



ACCIÓN C.2 "ENSAYOS PARA EL CONTROL Y ERRADICACIÓN DE LA TORTUGA DE FLORIDA (*TRACHEMYS SCRIPTA ELEGANS*)" DEL PROYECTO LIFE10 NAT/ES/000582 (INVASEP)

INFORME DE RIESGO DE INTRODUCCIÓN Y ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.- INTRODUCCIÓN.....	2
2.- OBJETIVOS.....	7
3.- ELABORACIÓN DEL MAPA DE RIESGO DE INTRODUCCIÓN.....	7
3.1.- METODOLOGÍA.....	7
3.1.1.- VARIABLES UTILIZADAS	13
3.1.2.- ANÁLISIS MULTICRITERIO.....	26
3.1.3.- RESULTADOS.....	31
4.- ESTUDIO DE DIISTRIBUCIÓN DE <i>Trachemys scripta</i> EN EL TERRITORIO EXTREMEÑO.....	35
4.1.- METODOLOGÍA.....	35
4.1.1.- ELECCIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO.....	35
4.1.2. -DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO. PROTOCOLO DE DETECCIÓN DE LA ESPECIE.....	38
4.1.3.- TRABAJOS DE GABINETE.....	40
4.2.- RESULTADOS.....	42
4.2.1.- CUENCA DEL TAJO.....	42
4.2.2.- CUENCA DEL GUADIANA.....	48
4.3. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE DISTRIBUCIÓN EN EL TERRITORIO EXTREMEÑO.....	52
5.- AGRADECIMIENTOS.....	61
6.- BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA	62

1.- INTRODUCCIÓN.

La introducción de especies exóticas al medio natural constituye una de las mayores amenazas para nuestros ecosistemas, así como una de las principales causas de pérdida de diversidad ecológica en muchas zonas de nuestro planeta.

Esta problemática determinó a las administraciones públicas gestoras tanto del medio natural como de las cuencas hidrográficas del territorio extremeño y la región del Alentejo (Portugal) a la proposición de un proyecto que apoyase la lucha contra estas especies a través de la planificación de medidas de prevención, la elaboración de protocolos y el establecimiento de estrategias de control/erradicación, dentro de un marco de colaboración transfronterizo entre España y Portugal.

La Dirección General de Medio Ambiente de la Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio de la Junta de Extremadura es el beneficiario coordinador del **Proyecto LIFE NAT/ES/000582 “Lucha contra especies invasoras en las cuencas hidrográficas del Tajo y del Guadiana en la Península Ibérica”**. El proyecto fue aprobado en 2011 con un presupuesto de 2.895.267€ y es cofinanciado al 48,55% por los Fondos LIFE+.

2

El proyecto tuvo su inicio en enero del año 2012, teniendo prevista su finalización en marzo de 2018.

Una de las especies invasoras objeto de este proyecto fue el galápago de Florida (*Trachemys scripta*), especie introducida las masas acuáticas de Extremadura, probablemente en la década de los 80 del siglo pasado. Los primeros datos sobre su presencia fueron publicados por Da Silva y Blasco en 1995 (consultar bibliografía recomendada).

Presente en el territorio europeo desde una década anterior, esta especie procedente de Norteamérica se encuentra generalmente en zonas de agua dulce que son frecuentadas por seres humanos, tales como estanques públicos

que se consideran de bajo valor biológico (Thiesmeier y Kordges 1990 1991, en Bringsøe 2006), utilizando estos hábitats naturales cerca de las zonas urbanas se utilizan también para su reproducción (Bringsøe 2006).

Vendidas como tortuguitas en tiendas de mascotas y liberadas posteriormente al medio natural por propietarios no preparados para seguir manteniéndolas en cautividad, esta especie ha conseguido colonizar varios continentes, siendo declarada como invasora desde el Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa. Berna 1979, Estrategia Europea sobre Especies Exóticas Invasoras (2004), siendo también declarada a nivel nacional, al incluirse en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (Norma: Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre. Fecha: (BOE nº 46): 12.12.2011 Anexo: I)

Se trata de una especie que, en su área de procedencia, es capaz de medrar en una gran variedad de hábitats de agua dulce como ríos, acequias, pantanos, lagos y estanques (Bringsøe 2006). No obstante, muestra preferencia por masas de agua estáticas con fondos blandos, en las que abundan las plantas acuáticas y lugares adecuados para su asoleamiento (Carr, 1952, Ernst *et al.* 1994, 2001b, Bringsøe 2006). No obstante se trata de una especie altamente adaptable y puede tolerar nada de aguas salobres, canales artificiales y estanques (Ernst *et al.* 1994, Cox *et al.* 1998, Somma y Fuller 2009).

Es en estos ambientes acuáticos urbanos, generalmente contaminados, donde esta especie puede encontrar abundante sustento, hecho que le aporta gran ventaja con respecto a especies autóctonas (Moll 1980, Lindeman 1996, Souza y Abe 2000, en Ferronato *et al.*, 2009).

En cuanto a estos hábitos alimenticios, podría considerarse a este quelonio como omnívoro oportunista que subsiste con una amplia variedad de plantas y animales (Ernst *et al.* 1994) incluyendo las algas filamentosas, macrófitos, caracoles, dípteros (larvas y pupas), insectos terrestres, crustáceos y pequeños vertebrados (Chen y Lue 1998, Julliard Prévot *et al.* 2007). Los juveniles son

principalmente depredadores aumentando el herbivorismo a medida que crece el animal.

La madurez sexual es alcanzada al tercer o cuarto año de edad (Obst 1983). Esta especie muestra comportamiento complejo de cortejo en el agua, excavando la hembra un nido en orillas preferentemente con substrato arenoso. Éstas, además, son capaces de desplazarse hasta 1,6 kilómetros encontrar un sitio adecuado para emplazar el nido. Dependiendo del tamaño corporal y otros factores, se han localizado hembras capaces de poner hasta 30 huevos; sin embargo, los valores medios de las poblaciones naturales suelen oscilar entre 6 y 11 huevos por nidada (Bringsøe 2006). Su fecundidad anual se sitúa alrededor los 30 huevos al año en su hábitat de procedencia. Los tiempos de eclosión de *T. s elegans* son tempodependientes, prefiriendo temperaturas de entre 22° C a 30° C para tardar 55 a 80 días (Pendlebury 2006, Pupins 2007). La eclosión de los huevos requiere 50 a 60 días a una temperatura variable entre 25 y 30 ° C.

