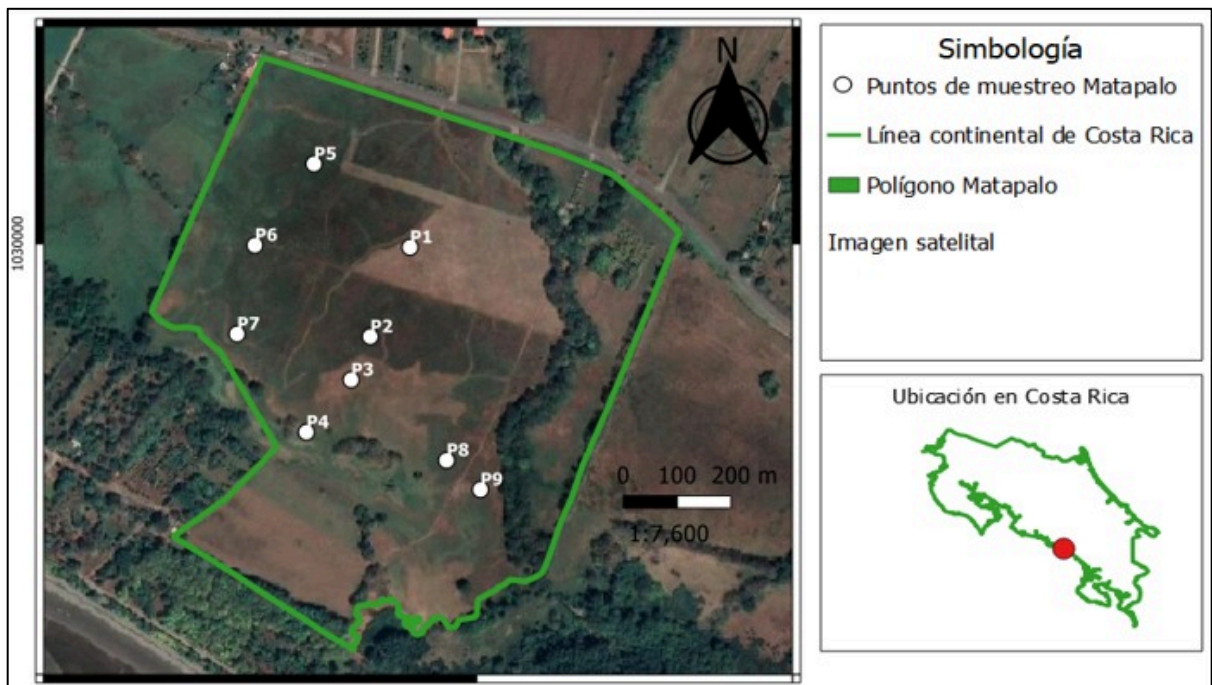


Figura 9. Mapa de sitio de Matapalo y los puntos de muestreo, Quepos, Puntarenas.
(Elaborado por María Fernanda Pérez Pérez. Octubre, 2023)

6.2 Características climatológicas del área de estudio (Precipitación y Temperatura)

En el sector de Nicoya Guanacaste, existen Estaciones Automáticas pertenecientes al Instituto Meteorológico Nacional (IMN), como ubicadas en Finca La Ceiba en La Mansión de Nicoya y otra ubicada en Dulce Nombre de Nicoya, sin embargo, al ser estaciones muy recientes, no se encuentran registrados los datos climáticos, por lo tanto se trabajó con la estación más cercana al sitio de Roblar en funcionamiento, cuya estación es la de Santa Cruz, la cual también maneja datos cercanos al río Tempisque. Los reportes generados demuestran que la estación lluviosa va de mayo a noviembre, siendo octubre al de mayor precipitación, además los meses con mayores temperaturas son marzo y abril, siendo marzo donde la estación seca estuvo más marcada, de la misma forma los meses que tuvieron menores temperaturas son los meses de octubre a diciembre (Figura 10).

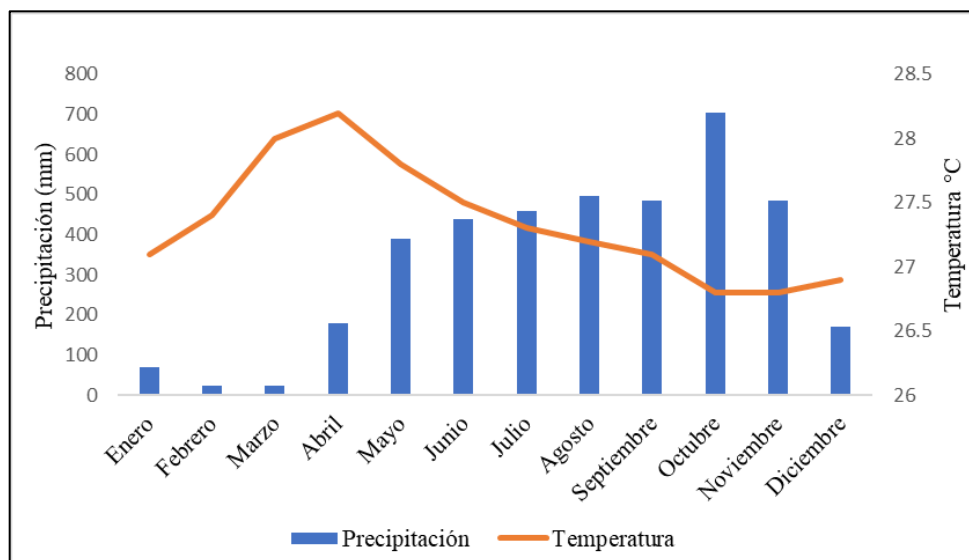


Figura 10. Climograma promedio mensual para el año 2022, en sector Península de Nicoya.
Finca en Roblar de Nicoya, Guanacaste Costa Rica.

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional (Periodo 1995-2022).

Según los reportes generados del año 2022 por la Estación Automática Damas de Quepos, perteneciente al Instituto Meteorológico Nacional (IMN), indica que la zona se caracteriza por presentar una estación lluviosa de mayo a noviembre siendo octubre al de mayor precipitación. Además, indica que la mayor temperatura reportada fue entre marzo a mayo, siendo abril al de mayor temperatura, mientras que los meses con menor temperatura corresponden a octubre, noviembre y diciembre (Figura 11). Dentro de este climograma se tomó en cuenta para los datos de la finca en Jacó, aunque existe la Estación automática del muelle de Herradura, no se reportan datos climáticos debido a su corto periodo de ubicación.

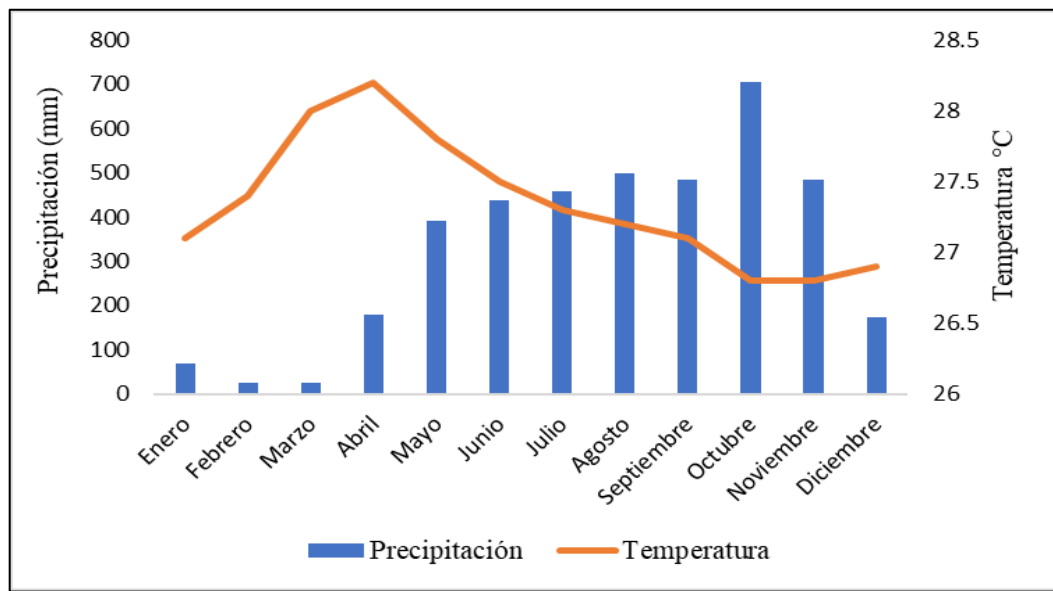


Figura 11. Climograma promedio mensual para el año 2022 Finca en Matapalo de Quepos, y Finca en Jacó Puntarenas Costa Rica.

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional (Periodo 2009-2022).

Costa Rica al tener dos estaciones bien marcadas, fácilmente se puede identificar mediante climogramas los meses de mayor precipitación, así conocer la temperatura media anual. Las visitas fueron en los meses de julio a setiembre, la cual se encuentra dentro del rango donde

aumenta la precipitación de la zona, Cabe mencionar que la precipitación media anual para la estación de Santa Cruz es de 1730.2 mm, mientras que la de Damas 3928 mm, según los datos del IMN, para el caso de Damas se considera relativamente alta en comparación a otras del país. Como se reporta en las 2 estaciones, se observa que durante todo el año hay presencia de precipitación y su volumen puede variar según la vertiente donde se encuentre.

Conocer la precipitación y temperatura de la región donde se encuentran los sitios de muestreo es trascendental información, debido que recopila a través de los años dichas variables o lo que se conoce como datos climáticos del IMN. Mediante esta información se convirtió en una herramienta fundamental durante la planificación y ejecución del proceso metodológico, influyendo en la toma de decisiones como la planificación de labores en el campo contemplando la duración, las posibles condiciones climáticas los días de visitas y las posibles condiciones al momento de la toma de muestras. Este análisis colabora con la condición hídrica de los humedales, principalmente Palustrinos, donde se debe marcar la estacionalidad. Además, cabe señalar, que para efectos de muestreo se utilizaron meses de lluvia, que es cuando se demuestra el estado hídrico de un sitio en caso de que sea ecosistema de humedal.

6.3 Criterio experto

Como parte de la investigación se realizó una entrevista a seis expertos, sobre el tema de humedales palustres y donde uno de los principales aspectos era analizar si hay concordancia con los 3 criterios para identificación de humedales según N°42760-MINAE. Dichas entrevistas consistieron de dos etapas y dos tipos de preguntas, abiertas y cerradas, si se cuantificaron de la siguiente forma.

6.3.1 Primera etapa, preguntas cerradas

La primera pregunta y que era fundamental para poder dar seguimiento al análisis del experto sobre humedales palustrinos y su identificación fue: ¿Conoce la metodología propuesta por el SINAC, para los criterios técnico sobre identificación de humedales?

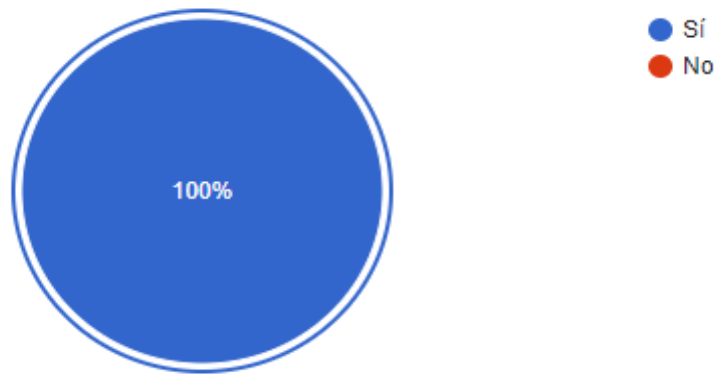


Figura 12. Respuesta sobre conocimiento de Metodología propuesta por el SINAC según decreto N°42760-MINAE

Como se puede observar, en la figura 12, se obtuvo que el 100% de los expertos conocen los criterios que deben aplicar en el Sistema de Áreas de Conservación del SINAC, en acorde al decreto N°42760-MINAE para la identificación de humedales. Por otro lado, se consulta a los expertos su está de acuerdo con que siempre que haya humedad y presencia de suelos tipo gley en un sitio, corresponde a un ecosistema de humedal, sin tomar en cuenta otras variables como vegetación hidrófila o condición hídrica. En la figura 13, se determinó que el 60% de los expertos consideran que no siempre un sitio con suelo grey y con humedad corresponden a un ecosistema humedal, ya que hay otras dos variables importantes que pueden ser indicadores decisores de la existencia o no de un humedal.

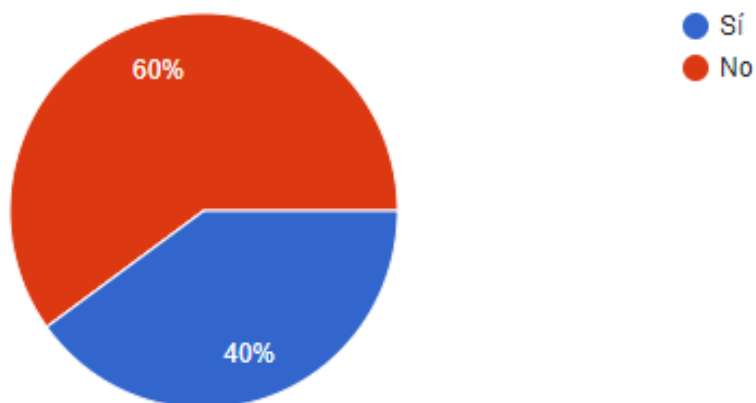


Figura 13. Respuesta sobre humedad y gley en un sitio.

Una pregunta importante dentro de la etapa de consultas de respuesta cerrada fue si hay malas interpretaciones en el concepto de humedal con respecto a lo que propone la convención RAMSAR, esto con respecto a otros sitios con presencia de agua superficial. Esta pregunta es fundamental, ya que la experiencia, principalmente en Costa Rica, establece que cualquier sitio con presencia de agua, independientemente de la Condición Hídrica o de donde viene el agua, si es artificial o natural, además de la presencia de especies hidrófila y el tipo de suelo. En este caso, lo que muestra la figura 14 es que todos los expertos coincidieron que si pueden haber las interpretaciones y por ende se han generado conflictos importantes en la existencia o no de humedales, principalmente en propiedades privadas.

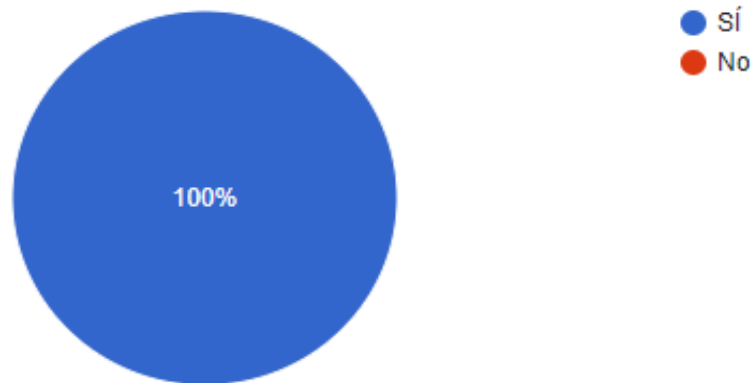


Figura 14. Concepto de humedal y posible mal interpretación según RAMSAR

6.3.2 Segunda etapa, preguntas abiertas:

En esta etapa, se realizaron preguntas abiertas, que permitieron, que, para esta investigación, se confirmaran los principales parámetros para la identificación de humedales palustrinos. Como ha venido mencionando anteriormente, existe un decreto donde se determinan las variables que permiten la identificación de humedales, lo que se quiso con la aplicación de preguntas abiertas es confirmar y asegurar el tipo de criterio a utilizar en la práctica para evitar cualquier tipo de conflicto.