La longevidad de esta especie es aproximadamente 20 años en el salvaje y en cautiverio de 40 años. Por lo tanto, si la reproducción no se produce en las zonas de introducción, la especie puede perdurar, afectando al ecosistema, durante un largo periodo de tiempo.

Esta afectación al ecosistema se basa fundamentalmente en las ventajas competitivas que el galápago de Florida posee sobre el resto de quelonios de agua dulce autóctonos. Entre ellas se pueden mencionar la menor edad en la madurez, mayor fecundidad y mayor tamaño corporal adulto (Cadi y Joly 2003).

Parece claramente demostrado por numerosos estudios que en los lugares donde ha sido introducida, el galápago de Florida compite de manera interespecífica con las especies de quelonios acuáticos autóctonos. En este sentido y, con respecto a los presentes en la Península Ibérica, ha podido constatarse como es capaz de desplazar a especies como el galápago europeo (*Emys orbicularis*) (catalogado por la UICN como en peligro) o el galápago

leproso (*Mauremys leprosa*), hacia puntos de asoleamiento considerados como de baja calidad.

Algunos autores sugieren que la ventaja competitiva de *T. scripta* pudiera derivarse de su gran tamaño corporal, o adaptaciones conductuales relacionadas con altos niveles de competencia interespecífica en su hábitats originarios. La disminución de la actividad de asoleamiento acarrearía graves problemas fisiológicos para las especies autóctonas que podrían derivar en trastornos en la digestión o rendimiento locomotor. Esto a su vez podría favorecer la expansión de la especie invasora (Polo-Cavia, 2010).

Esta competencia es ampliable también al ámbito trófico, ya que existen estudios que demuestran el solapamiento de dietas entre la tortuga de Florida y el resto de quelonios nativos (Polo-Cavia, 2010).

El poder competitivo de esta especie esta causando estragos en otras zonas donde ha sido introducida, siendo considerada una grave amenaza para especies como la tortuga de estanque Pacífico (*Clemmys marmorata*), siendo considerada la principal causante una disminución de esta especie endémica del Pacífico de los Estados Unidos (Brown et al. 1995, Williams 1999, Somma y Fuller 2009).

Otro de los efectos de la liberación continua de tortugas exóticas en los ecosistemas naturales es el aumento del riesgo de transmisión parasitaria a las especies nativas. En este sentido la tortuga de Florida es conocida por llevar nematodos de distintas especies, susceptibles de infectar a especies autóctonas (Hidalgo-Vila et al. 2008).

Los impactos de *T. scripta* en hábitats naturales y los ecosistemas son, todavía, desconocidos; de liberarse a esta especie en hábitats con alto valor ecológico, sería relevante evaluar las consecuencias en la fauna autóctona y flora, incluyendo invertebrados, anfibios, tortugas nativas y nidificación de aves (Bringsøe 2006).

Ante la potencial amenaza que supone la presencia de esta especie en aguas extremeñas el **Proyecto LIFE NAT/ES/000582** ha desarrollado la denominada **ACCIÓN C2: Ensayos para el control y erradicación de la Tortuga de Florida.**

Esta acción se ha venido desarrollando durante las últimas tres anualidades (2014, 2015 y 2016) y ha consistido fundamentalmente en el diseño y prueba de metodologías de captura de ejemplares de la especie en las poblaciones presentes en el río Guadiana a su paso por las ciudades de Badajoz y Mérida, así como del río Jerte a su paso por Plasencia.

Los objetivos establecidos para la presente anualidad y sobre los que se centra el desarrollo del presente informe aparecen descritos en el siguiente apartado.

2.- OBJETIVOS.

El objetivo de este estudio fue la creación de un mapa de riesgo de la especie invasora Galápago de Florida (*Trachemys scripta*) en Extremadura, que permita representar cartográficamente la probabilidad o riesgo de encontrar esta especie en las distintas masas de agua de la región, para posteriormente realizar un estudio de campo en las zonas con mayor riesgo y conocer la presencia actual de esta especie en Extremadura.

3.- ELABORACIÓN DEL MAPA DE RIESGO DE INTRODUCCIÓN.

3.1.- METODOLOGÍA.

Para la creación de este mapa de riesgo de la especie invasora *Trachemys scripta* se ha optado, por la metodología de **evaluación multicriterio** mediante la superposición, por medio de las herramientas propias de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el álgebra de mapas raster, de las distintas variables geográficas influyentes en su distribución, introducción o presencia, que permiten representar la probabilidad o riesgo de encontrar esta especie en Extremadura (J. M. Santos Preciado, 1997).

Partiendo del conocimiento de la biología de la especie, a través de las distintas fuentes bibliográficas consultadas y las propias observaciones en campo, se ha realizado una búsqueda de las variables espaciales que pueden describir mejor la presencia o ausencia de la misma en un territorio.

Estas variables pueden tener relación con los valores bioclimáticos limitantes para su supervivencia o éxito reproductor, como pueden ser las temperaturas máximas y mínimas o la radiación u horas de sol; la preferencia de hábitats o masas de agua, definidas por la velocidad de corriente, sustrato o estacionalidad; así como los medios de introducción o de expansión de la

especie, muy relacionados con la presencia humana y los puntos de venta tradicionales de esta especie.

La búsqueda de información se ha realizado tanto en fuentes públicas como privadas, obteniendo en la mayoría de los casos datos cartográficos, tanto en formato vectorial como raster propios de los Sistemas de Información Geográfica, que se han de transformar para ser tratados correctamente por las herramientas SIG en el análisis multicriterio. En otros casos, estas variables se han creado a partir de datos primarios, transformándose o realizando diferentes operaciones geoespaciales en el manejo de las bases de datos espaciales y la cartografía con las herramientas SIG, como son las interpolaciones raster o los geoprocesos entre capas vectoriales.

Durante este proceso de búsqueda de información cartográfica para la realización del análisis multicriterio, se ha valorado la inclusión de las variables encontradas individualmente, rechazándose algunas de ellas en algunos casos por la no disponibilidad de datos para toda la comunidad autónoma, por la ausencia de datos en alguna de las cuencas hidrográficas o provincias de Extremadura, por no ser las variables significativas para un territorio tan concreto y con poca variabilidad climática o por su poca relevancia para dictaminar la presencia o no de la especie en un espacio dado.

Variable	Datos	Fuente	Valoración para su uso
Presencia de la especie	SI	Directa	Buena
Tiendas de mascotas	SI	Directa	Buena
Núcleos de Población	SI	Indirecta	Buena
Población	SI	Indirecta	Buena
Temperaturas ambientales	SI	Directa	Rechazada
Pendientes	SI	Indirecta	Buena
Radiación Solar	SI	Directa	Rechazada
Litología	SI	Directa	Rechazada
Zonas de regadío	SI	Directa	Buena
Temperatura ríos	Parcial	Indirecta	Rechazada
PH ríos	Parcial	Indirecta	Rechazada
Tipología de río	NO	Indirecta	Rechazada
Geomorfología	NO	Directa	Rechazada
Vegetación	NO	Directa	Rechazada
Fragilidad del hábitat	SI	Directa	Rechazada
Zonas de acceso	SI	Indirecta	Buena
Zonas de ocio	NO	Directa	Rechazada

Tabla 1: Variables valoradas para la inclusión en el análisis multicriterio y su evaluación respecto a disponibilidad, tipo de dato y su inclusión o no en el análisis.

Finalmente fueron ocho las variables seleccionadas para su inclusión en el análisis multicriterio:

Variables continuas	Variables discretas
Pendiente	Población
Distancia Núcleos de Población	Presencia de la Especie
Distancia Tiendas de Mascotas	Zonas de Regadío
Densidad de Carreteras y Caminos	Zonas de Acceso

Tabla 2: Variables seleccionadas para el análisis multicriterio divididas por su tipología de datos

Estas variables fueron trabajadas mediante las herramientas SIG para su posterior análisis multicriterio, siguiendo una metodología y características homogéneas. Todas las variables, tanto continuas como discretas, fueron

transformadas a formato raster con un tamaño de celda de 50 m que permite una gran precisión para trabajos a escala regional y recortadas con los límites políticos de la Comunidad Autónoma de Extremadura - Sistema de Información Territorial de Extremadura (SITEx) de la Junta de Extremadura.

Estas variables fueron normalizadas con valores de 0 a 100, con valores máximos para las zonas propicias para la especie y mínimos para los valores más negativos o neutros, utilizando para ello una normalización a escala característica (100- 0) mediante la siguiente fórmula:

$$X_0 = (X_1 - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

En un primer lugar se establecieron las masas de agua utilizadas en el estudio, ya que servirán para marcar las futuras zonas de muestreo de campo donde los valores de riesgo o probabilidad sean máximos. Para ello se ha utilizado la cartografía regional de ríos y embalses proveniente de Sistema de Información Territorial de Extremadura (SITEx) de la Junta de Extremadura.

10

Tanto la capa vectorial de ríos como la de embalses están categorizadas por un campo "CATEGORÍA", siendo la red hidrológica principal o los embalses de mayor entidad el valor "1", la secundaria con valor "2" y la de tercer orden con valor "3".

Se seleccionan los ríos categorizados con la categoría "1" y "2", rechazando los ríos de menor entidad (valor "3") correspondientes en su mayoría a pequeños arroyos intermitentes, regatos, barrancos o gargantas. Se depuraron algunos errores de codificación en ríos con categoría "2" que están desconectados debido a que una parte de río aguas abajo tiene una codificación inferior ("3") o que no existe un pequeño tramo de río que conecte con el principal.

Para solucionar estos problemas en primer lugar se cambiaron de código a los registros que estaban erróneamente codificados con categoría "3" a la categoría "2" y para los ríos que tienen una ausencia de línea en algún tramo se utiliza la cartografía de referencia de ríos de las Confederaciones

Hidrográficas del Guadiana o del Tajo o la digitalización sobre ortofotografía del PNOA.

Se establecen como ríos principales para el estudio los ríos de primera categoría o principales y los ríos de segunda categoría que intersectan con los Embalses de segunda y tercera categoría. Se han rechazado los cursos fluviales de categoría “2” que intersectan directamente con los embalses de categoría “1” al ser arroyos de pequeña entidad que vierten sus aguas directamente a los grandes embalses. En algunos casos existen ríos de categoría “2” que no intersectan con un embalse, pero se han mantenido porque uno de sus tributarios sí que es coincidente con un embalse.

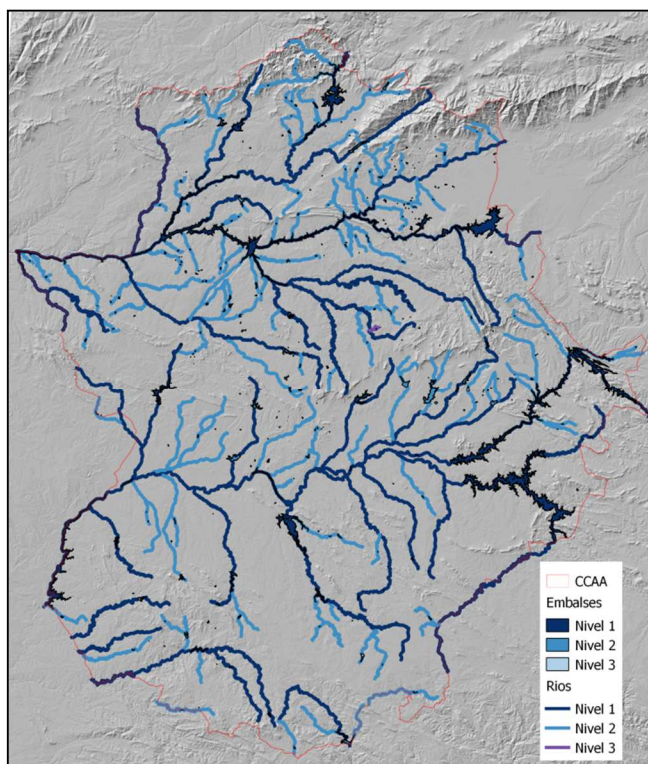


Figura 1: Red hidrológica principal seleccionada para el estudio.