Con respecto a la consulta de, cual es la definición de un humedal palustre, se obtuvieron diferentes respuestas. El académico de la Universidad Nacional y del Instituto Tecnológico de Costa Rica y consultor, Ingeniero Forestal **Igor Zúñiga Garita**, hizo mención de que un humedal palustrino es un ecosistema de tipo Estacional, que cuenta con una capa de agua de más de 50 cm de altura en época de lluvia, y en época pierde esta capa de agua, pero el suelo se mantiene húmedo por un gran lapso de tiempo, principalmente en sitios donde hay entrada de agua de las mareas y a la vez este ecosistema el agua que los alimenta proviene de medios naturales y no antrópicos. Por otra parte, el **Doctor Luis Diego Alfaro Alvarado**, de la Escuela

de Ciencias Ambientales, aporta que estos humedales son ecosistemas no afectados por las mareas en general, pero si son afectados no superan una salinidad de 0,5%. El investigador del Sistema Nacional de Áreas de Conservación, específicamente del Programa de Humedales, **Mauricio Solís Campos**, biólogo de profesión, estableció que el humedal palustrino es un ecosistema de humedal continental sin influencia de mareas o salinidad, de profundidad alrededor de los 2 m, con o sin espejo de agua y una gran variedad de plantas hidrófilas facultativas de humedal, los suelos asociados son suelos hidromórficos y se forman en vasos o sitios con drenajes pobres. Son intermitentes estacionales. Esta afirmación anterior, es coincidente con lo que mencionó en la entrevista el Máster Mauricio Méndez Venegas, biólogo subdirector del Área de Conservación Tempisque.

Con respecto a las principales características de un humedal palustrino en Costa Rica específicamente, según Zúñiga (2023), en la entrevista cita: “Los verdaderos humedales palustrinos se pueden ver en zonas ya sea que el agua entre por marea que es una forma natural, o que provenga de una naciente o de la misma lluvia, que por condiciones de suelo (con poca capacidad de filtración) se forman capas de agua principalmente en época lluviosa. Cabe señalar, que los humedales palustres presentan una condición hídrica natural no artificial, y artificial me refiero a que intervengan acciones antrópicas ya sean voluntarias o involuntarias”. El Doctor Luis Guillermo Acosta Vargas (2023) hizo mención de la importancia de que son sitios inundables, o sea que en época de lluvia debe haber al menos una capa de agua notable.

Los investigadores y funcionarios del SINAC (Solís y Méndez, 2023), dejan muy claro, que las características de un humedal palustrino deben estar asociadas a los criterios que establece el decreto N° 42760-MINAE, o sea, suelos hidromórficos, vegetación hidrófila y condición hídrica de inundabilidad, en este caso en época de lluvia. Muy interesante la respuesta del Ingeniero Agrónomo y especialista en suelos, Roberto, Fallas Redondo, ya que da referencia dos humedales palustrinos de alta importancia RAMSAR que son Palo Verde y Sierpe. Esto quiere decir que ahí se nota de forma muy clara cuales deben ser las características de humedales palustres, aunque en Sierpe gran parte del humedal es Manglar, que formaría parte de otra categoría de ecosistema de humedal.

Refiriéndose al criterio de especies hidrófilas Alfaro (2023), cita que es muy importante encontrar especies indicadoras de un sitio de humedal, donde pueden predominar palmas y arbustos, refiriéndose a que no es normal ver árboles en estos ecosistemas por las condiciones que presentan. Dentro de las especies comunes de fauna que se podría detectar en este tipo de ecosistemas se encuentran aves acuáticas, peces, crustáceos, así como mamíferos con preferencia a cuerpos de agua como danta, nutria, grisón, zorro de agua, y otros, esto principalmente en zonas de mayor inundabilidad. Zúñiga (2023) hizo mención de la lista de especies que presenta el decreto N° 42760-MINAE, aunque la experiencia hace ver que, aunque existan algunas de esta lista no quiere decir que sea humedal, ya que son plantas que puede aparecer en áreas de alta humedad sin ser necesariamente humedal palustrino. De ahí la importancia de hacer un estudio detallado de donde proviene el agua y el tipo de agua en cuanto a calidad. En cuanto a fauna, es fundamental la existencia de aves y cuando hay un alto grado de inundabilidad se pueden observar tortugas, algunos peces o crustáceos. Solís y Méndez (2023), mencionan la existencia de plantas hidrófilas y anfibios, algunos reptiles, múltiples insectos acuático en diversos estados de desarrollo y aves acuáticas o asociadas. Acosta (2023), cita textualmente al respecto: “En el agua principalmente existencia de peces, pero además se pueden encontrar anfibios, tortugas y otros animales que pueden movilizarse en estos sitios. Además, muchos humedales presentan una alta presencia de aves (migratorias y no migratorias).

Un aspecto importante dentro de este trabajo de investigación es determinar la importancia y funcionalidad del decreto N° 42760-MINAE. En este sentido, Zúñiga (2023), hizo mención que el decreto debe mejorar mucho, porque no hay claridad de como calcular cada uno de los criterios, que son: Suelos hidromórficos, Vegetación Hidrófica. Además, establece que el criterio más importante es la condición hídrica, por lo que queda muy abierto a ambigüedades y a lo subjetivo. Por ejemplo, sería importante crear una metodología para determinar la condición hídrica y que sea elaborada por un especialista en esta materia. En suelos me parece que se puede seguir utilizando el decreto para definir la capacidad de uso del suelo, pero que sea elaborada por experto certificador de uso conforme o sea experto en suelos y la vegetación hidrófila, es solamente un indicador, lo que quiero decir es que si hay especies hidrófilas no

quiere decir que sea un humedal, puede ser una zona muy húmeda que no es humedal y existan este tipo de especie. Solís (2023), Con respecto a este tema mencionó que se deben mejorar las definiciones de los sistemas de humedal y cada uno de los ecosistemas que los componen, dando especial énfasis en las características diagnósticas de cada uno de ellos y que la diferencia de cualquier otro ecosistema de humedal. De la misma forma urge el establecimiento del dinamismo estacional e intermitente de algunos sistemas de humedal, de manera que se establezcan zonas de protección, influencia e intermitencia. Otro tema urgente es la actualización de los usos posibles y permisibles dentro de los ecosistemas de humedal y en sus áreas de influencia. Fallas (2023), experto en suelos, citó que es muy importante dar énfasis en suelo y cantidad de muestras por área, ya que no hay una metodología específica para determinar tipo de muestreo y cantidad de muestras por área. Igualmente, la metodología no se debe guiar solo con un barreno y tomar en cuenta el análisis de suelo tanto en época de lluvia como seca.

La información obtenida de los expertos concluye que hay coincidencia en definiciones, pero queda claro que en el mundo de los humedales palustrinos hay mucho que hacer y que no hay una metodología clara para identificarlos. De ahí que, para analizar los tres sitios propuestos en esta investigación, se tomó el criterio de un profesional experto en suelos como lo es el Ingeniero Roberto Fallas Redondo, en materia de condición hídrica, se realizó análisis climatológico además de la colaboración del Hidrólogo Ingeniero Andrés Zúñiga Garita y en general para efectos de vegetación hidrófila y experto en ecosistemas de humedal de los académicos y consultores Master Igor Zúñiga Garita y Doctor Luis Guillermo Acosta Vargas.

El aporte de expertos permitió validar mediante estos criterios, las faltas o inconsistencias que demuestran que para identificar un humedal, se necesita más que tres parámetros y contemplar para delimitaciones futuras elementos hidrológicos y topográficos no considerados, en la metodología como lo es la red hidrográfica del sitio, posibles entradas, agrupaciones de vegetación, comportamiento en el crecimiento, además de comparación de terreno alrededor con información de imágenes satelitales y una retrospectiva de la misma. Un aspecto importante

es el análisis de los humedales en las diferentes estaciones, no obstante, para esta investigación se realizó solo en época de lluvia.