Se han añadido a la capa original de embalses cuatro charcas - Charca Parque de los Pinos, Embalse de Albuera San Jorge, Estanque de San Lázaro y Charca Ribera del Marco - donde se conoce la presencia histórica de la especie y serán utilizadas en la variable “presencia”, añadiéndose sus ríos tributarios de tercer orden de la capa original de ríos en dos casos o por medio de digitalización sobre ortofotografía del PNOA en el caso de La Albuera de San

Jorge y de San Lázaro, debido a la ausencia de cartografía previa de referencia.

Toda la hidrología se ha dividido por tramos entre las confluencias de todos los ríos originarios (categorías 1, 2 y 3) quedando el mismo río dividido en muchas partes con la misma nomenclatura. Así mismo los ríos sin arroyos tributarios que pueden llegar a tener una gran longitud, se han divididos en diferentes partes obteniendo siempre tramos de río por debajo de los 8 km de longitud. De igual forma los grandes embalses se han dividido por sectores según su morfología, manteniendo su nomenclatura original. Estas particiones servirán para trabajar de forma más precisa con la presencia o ausencia de la especie o para calcular las pendientes por tramo de río de forma más específica.

3.1.1.- VARIABLES UTILIZADAS

Presencia de la Especie:

Se establecieron la presencia histórica del Galápago de Florida (*Trachemys scripta*) en las masas de agua (ríos y embalses) de Extremadura, gracias a las fuentes bibliográficas y los datos de campo disponibles, tanto propios (obtenidos en servicios precedentes realizados por Ictios Consulting/Agroforex para la Junta de Extremadura) como cedidos por la Servicio de Conservación de la Naturaleza y Áreas Protegidas de la Junta de Extremadura.

NOMBRE	TIPO	CATEGORIA	RÍO	PRESENCIA
Azud de Badajoz	Embalse	2	SI	SI
Charca Parque de Los Pinos	Charca	3	NO	SI
Embalse de Albuera San Jorge / Embalse de La Albuera	Charca	2	SI	SI
Embalse de Alqueva	Embalse	1	SI	SI
Embalse de Cornalvo	Embalse	3	SI	SI
Embalse de Jerte-Plasencia	Embalse	2	SI	SI
Embalse de Montijo	Embalse	2	SI	SI
Embalse de Proserpina	Embalse	3	NO	SI
Estanque de San Lázaro	Charca	3	NO	SI
Río Aljucén	Río	2	SI	SI
Río Guadiana	Río	1	SI	SI
Río Jerte	Río	1	SI	SI

Tabla 3: Presencia histórica de la especie *Trachemys scripta* en las masas de agua de Extremadura.

Se añadió a la cartografía vectorial un campo dicotómico “PRESENCIA” para conocer la presencia/ausencia de la especie en los ríos y embalses.

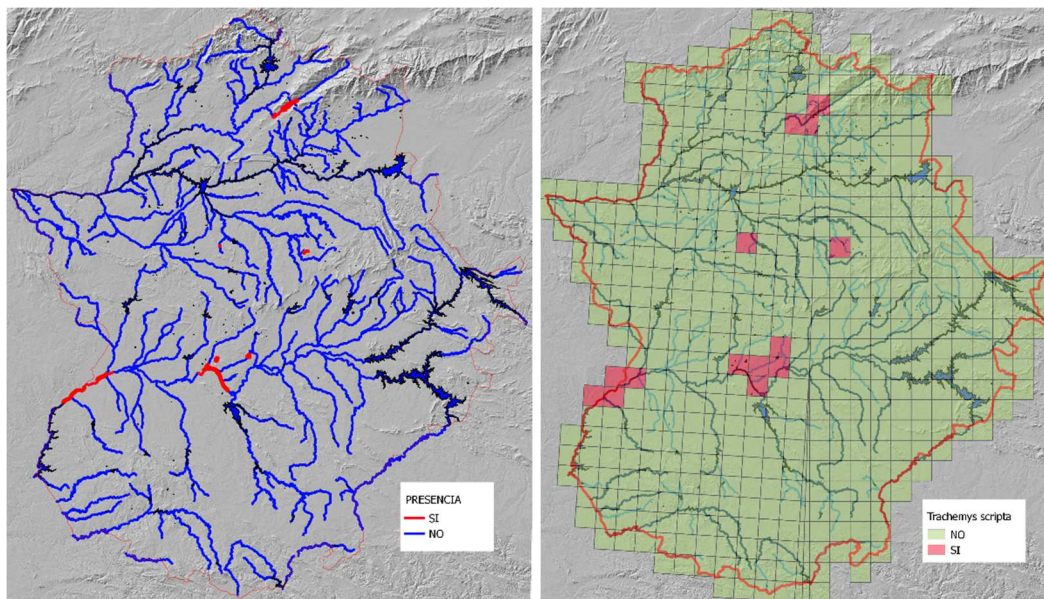


Figura 2: Presencia histórica de la especie *Trachemys scripta* en las masas de agua de Extremadura (izquierda) y por Cuadrículas UTM 10x10 km (Derecha)

El riesgo de encontrar la especie en los lugares históricos donde ya se ha observado es evidentemente máximo, e irá disminuyendo con la distancia a lo largo de los cursos fluviales o masas de aguas según se alejen aguas abajo o arriba de los mismos, debido al patrón natural de dispersión de la especie (consultar bibliografía recomendada).

14

Para establecer este hecho en la cartografía que se trató en el análisis multicriterio, esta variable dicotómica discreta se transformó en valores normalizados de 0 a 100 de probabilidad o riesgo de la presencia de la especie, para ello se establecen las zonas de presencia de la especie con el máximo valor (100) y las zonas contiguas con valores menores secuencialmente hasta llegar a cero.

Zonas	Probabilidad o Riesgo
Zonas con presencia	100
Zonas o tramos contiguos a las anteriores donde es probable que la especie continúe su expansión	75
Zonas o tramos contiguos a las anteriores donde es probable que la especie continúe su expansión	50
Zonas o tramos contiguos a las anteriores donde es probable que la especie continúe su expansión	25
Resto de zonas	0

Tabla 4: Categorías de riesgo según la presencia de la especie *Trachemys scripta* en las masas de agua.

Posteriormente se transformó esta cartografía vectorial en formato raster de 50 metros de celda (pixel) con los valores anteriores para ser utilizada en el análisis de álgebra de mapas de la evaluación multicriterio.

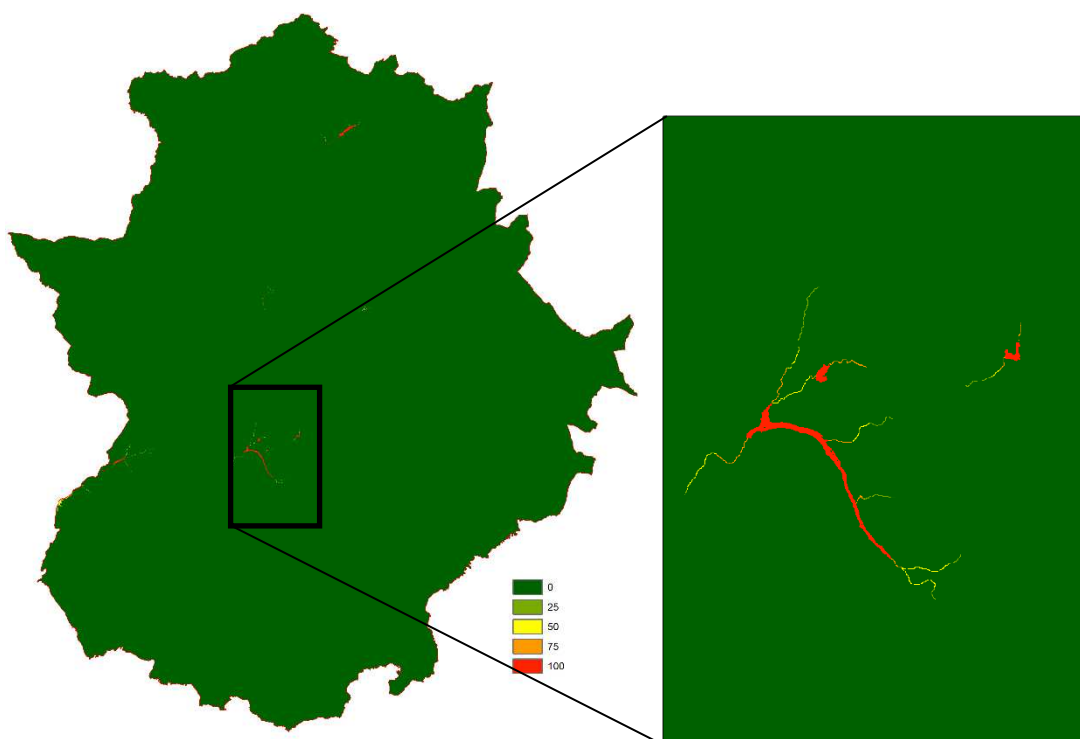


Figura 3: Probabilidad de presencia de la especie *Trachemys scripta* en las masas de agua de Extremadura (Izquierda) y detalle del Embalse de Montijo, Proserpina y Cornalvo (Derecha).

Población:

Los factores de introducción de la especie, están muy vinculados a la presencia de población (consultar bibliografía recomendada), por ello se ha buscado crear una cartografía continua para todo el territorio de Extremadura que muestre esta influencia antrópica sobre el territorio.

Partiendo de la capa de información de polígonos de Entidades de Población del Sistema de Información Territorial de Extremadura (SITEx) de la Junta de Extremadura, se han seleccionado solo las capitales de municipio, rechazando los polígonos correspondientes a pedanías y otros núcleos dispersos, obteniendo una capa de polígonos que corresponde a las 388 capitales de municipio de la región. Se depuraron tres errores encontrados por codificación errónea en su tabla de atributos: Albalá, Atalaya y Almendral.

Posteriormente se estableció una unión tabular (*join*) mediante los códigos del Instituto Nacional de Estadística (INE) de los municipios con la tabla de población correspondiente al Padrón Municipal del año 2016, guardando esta información en una nueva capa vectorial shapefile de polígonos.

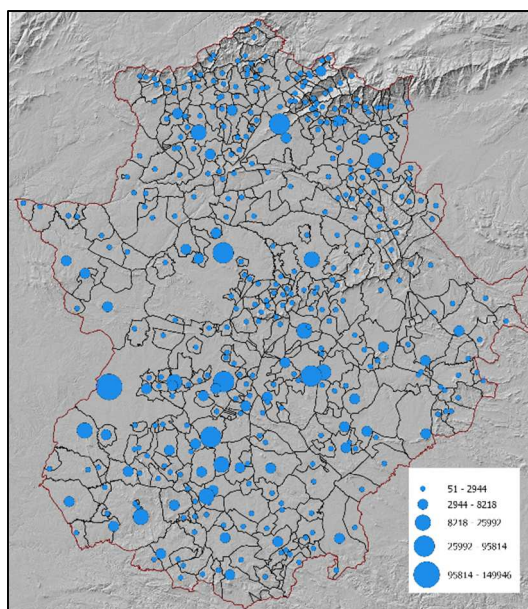


Figura 4: Población en Extremadura – Padrón municipal 2016.

Así mismo se convirtió esta capa de polígonos en puntos mediante la obtención de los centroides de los elementos espaciales, con esta capa de puntos se realizó una interpolación mediante el método de vecino más próximo (*Natural Neighbor*) y se normalizó la variable para adecuarla al análisis multicriterio, donde el riesgo es mayor (100) en las zonas con una mayor población y menor (0) en las zonas más despobladas.

Distancia Núcleos de Población:

Al igual que la variable anterior, se consideró que la cercanía a los núcleos de población es un factor antrópico que aumenta la probabilidad de encontrar esta especie en las masas de agua, ya que las zonas cercanas a las poblaciones son las que más facilidad y menor coste ofrecen a sus habitantes para la liberación de esta especie.