Según la Guía práctica para la Identificación de Humedal del decreto N° 42760-MINAE, los humedales se encuentran centralizados en los órdenes de los Histosoles (suelos orgánicos), Entisoles, Inceptisoles, Vertisoles y en menor grado Andisoles, sin embargo de acuerdo con Boletín 5 – del INTA, es un suelo característico de la región de Guanacaste y Puntarenas, por lo tanto, cuando existen sitios con pendientes mayores a 3 %, afectan la infiltración , causando alteraciones en la tomas de muestras a mayor de 30 cm y alterando la compactación y aumentando la presencia de gley por situaciones inclusive antropogénicas. Es por esta razón que el muestreo que se realizó para esta investigación es representativo tratando de cubrir todas las zonas que podrían ser humedal de acuerdo con los tres criterios citados en la Guía.

6.4 Resultados del análisis de las variables de un humedal Palustrino

Dentro del análisis realizado previo y durante a la visita, se determinó a proceder mediante un recorrido, la zona de muestreo en los sitios para comprender el estado actual de este ecosistema y comparar lo planteado por la información oficial para el sitio. Las muestras se determinaron a lo largo de cada finca con el fin de tener representatividad. Por otro lado, se aprovecharon los sitios de muestras para analizar los otros componentes además del suelo, como lo son: Condición Hídrica y Vegetación Hidrófila.

Mediante en el **Artículo 9.** Características ecológicas de los humedales DECRETO N° 42760-MINAE, los cuales conforman la definición de humedal desde 3 puntos de vista, mismos que se evaluaron en campo.

Vegetación Hidrófila: especies de plantas florísticas que crecen y se desarrollan en ambientes acuáticos son llamadas hidrófilas. Se definen como aquellas plantas cuyos ciclos de vida

particularmente en los aspectos reproductivos, se realizan asociados al medio acuático. Realizan adaptaciones estructurales así tener tolerancia a ciertos factores ambientales como temperatura, grados de acidez, luminosidad y concentración de oxígeno.

Suelo Hídricos o hidromórficos: es cuando en condiciones naturales está saturado, por agua por largo tiempo, situación que permite desarrollar condiciones anaeróbicas, dichas características hídricas se consideraron importantes para la, clasificación y delimitación de un humedal.

Condición Hídrica: Todos los humedales usualmente tienen como mínimo una abundancia estacional de aguas, estas pueden originarse por precipitación, inundación.

El resultado del análisis de sitios para determinar existencia de humedal con base en el muestreo realizado se puede observar en los siguientes cuadros, para cada una de las fincas.

Cuadro 1. Resultados análisis de campo de puntos de muestreo, sector Roblar de Nicoya.

Muestra	Características de suelo	Profundidad efectiva (cm)	Condición hídrica	Vegetación hidrófila
P1	Color negro Presencia de gley	Mayor a 40	Ausente	Tifa Y Pasto
P2	Color negro con presencia de materia orgánica. Presencia de gley con profundidad mayor a 70	Mayor a 40	Poco nivel freático	Tifa Palo verde Y Pasto
P3	Negro- Arenoso. Presencia de gley mayor a 50	Mayor a 30	Presencia mayor a 80, superficial	Zarza y Pasto
P4	Negro limoso.	Mayor a 30	Presente	Ausente con Pasto.

Muestra	Características de suelo	Profundidad efectiva (cm)	Condición hídrica	Vegetación hidrófila
	Presencia de raíces y mayor a 60 presencia de gley			
P5	Negro limoso Presencia de materia orgánica y raíces	Mayor a 30	Ausente	Ausente con Pasto
P6	Arcilloso- Arenoso Presencia de materia orgánica y raíces	Mayor a 30	Ausente	Ausente con Pasto y Carao Cornizuelo y ganado
P7	Arcilloso- Arenoso Presencia de materia orgánica y raíces	Mayor a 30	Ausente	Ausente con Pasto con Carao Cornizuelo Pasto y ganado
P8 Testigo 1	Saturado con humedad presente	Mayor a 30	Presente	Tifa
P9 Testigo 2	Franco arcilloso Transición	Mayor a 40	Presente, superficial	Ausente con Pasto Caraos aislados

Según clasificación de los mapas de Costa Rica, estos suelos pertenecen al orden de los Entisoles, sin embargo, es importante mencionar que tiende a presentar características de suelo Inceptisoles por lo cual según el mapa de cobertura es Entisoles/ Inceptisoles, esto debido a las cercanías de los cerros de Corral de Piedra y al río Tempisque, basado en Pérez et al (1978), “los suelos presentes para Corral de Piedra son de tipo Entisoles (E-6), caracterizados por ser de mal drenaje, con textura gruesa, sujetos a la influencia intermareal, suelos formados por sedimentos finos, arenas, de tonalidades oscuras, se agrietan durante el periodo seco”. Según (Aguilar,2022, p. 85). Lo que determina estos espacios como una zona de transición.

El muestreo realizado tuvo una planificación previa, donde la distribución presenta una ubicación estratégica para cada muestra, siendo en total 9 unidades de muestreo, dentro de las cuales 2 testigos (cuadro 1). Las testigos se refieren a que las mismas se localizan en sitio de

Humedal según el Inventario Nacional de Humedales y que es un sitio Ramsar, serían un buen parámetro de lo que es un ecosistema de Humedal Palustrino.

Para la muestra 1, coloración negro grisáceo en los primeros 40 cm de profundidad y la presencia de gley en profundidades mayores a 40 cm, para este sitio la condición de humedal no se confirma, lo cual está área es un sitio de transición, donde todavía por la vegetación predomina las herbáceas y en cercanía se encuentra presencia de Tifa (*Typha dominguensis*).

En la muestra 2, el suelo es de color negro con presencia de materia orgánica, Presencia de gley en profundidades mayores a los 70 cm, vegetación presente como herbáceas en conjunto con Tifa (*Typha dominguensis*) y Palo Verde (*Parkinsonia aculeata*).

Para la muestra 3, el suelo color negro y presencia de herbáceas y arbustos tipo Zarza (*Rubus ulmifolius*), a profundidades mayores a los 50 cm se empieza a observar gley, luego a 80 cm, se observa poca agua, la cual es a raíz de la pendiente presente, estas condiciones que no corresponden a un área de humedal.

En el caso de la Muestra 4, su coloración negra con una contextura limosa, presencia de materia orgánica, al igual que los puntos anteriores, existe nivel freático, después de los 60 cm, de profundidad y es cuando que se logra ver gley de manera más predominante, aunque tiene esta característica, no tiene los 3 parámetros que lo condicionan como humedal. De la misma forma en la muestra 5, la cual tiene características similares coloración negra con contextura limosa, sitio con pendiente, materia orgánica, ausencia de agua. En esta área tiene características de pastizal, el cual es un sitio pastoreado por animales domésticos como el ganado que de humedal (Iglesias, 1990). Sin embargo, se encuentra dentro del área catalogada como humedal o área de protección, por lo que se debe de contemplar las indicaciones ya establecidas ante estos sitios. La Muestra 6; presenta condiciones muy similares a la anterior, donde el uso actual es pastizal con ganado, por lo que, su ausencia de agua, suelos con alta presencia de materia demuestra que no corresponde a sitio de humedal.

En la muestra 7; color del suelo café oscuro, con alta presencia de materia orgánica, zona frecuentada por ganado no hay visibilidad en el tema de nivel freático, con herbáceas y especies forestales como el Carao (*Cassia grandis*), palmeras aisladas y Cornizuelo (*Acacia collinsi*). Demuestran a este sitio como ausente de un ecosistema humedal según las tres condiciones establecidas por el decreto.