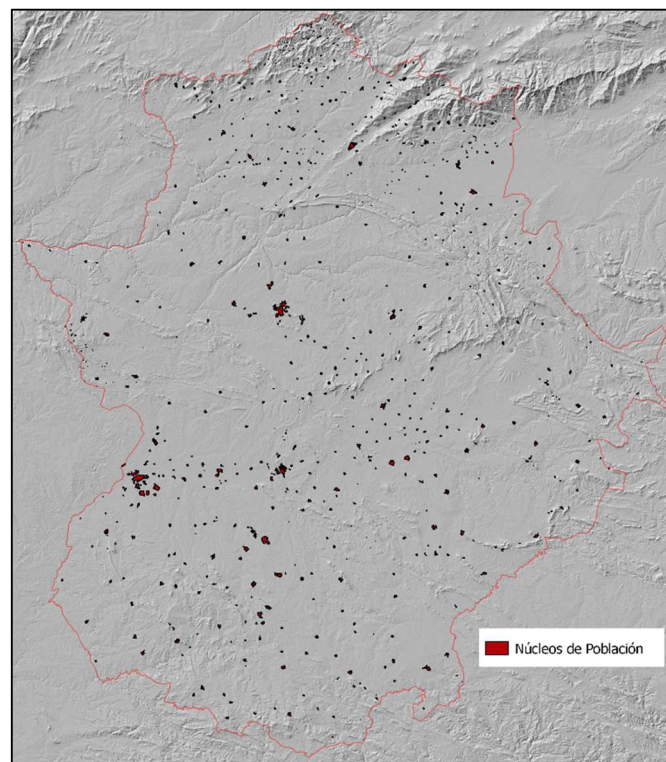


Figura 5: Capa vectorial de Entidades de Población del Sistema de Información Territorial de Extremadura (SITEx) de la Junta de Extremadura

Se partió de la capa vectorial de Entidades de Población del CITEEX y mediante las herramientas propias del SIG, se realizó un cálculo de distancia euclídea a los núcleos de población, obteniendo un raster continuo para toda la superficie de Extremadura de 50 metros de pixel, donde las zonas con polígonos urbanos

el valor de la distancia es cero e irá en aumento según se alejen del mismo, hasta que la distancia sea equidistante a otro u otros polígonos urbanos.

Se estableció que el mayor riesgo o mayor facilidad de suelta de la especie es en las zonas con una menor distancia y que este riesgo disminuye según se aleja del núcleo de población, por ello se normalizó la variable de 0 a 100, estableciendo el valor 100 en las zonas de núcleo o de distancia cero y 0 en las zonas más alejadas a estos asentamientos urbanos.

Pendientes:

La pendiente es un factor muy importante para determinar la posibilidad de presencia de esta especie en las masas de agua, puesto que tiene preferencia por masas de agua estáticas – embalses o charcas – o masas de agua con poca corriente (consultar bibliografía recomendada).

Esta pendiente juega un doble papel a la hora de establecer la presencia o dispersión del Galápagó, por un lado, los ríos con mucha pendiente tienen una gran velocidad de corriente y por otro, las pendientes de los márgenes y del terreno en general producen un efecto de encajonamiento que evita la dispersión natural por tierra. Por ello se ha tratado la variable pendiente desde dos aproximaciones distintas, por un lado, se han calculado las pendientes medias de los tramos de río de forma precisa, y por otro, las pendientes del terreno mediante los Modelos Digitales del Terreno de menor escala.

Para ello, en un primer lugar, se ha calculado los desniveles de los tramos de río mediante la altura de inicio y fin de estos por medio de la utilización de la cartografía más precisa disponible, el Modelo Digital del Terreno de 5m del Instituto Geográfico Nacional por hojas 1:50.000.

La pendiente se calculó en tantos por ciento mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Pendiente: } 100 * [(Alt_{\max} - Alt_{\min}) / \text{Distancia tramo}]$$

El resultado de estas pendientes es clasificado en cinco clases según la morfología general de los ríos mediterráneos (Consultar E. Díaz Bea y A. Ollero Ojeda, 2005 en bibliografía recomendada).

Todos los estudios consultados dictaminan que los caudales rápidos, típicos de los ríos de montaña, son un hábitat adverso para la especie. Por tanto, se ha determinado que los ríos con pendientes mayores a 1 son hábitats inviables para la supervivencia de la misma y se utilizarán como un factor limitante en la evaluación multicriterio.

A estos tramos de río se le añadieron las masas de agua estáticas - embalses y charcas- con valores de pendiente "0".

Se procedió posteriormente a la normalización de la variable para dar valores normalizados de riesgo o probabilidad de presencia como en el caso de las variables o factores anteriores.

PENDIENTE (%)	CLASES	RIESGO
0-0.1	Muy Baja	100
0.1-0.5	Baja	75
0.5-1	Media	50
1-2	Alta	0
>2	Muy Alta	0

Tabla 5: Clasificación de los cursos de agua mediterráneos según su geomorfología: pendiente media.

En segundo lugar, para realizar una cartografía continua de Extremadura, se calcularon las pendientes derivadas del Modelo Digital de Extremadura de 25 metros proveniente del SECAD. Estas pendientes se clasifican (puntos de ruptura natural) y se aplicó un filtro de paso bajo para suavizar los resultados, estableciendo las clases de probabilidad (0-25-50-75-100) según esta división.

El resultado es una cartografía raster única para todo el territorio extremeño, homogenizada de la misma forma que los anteriores factores, donde se indica de forma precisa la pendiente media de los ríos y la pendiente del terreno, para ser incluido en los análisis posteriores.

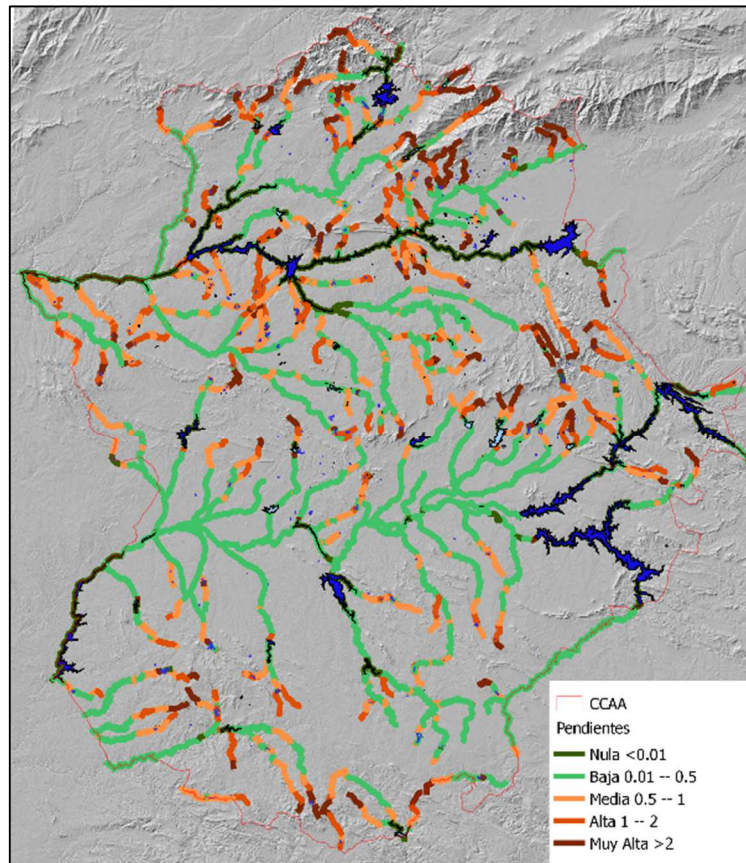


Figura 6: Clasificación de los ríos según la pendiente de su cauce.