Según el muestreo realizado, posee dos características de humedal en el punto 4 y 5, por lo cual lo ideal es delimitar dicho sector mientras que en los otros puntos de muestreo, las condiciones no corresponden a la de estos ecosistemas, a pesar de esto, toda esta área, se encuentra registrada en el Inventario Nacional de Humedales, por lo cual se puede solicitar al MINAE, delimitar nuevamente y rectificar medidas, así proceder a digitalizar nuevamente con la recopilación de los datos de campos.

Cuadro 2. Resultados análisis de campo de puntos de muestreo, sector Quepos.

Muestra	Características de suelo	Profundidad efectiva (cm)	Condición hídrica	Vegetación hidrófila
P1	Arcilloso, color rojizo. No hay presencia de gley.	Mayor a 35	No hay presencia	Ausente con Pasto
P2	Arcilloso Limoso, color café y presencia de materia orgánica como raíces	Mayor a 30	No hay presencia	Ausente con Pasto
P3	Presencia de gley. Coloración café	Mayor a 40	Presencia de un poco de humedad	Ausente con Pasto
P4	Presencia de gley	Mayor a 40	Agua superficial	Ausente con Pasto y Árboles tipo rodal de Poró
P5	Arcilloso- limoso. Presencia mínima de gley	Mayor a 40	Humedad superficial	Pastos y árboles aislados
P6	Arcilloso limoso	Mayor a 40	Humedad superficial	Ausente con Pasto
P7	Presencia de gley. Coloración gris y poco arcilloso	Mayor a 40	Presencia de humedad y agua	Ausente con Pasto
P8	Presencia de gley. Coloración arcillosa limoso	Mayor a 40	No hay presencia	Ausente con Pasto
P9	Arcilloso	Mayor a 40	No hay presencia	Ausente con Pasto

En los resultados de la finca de Matapalo de Quepos, se realizaron 9 muestras en este caso sin presencia de testigos, de la siguiente manera; en la muestra 1, el suelo es de color rojizo, además en profundidad a mayor de 35 cm no se observa gley y la condición hídrica está ausente, es una vegetación predominante de pastos. En el caso de la muestra 2, el suelo presentó coloración café, con aspecto limoso, se evidenció presencia de materia orgánica, característica habitual de

suelos Inceptisoles. Además, la vegetación sigue siendo pasto y no hay presencia de condición hídrica en el sitio con profundidad a mayor de 30 cm.

En la muestra 3, con profundidad mayor a 40 cm, se observa presencia de humedad, por tanto, la coloración gris tipo pantanosa o lo que se conoce como gley, empieza a observarse de manera escasa. En esta muestra la zona de humedal no es afirmativa por lo cual se le consideró zona de transición. En la muestra 4 presenta a más de 40 cm de profundidad, se encuentra nivel freático de manera escasa o lo que se conoce como agua superficial, predomina la vegetación tipo pasto, sin embargo, existe un pequeño rodal de árboles de Poró (*Erythrina poeppogiana*). Al observarse un nivel freático, no se considera en su totalidad humedal, sin embargo, al estar dentro de lo que se contempla como posible humedal debe de contemplarse las condiciones ya establecidas en esa área.

En la muestra 5, tiene características similares a la muestra 4, sin embargo, el suelo varió su condición física a tipo arcilloso, limoso y con profundidades a mayores de 40 cm se observa gley de manera escasa, pero sin presencia de humedad y pasto con árboles aislados de Poró (*Erythrina poeppogiana*).

Muestra 6; suelo tipo arcilloso, limoso con profundidad a mayor de 40 cm, presencia de humedad superficial, vegetación tipo pasto y árboles aislados de Poró (*Erythrina poeppogiana*), la humedad en el suelo puede ser por la lluvia, caída en horas anteriores a la visita, prosiguiendo en la muestra 7, se observa gley de forma carente en el barreno coloración gris y poco arcilloso, humedad y manifestación de agua superficial a más de 40 cm y sigue predominando el pasto.

Prosiguiendo con la inspección en la muestra 8 a profundidad de más de 40 cm el color se logró visualizar gley y aspecto físico es arcilloso limoso, no tiene presencia de humedad ni ningún tipo de condición hídrica con pasto, pero en esta localización se concentran aves como garzas (*Ardea alba*), caracara (*Caracara plancus*), comiendo posibles crustáceos o insectos en el suelo, debido a la distancia no tan lejana de la playa.

Estas muestras 7 y 8, según los parámetros técnicos para identificar un humedal no se confirman los 3 puntos para confirmar por lo que está área es un sitio de transición, donde la vegetación predomina las herbáceas tipo pastizal, además de árboles aislados.

Cabe mencionar que este comportamiento pudo ser alterado por condiciones antropogénicas, como lo es actividades según Zapata y Zarate (2017), los efectos antropogénicos “favorecen la reducción de infiltración por cambios de uso de suelo, aumentando escorrentía”. Estas consecuencias a raíz de cultivos anteriores como la agricultura de arroz, presencia de ganado, así como de aguas pluviales provenientes de la ruta 34 (costanera) o por el levantamiento de dicha carretera, sumándole la cercanía a la carretera, pueden estar alterando las condiciones del suelo de la finca.

Ninguna de las 9 muestras tiene características al momento de la toma suelos saturados o hidromórficos, sin embargo 3, 4, 7 y 8, presentan condiciones de humedad o nivel freático superficial, por lo que realizar drenajes es una manera para regular la entrada de agua y evitar acumulación sobre la superficie del suelo, donde por condiciones topográficas del terreno o pendientes genera en zonas más bajas posibles encharcamientos (Polón et al, 2018).

Cuadro 3. Resultados análisis de campo de puntos de muestreo, sector Jacó.

Muestra	Características de suelo	Profundidad	Condición hídrica	Vegetación
		efectiva (cm)		hidrófila
P1	Arcillo -arenoso	Mayor a 50	Ausente	Ausente
				Pasto
P2	Aluvión rocoso	Mayor a 50	Ausente	Ausente
				Pasto
P3	Aluvión rocoso	Mayor a 50	Ausente	Ausente con
				Pasto
				Cedro y cenízaro
P4	Franco arenoso	Mayor a 50	Ausente	Ausente
				Pasto
P5		Mayor a 50	Ausente	Ausente

	Franco arcillo - arenoso			Pasto
P6	Suelo con humedad presente y coloración típica oscura de presencia importante de materia orgánica	Mayor a 50	Humedad sin saturación	Sangrillo y almendro de río, roble de sabana
P7	Saturado, con presencia de gley en los primeros centímetros de la muestra	Menor a 20	Saturación de agua	Ausente con Pasto
P8	Suelo arcillo arenoso	Mayor a 50	Ausente	Ausente
				Pasto y árboles de roble de sabana, cenízaro
P9	Suelo arcillo arenoso	Mayor a 50	Ausente	Ausente con Pasto

Resultados análisis de campo de puntos de muestreo, sector Jacó

Dentro de la toma de muestras se obtiene en el cuadro 3 que para la muestra 1, suelo arcilloso arenoso y no hay presencia de agua, predominan los pastos en el tipo de vegetación No corresponden a suelos hidromórficos, esto a profundidad mayor a 50 cm. En el caso de la muestra 2, el suelo es de tipo aluvión rocoso, color café y no hay presencia de condición hídrica, vegetación predominante pasto y un árbol aislado un árbol de Cenízaro (*Samanea saman*).

Muestra 3; tiene características similares a los puntos 1 y 2 Suelos de tipo aluvión rocoso, de color café, condición hídrica ausente, tipo de vegetación, predominan pastos y 2 árboles cercanos, cedro. (*Cedrela odorata*) y cenízaro (*Samanea saman*). Ninguna de las 2 especies es hidrófila, según la lista de la metodología. Sin embargo, según información recopilada por ACOPAC del Sistema Nacional de áreas de Conservación, este sitio se encuentra dentro de un humedal palustrino, aunque los resultados demuestran que tiene similitud con las muestras 1 y 2, las cuales no tienen características de humedal.