Distancia Tiendas de macotas:

Uno de los factores más importantes que ha influido en la introducción de esta especie invasora en nuestro país es su venta como mascota en los años 80 y 90 en las tiendas de animales y la posterior suelta por parte de sus compradores al medio natural (consultar bibliografía recomendada). Es por tanto la presencia de estas tiendas de venta de animales uno de los mayores focos de dispersión de la especie.

Gracias al las labores de recopilación de datos implícita al *proyecto LIVE INVASEP* En su Acción **C2**, la Junta de Extremadura dispone de una Base de Datos con un censo de este tipo de comercios en la región, un total de 93 establecimientos en 33 municipios diferentes.

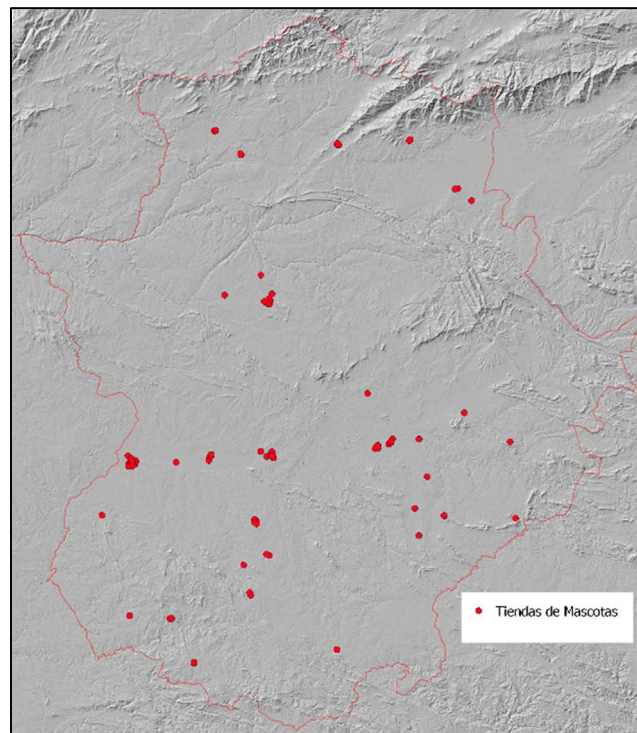


Figura 7: Geolocalización de las tiendas de mascotas de Extremadura

Tras haber sido amablemente cedidos para la realización de este servicio, se trataron estos datos y se georreferenciaron las direcciones postales de todos

los comercios obteniendo sus coordenadas UTM mediante la aplicación *Google Maps Geocoding API*, creando una capa vectorial de puntos con la localización de las mismas.

Con las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica se trataron estos datos de nuevo, creando un raster de distancias a estos puntos. Esta capa, posteriormente, fue normalizada de 0 a 100 para obtener valores de máxima probabilidad en las zonas cercanas a las tiendas de mascotas y valores bajos en las zonas más alejadas.

Zonas de Acceso:

Otro factor para la expansión del galápago de Florida podría ser el fácil acceso de la población a las masas de agua para su suelta, por tanto, las zonas con un rápido y cómodo acceso por caminos o carreteras o la existencia de zonas de recreo en las riberas de ríos y embalses, se toman en cuenta como puntos con una gran probabilidad de suelta de individuos de esta especie.

22

Debido a la ausencia de datos sobre zonas de recreo o esparcimiento en los ríos y embalses de Extremadura, se decidió utilizar las zonas accesibles por carretera a ríos y embalses, utilizando la cartografía disponible para ello. Esta cartografía consiste, por un lado, en las masas de agua utilizadas en el proyecto, y por otro, la cartografía más detallada de carreteras y caminos a nivel regional disponible, la Base Topográfica Nacional a escala 1:100.000 (BTN100).

Se extrajeron y unificaron de esta cartografía las carreteras y caminos de segundo orden (Carretera Nacional, Carretera Autonómica, Pista, Calle, Itinerario, Enlace), ignorando las Autovías y Autopistas de primer orden por ser vías en las que no se puede acceder directamente a las masas de agua.

Esta cartografía se intersectó con las masas de aguas con un margen de 50 metros para considerar los caminos que pasan suficientemente cerca de ríos y embalses pero, por la influencia de la propia escala cartográfica a la que han

sido digitalizadas, no tienen una intersección exacta. En estos puntos de intersección se establece un buffer o área de influencia de 200 metros de radio, que se considera distancia suficiente para que cualquier persona pueda desviarse de la carretera o camino y encontrar una zona propicia para la posible suelta de individuos.

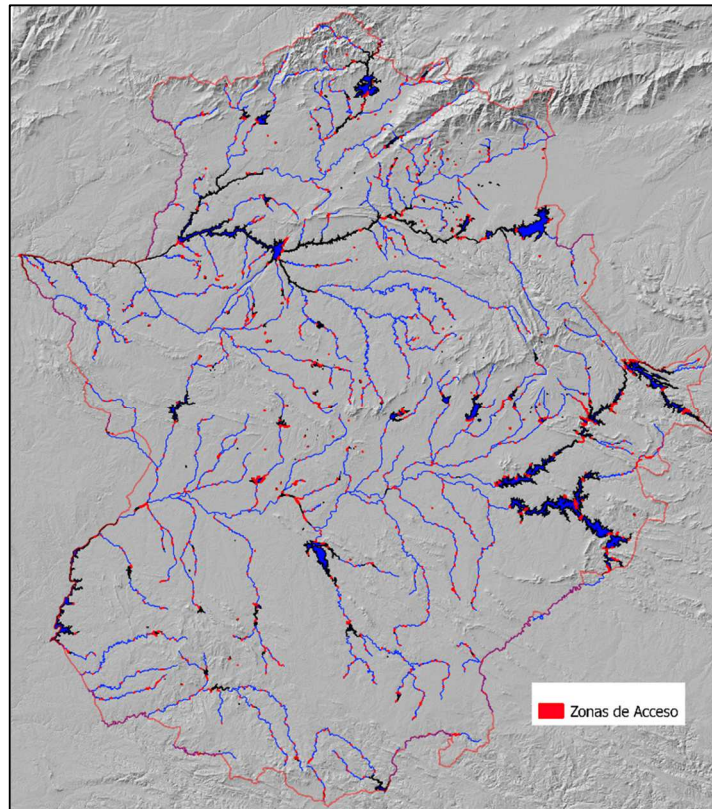


Figura 8: Zonas de acceso a las masas de agua en Extremadura.