En la muestra 4, suelo franco arenosos, con ausencia de condición hídrica, en profundidad a mayor de 50 cm, vegetación tipo de pastos y en sus alrededores árboles formando un rodal con especies de Cenízaro (*Samanea saman*), Roble Sabana (*Tabebuia rosea*) y de manera solitario un Guácimo ternero (*Guazuma ulmifolia*) y Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*). Estas especies es común observarlos en fincas, debido a que son utilizados en zonas de pasto y pueden crecer por regeneración natural. De la misma forma se realiza un muestreo como punto 5, presenta suelo franco-arcillo-arenoso, color café, con ausencia de condición hídrica a mayor de 50 cm de profundidad, con pastos y no hay árboles en su alrededor. No presenta características de humedal, Según datos suministrados con anterioridad este punto de muestreo se encuentra dentro de un humedal palustrino y el SINAC realizó una inspección utilizando los 3 criterios técnicos, lo cual comparando con las muestras 3 y 4, poseen las mismas características, que

evidencian que no posee suelos hidromórfos, de la misma forma en la muestra 2, fue catalogada como humedal palustrinos por parte del SINAC, aun demostrando que no existe condición hídrica, teniendo aun similitud con el punto 1 y 2, donde obtuvieron muestras contrarias y no existe zona de humedal.

Muestra 6; suelo con presencia de humedad y coloración típica oscura de presencia importante de materia orgánica (figura 3). Con presencia de gley a mayor de 50 cm, vegetación predomina predominancia de pastos. Hay presencia de especies forestales como Sangrillo (*Pterocarpus officinalis*), Almendro de río (*Andira inermis*) y Roble sabana (*Tabebuia rosea*). De acuerdo con la lista, que se encuentra en la metodología, los árboles de “Sangrillo” crecen en sitios con suelo con condiciones hídricas o húmedos, inundados en gran parte del año, dichas especies se adaptan a las condiciones del sitio donde se encuentren, aunque con deficiencias, de acuerdo con Gerding (2010), este tipo de suelo contienen alta saturación en compuestos como el aluminio y carentes de nutrientes disponibles, considerando que las especies presentan grados degeneración, indicando condiciones de estrés y los árboles físicamente se deterioran debido a la pérdida de follaje maduro y presencia de follaje juveniles, sin embargo de manera escasa o lo que conocemos como ralo. Por lo tanto, al estar presente Almendro de río y Roble sabana (*Tabebuia rosea*) y (*Andira inermis*) en buenas condiciones indica que son suelos que no están saturados, aunque si muestren un grado de humedad.

Continuando con en la muestra 7, con profundidad menor a 20 cm, presencia de gley, vegetación hidrófila ausente, suelo saturado de agua, con presencia de raíces, árboles como Matapalo (*Ficus sp*), Roble sabana (*Tabebuia rosea*) y Jobo (*Spondias mombin*).

Para la muestra 8; suelo arcillo, arenoso, con ausencia de condición hídrica am más de 50 cm, presencia de árboles en forma de rodal como Cenízaro (*Samanea saman*) y Roble Sabana (*Tabebuia rosea*). No hay indicadores según los criterios de presencia de humedal.

Muestra 9; suelo presenta características similares de la muestra 8, pero sin presencia de árboles. Y la cobertura total es de pastos. No hay presencia de condición hídrica y por tanto no es un ecosistema de humedal.

En la finca 3 no hay indicadores de ecosistema humedal, en la mayor parte del perímetro según los 3 parámetros. Los árboles presentes los árboles que son característicos de pastizales que se con diámetros mayores de 40 cm de DAP como lo es: Cenízaro (*Samanea saman*), Roble Sabana (*Tabebuia rosea*), Guácimo ternero (*Guazuma ulmifolia*) y Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*).

Se evidencian características en 7 de los 9 puntos que no cumplen (según guía del SINAC y clasificaciones INTA) con condiciones típicas de suelos hidromórficos como lo son color, profundidad efectiva y humedad.

Sin embargo, puntos 6 y 7 muestran presencia de humedad, esto puede deberse a condiciones cercanas a la ruta 34 (costanera), también existe diferencia de hasta 7 m de altura con respecto a otros puntos muestreados, evidenciando que el terreno no es homogéneo.

Al encontrarse tan la orilla de la ruta nacional 34, sus aguas pluviales empiezan a llegar al terreno, distorsionando los puntos de muestreo 6 y 7. Jacó es una zona de fuertes lluvias, principalmente en la época que se visita el sitio por lo cual es una posible causa de que los puntos 6 y 7, tengan presencia de condición hídrica.

Es ineficiente catalogar esta finca como hidromórfica con solo dos puntos de muestreo, cuyas muestras se encuentran en la parte más baja. Así como construcciones en zonas cercanas, provocando circulación de aguas pluviales o escorrentías, además se considera que con presencia de limo es apto para erosionarse, provocando que la infiltración disminuya.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en las entrevistas con los expertos y del trabajo de campo, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- a. Es claro que para poder identificar un humedal palustrino se requiere el análisis integral de los tres parámetros que dictamina el decreto 42760-MINAE, que son (suelos hidromórficos, condición Hídrica y vegetación hidrófila).
- b. No obstante, el Decreto 42760-MINAE, no muestra una metodología clara de cómo delimitar un humedal en cuanto a cómo establecer un sistema de muestreo, como analizar los suelos obtenidos en campo y tampoco como determinar la condición hídrica, por lo tanto, es fundamental establecer una metodología clara para poder tener parámetros de comparación entre criterios de diferentes profesionales o instituciones.
- c. Es fundamental tomar como parámetros de medición, la proveniencia del agua que alimenta un sitio para identificar si es un humedal y que el agua proviene de fuentes naturales y no de una dinámica antrópica. Ya que eso condiciona totalmente la existencia de un ecosistema de humedal palustrino.
- d. En la metodología, no se incluye dentro de los criterios el componente fauna, que puede ser un indicador importante, pero depende significativamente de la existencia de agua, que para un humedal palustrino sería solo en época de lluvia. En los tres casos analizados fueron pocas las especies, principalmente en Jacó y Quepos. En Nicoya, por la existencia del Humedal Corral de Piedra, si se pudieron observar gran cantidad de aves.
- e. De los tres sitios analizados solo uno se puede determinar como un humedal palustrino y de forma parcial, y corresponde al sitio del Roblar de Nicoya. Las dos otras propiedades no presentan condiciones claras que puedan indicar que es un ecosistema de humedal.

f. Según lo indicado por los expertos, hay que recalcar la importancia de que los tres criterios se integren, y que solo tomar en cuenta uno solo como por ejemplo el suelo, no es suficiente para identificar un humedal palustrinos.

Para finalizar, de esta investigación se puede hacer una línea secuencial de cómo se podría crear una metodología de identificación de ecosistemas de humedal en propiedades, la cual se muestra a continuación:

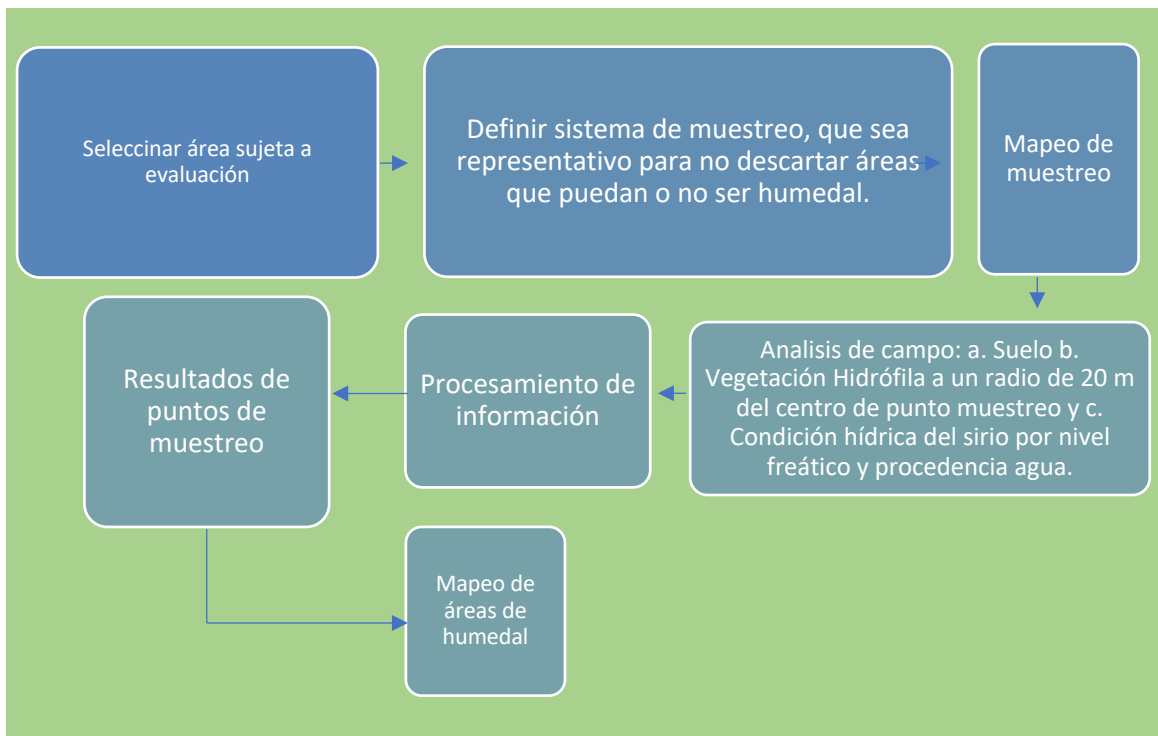


Figura 15. Esquema de aspectos fundamentales en una metodología de identificación de humedales palustrinos .

Un aspecto importante es identificar el tipo de profesional que puede aplicar este método de trabajo, y de acuerdo al estudio realizado mediante este trabajo de graduación se puede concluir que es un análisis integral, con tres expertos mínimos que son: Experto (a) en suelos (para esta investigación se tuvo el apoyo del Lic. Roberto Fallas Redondo), experto (a) en Hidrología (para esta investigación se tuvo el apoyo del Ing. Andrés Zúñiga Garita y experto (a) en biología o ingeniería forestal, para determinar las especies hidrófilas.

Dentro de las recomendaciones, se pudieron identificar:

- a. Para futuras investigaciones, se debe realizar un análisis estaciones, o sea un análisis en época de lluvia y uno en época seca. Esto permite ver el comportamiento de las propiedades en estudio en cuanto a la permanencia del agua, de la vegetación y el suelo.
- b. Se recomienda que se establezcan metodologías para el análisis de cada componente ya sea en el estudio de los suelos, y que no sea tan superficial, en la condición hídrica mediante estudios de cuenca, balance hídrico y nivel freático y estudios de vegetación y fauna de mayor detalle.
- c. Es de suma importancia modificar o actualizar la lista de especies para identificar un humedal en este caso palustrino, que se encuentra en el decreto, esto debido a que son especies en otra categoría de humedales, además realizar posibles estudios biológicos y dendrológicos para conocer la vegetación herbácea dentro de un ecosistema palustre.

7. REFERENCIAS

- Acosta-Vargas, L., Rovere, A. E., & Camacho-Sandoval, J. (2020). Efectividad de dos tratamientos para promover la regeneración de árboles: implicaciones para la restauración de bosques en el Parque Nacional Isla del Coco. *Revista de Biología Tropical*, 68(S1), 103-115.
- Aguilar, C. (2022). Propuesta de zonificación turística para la comunidad de Corral de Piedra, cantón de Nicoya, Guanacaste.
- Anda-Martín, B. I., Chavira-Silva, J., Del Toro-Kobzeff, A., Flores-Zavala, R. A., Jaimes-Lugo, M. E., & González-Acevedo, Z. I. (2013). *Características ambientales de La Lagunita de El Ciprés, Mpio. de Ensenada, Baja California y las amenazas a su conservación*. *Geos*, 33(2), 1-19. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Marlyne-Jaimes-Lugo/publication/299408859_Caracteristicas_ambientales_de_La_Lagunita_de_El_Cipres_Mpio_de_Ensenada_Baja_California_y_las_amenazas_a_su_conservacion/links/56f4533708ae7c1fda2d757e/Caracteristicas-ambientales-de-La-Lagunita-de-El-Cipres-Mpio-de-Ensenada-Baja-California-y-las-amenazas-a-su-conservacion.pdf
- Armenteras, D., González, T. M., Vergara, L. K., Luque, F. J., Rodríguez, N., & Bonilla, M. A. (2016). Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación. *Ecosistemas*, 25(1), 83-89.
- Arias García, J., & Gómez Zotano, J. (2015). La planificación y gestión de los humedales de Andalucía en el marco del Convenio Ramsar. Disponible en <http://biblioteca.cehum.org/bitstream/123456789/1024/1/Arias%2C%20Gomez.%20La%20planificaci%C3%B3n%20y%20gesti%C3%B3n%20de%20los%20humedales%20de%20Andaluc%C3%ADa%20en%20el%20marco%20del%20Convenio%20Ramsar.pdf>
- Barba-Macías, E., Rangel-Mendoza, J., & Ramos-Reyes, R. (2006). Clasificación de los humedales de Tabasco mediante sistemas de información geográfica. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 22(2).
- Bremer, M. A. B. (2022). El Paisaje Palustre Como Infraestructura Urbana Para la Resiliencia Ante El Cambio Climático: Revinculación del Sistema de Humedal Vasco da Gama-Paicaví-

Tucapel Bajo En la Ciudad de Concepción, *Chile* (Doctoral dissertation, Pontificia Universidad Católica de Chile (Chile)).

Brena, J., Castillo, C., & Wagner, A. (2016). Metodología para la Delimitación y Caracterización de Humedales a Escalas 1:50 000 y 1:20 000. *Tecnología y ciencias del agua*, 7 (2), 85-98.

Brinson, M. (2004). Conceptos y desafíos de la clasificación de humedales. Documentos del curso-taller: bases ecológicas para la clasificación e inventario de humedales en Argentina. Argentina: Pcia de Buenos Aires, 25-33.

Castaño López, H. E. Eco-humedales. Simposio, Biodiversidad y Ciudad, experiencias de planeación territorial. Organización socioambiental independiente.

Cervantes Cordero, R. A. (1999). Disminución de la escorrentía superficial debido a variaciones en el uso del suelo. Disponible en <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/914/1/18693.pdf>

Chiluiza Los humedales y su protección en el derecho internacional Dávila, B. A. (2019). Evaluación de los humedales del sistema lacustre en la laguna la Magdalena-Atillo del Parque Nacional Sangay como sumidero de Carbon (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Disponible en http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC¶m2=1&nValor1=1&nValor2=96553&nValor3=129397&strTipM=TC&lResultado=1&nValor4=1&strSelect=sel

Fallas, J. (2015). Protección del Recurso Hídrico: Normativa y Jurisprudencia Hydrometeorology of tropical cloud forest View project GIS and Wildlife Management View project

Fundación Chile. (2020) ¿Qué son los humedales y relevancia? (2021, 26 noviembre). Escenarios Hídricos 2030. Chile. Disponible en <https://escenarioshidricos.cl/noticia/humedales-que-son-y-cual-es-su-relevancia/>

Godagnone, R. E., De, L. A., Fuente, J., & Carlos, M. A. (2016). informe para la comisión de ambiente y desarrollo sustentable honorable senado de la nacion sobre ley de presupuestos minimos para la conservación, protección y uso racional y sostenible de los humedales humedales en argentina

Gerding, V. (2010). Suelos de humedales y trumaos húmedos del sur de Chile. Universidad Austral de Chile, Instituto de Silvicultura,

Guerrero, O. A., Mora, M. G. C., & Torres, B. I. (2022). Caracterización y clasificación geológica y ambiental: humedales altoandinos de la provincia de Loja-Ecuador. AXIOMA, 1(26), 19-28.

Holl, K., Crone, E.E., Schultz, S.B., 2003. Landscape restoration: moving from generalities to methodologies. Bioscience 53:492-502

Iglesias, D. H. (1990). Conceptos y factores aplicables a la medición de condición del pastizal.

Kandus, P., & Minotti, P. (2018). Propuesta de un marco conceptual y lineamientos metodológicos para el Inventario Nacional de Humedales. *Informe final. Documento Rector del Inventario Nacional de Humedales DI-2018-3-APN-SSPYOAD# MAD. 3iA, UNSAM, San Martín, Buenos Aires, Argentina.*

Ley Orgánica del Ambiente 7554. (1995) La Gaceta art 40.. *Sistema Costarricense de Información Jurídica*. Disponible en

https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=27738&nValor3=93505&strTipM=TC

López Portillo, J. A., Vásquez Reyes, V. M., Gómez Aguilar, L., & Priego Santander, A. G. (2010). *Humedales. ESTADO. Costa Rica.*

Martínez-Yrizar, A., Álvarez-Sánchez, J., & Lima, M. (2017). Análisis y perspectivas del estudio de los ecosistemas terrestres de México: dinámica hidrológica y flujos de nitrógeno y fósforo. revista mexicana de Biodiversidad, 88 ,2741. Disponible <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.008>

Matute García, M. D. C., Herrero Tejedor, T. R., Palano, M., Perez Martin, E., Herrera, G., & Fernández Torres, J. (2016). *Algunos datos para la monitorización del acuífero Alto Guadalentín*.

Meli, P. (2014). Restauración de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas ribereños y otros humedales. *Metaanálisis global y evaluación de especies útiles en el trópico húmedo mexicano* (Doctoral dissertation, Tesis doctoral). Universidad de Alcalá).

Milenio, E. D. L. E. (2005). Los ecosistemas y el bienestar humano: humedales y agua. Informe de Síntesis World Resources Institute, Washington, DC.

Melgarejo, J., López-Ortiz, M. I., & Fernández-Aracil, P. (2021). Inundaciones y sequías. Análisis multidisciplinar para mitigar el impacto de los fenómenos climáticos extremos.

Normativa y Jurisprudencia. (2014). Jurisprudencia sobre la Protección de los Humedales. Sala Constitucional de Costa Rica

Olmo, C. M. (2003). Criterios ecológicos para el deslinde de humedales ribereños. In *Ecología, manejo y conservación de los humedales* (pp. 61-76). Instituto de Estudios Almerienses.

Pineda, F. D. (2020). Enfoque ecosistémico. Servicios de los ecosistemas terrestres. *Uso sostenible del patrimonio natural*, 42.

Polón-Pérez, R., Amico-Rodríguez, J. D., Morales-Guevara, D., Jeréz-Mompie, E., & Ruiz-Sánchez, M. (2018). Métodos y modos de desecamiento de terrenos húmedos por excesivas precipitaciones y acumulación de agua. *Cultivos Tropicales*, 39(3), 93-98.

Pratolongo, P., Piovan, M. J., Zapperi, G., Negrín, V., González Trilla, G., & Botté, S. (2013). *Humedales en estuarios. Procesos Químicos en estuarios*, 84-108.

Pritchard, D. (2010). Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, *Cooperación internacional Manuales Ramsar Manual 20* 4ª edición: Manual 2 Políticas Nacionales de Humedales Elaboración y aplicación de Políticas Nacionales de Humedales.

Quiñonez Berganza, G. O. (2012). La degradación del suelo por erosión hídrica en cultivos de granos básicos y café en la microcuenca Torjá, cuenca del río Grande de Zacapa, Guatemala. *Programa Agroambiental Mesoamericano (MAP). Fase I*.

Reguant-Álvarez, M., Torrado-Fonseca, M., & El Método Delphi. *I463I-28704-I-PB*

Rodríguez, M. G. (2003). Clasificación funcional de humedales ribereños. *Tecnología y desarrollo*, 1, 20.

Secretaría de la Convención de Ramsar 2018. *Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y sus servicios a las personas*. Gland (Suiza

Tansley, A.G. 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology* 16 (3):284-307. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

UCR. (Universidad de Costa Rica) (2017). *Los humedales contribuyen a mitigar el impacto de fenómenos naturales*. (7 febrero). Universidad de Costa Rica.

Valencia Rojas, M. P., & Figueroa Casas, A. (2015). Vulnerabilidad de humedales altoandinos ante procesos de cambio: tendencias del análisis. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(26), 29-42. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242015000100003

Veas-Ayala, N., Quesada-Román, A., Hidalgo, H. G., & Alfaro, E. J. (2018). Humedales del Parque Nacional Chirripó, Costa Rica: características, relaciones geomorfológicas y escenarios de cambio climático. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1436-1448.

Zapata Espinoza, G. M. D. C., & Zárate Espinoza, N. J. (2017). Estudio de inundabilidad de la ciudad de Tumbes-en el sector San José. Trujillo, Perú.

SETENA- MINAE (2017). Oficialización de la Política Nacional de Humedales. N° 40244-MINAE-PLAN. Costa Rica.

SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2013). Plan General de Manejo 2014-2022. Huemadal Corral de Piedra Vol 1. 200 p. Disponible

SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2013). Plan General de Manejo del Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque.

SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2017). Política Nacional de Humedales 2017-2030. Costa Rica

SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2018). Inventario Nacional de Humedales Costa Rica 2018. Disponible en <https://www.sinac.go.cr/ES/docu/Inventario%20Nacional%20Humedales/INVENTARIO%20NACIONAL%20DE%20HUMEDALES%20-%20Final.pdf>





SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). Decreto N° 42760-MINAE. (2022). *Criterios técnicos para la identificación, clasificación y de humedales*. Disponible en http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC¶m2=1&nValor1=1&nValor2=96553&nValor3=129397&strTipM=TC&lResultado=1&nValor4=1&strSelect=sel


8. ANEXOS




Anexo 1. Listado de flora por tipo de humedal de acuerdo a clasificación paisajística Humedales Estuarinos y Bosques Inundados Salados (manglares)


Simbología:

Condición: A (Asociada); D (Dominante)

Nombre científico	Nombre común	Condición	Imagen
Familia ANDIATACEAE			
Acrostichum aureum	negra forra, helecho de estero	D	
A. danaeifolium	helecho de estero	D	
Familia AIZOACEAE			
Sesuvium portulacastrum	verdolaga de playa	A	
Familia ALISMATACEAE			
Echinodorus sp		D	

Nombre científico	Nombre común	Condición	Imagen
Familia AMARANTHACEAE Blutaparon vermiculare		A	

Nombre científico	Nombre común	Condición	Imagen
Familia ANACARDIACEAE Anacardium excelsum Spondias purpurea	Espavel Jocote	A A	
Familia ANNONACEAE Annona glabra	Anonillo, guanabana silvestre	A	
Familia APOCYNACEAE Rhabdadenia biflora		A	

Nombre científico	Nombre común	Condición	Imagen
<p>Familia ARACEAE</p> <p>Montrichardia arborescens</p>	<p>mano de tigre</p>	<p>A</p>	
<p>Familia ARECACEAE</p> <p>Bactris guinensis</p> <p>Elaeis oleifera</p>	<p>Uvita</p> <p>Palmiche, palma</p>	<p>D</p> <p>A</p>	