Esta variable discreta se rasterizó y normalizó como el resto de las mismas, asignándole un valor de riesgo mayor a las zonas accesibles a las masas de agua (ríos y embalses) y un valor menor al resto. Aunque las variables fueron ponderadas individualmente, como se explicará posteriormente, se ha decidido establecer un valor de riesgo medio (50), no creando un valor extremo de puntuación 100 entre zonas con y sin acceso.

Densidad de carreteras y caminos

Un factor que define muy bien la influencia antrópica en un territorio, y por consecuencia la probabilidad de encontrar esta especie, es la presencia y forma de la red viaria. Las zonas donde existe una mayor población o el uso del territorio por parte del hombre es mayor, existe un mayor número de carreteras y caminos. Por ello, se establece la densidad de caminos y carreteras como una buena variable para establecer el riesgo de introducción de la especie en un espacio dado.

Para ello se partió de la cartografía vectorial de carreteras y caminos de la variable anterior – BTN100 - y se realiza mediante el SIG un análisis *kernel*, (consultar bibliografía recomendada), obteniendo un raster de densidad de caminos y carreteras que muestra el grado de accesibilidad a una zona con valores altos para las zonas muy antropizadas y bajos para las menos.

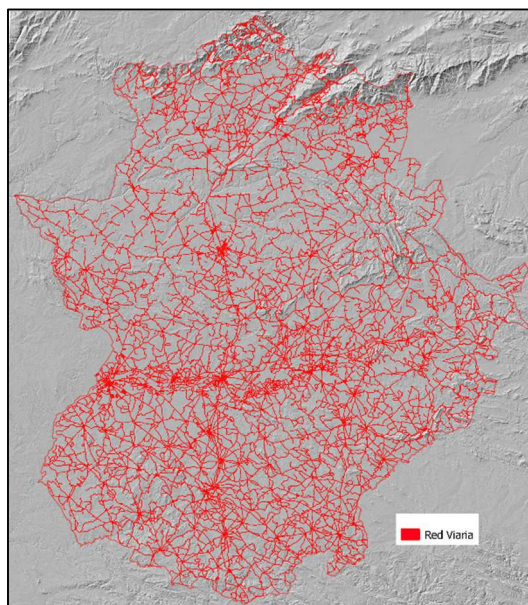


Figura 9: Red viaria de Extremadura. Fuente: BTN100 IGN

Zonas de regadío

Aunque la especie está ligada a las masas de agua y no tenga una relación directa con los usos del suelo o hábitat fuera de los ríos, charcas y embalses en los que habita, sí que puede establecerse de forma indirecta cómo unos hábitats son más adecuados que otros, tal y como se ha comentado en anteriores apartados.

Las zonas de regadío, muy presentes en Extremadura, son zonas llanas con mucha presencia de hábitats adecuados tanto por charcas, ríos de baja pendiente o incluso tablas de arroz, y por ello se puede esperar con mayor probabilidad la presencia de la especie en estas zonas que en hábitat esteparios o de montaña.

Para representar esta variable se parte de la cartografía de Zonas Regables de la Red de Asesoramiento al Regante de Extremadura (REDAREX) del Gobierno de Extremadura, disponible mediante visor cartográfico. Se digitaliza la información del visor web a escala 1:100.000 creando un *shapefile* vectorial de polígonos con las zonas (perímetro) regables en toda Extremadura. Se elimina un polígono correspondiente a la zona de Monterrubio de la Serena (BA02) por considerar una zona que, aunque clasificada como zona regable, no mantiene las condiciones homogéneas del resto.

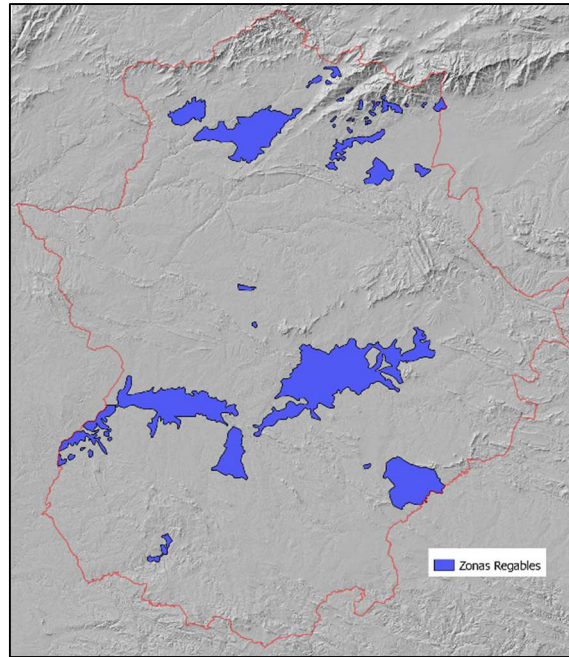


Figura 10: Zonas regables en Extremadura.

Esta variable discreta se rasterizó y normalizó como el resto de variables asignándole un valor de riesgo mayor a las zonas de regadío (100) y un valor menor al resto (50), sin llegar a valores extremos como en el caso anterior de la variable de zonas de acceso.

3.1.2.- ANÁLISIS MULTICRITERIO.

Como se ha comentado anteriormente, se ha elegido la técnica del análisis multicriterio en SIG como método más adecuado para la creación de un mapa de riesgo de introducción de la especie *Trachemys scripta* en Extremadura.

De forma preliminar se realizó un análisis multivariante para hallar la matriz de correlación de todas las variables implicadas. Los resultados de esta matriz muestran de forma lógica que las variables antrópicas están muy relacionadas entre sí, pero no se observó ninguna variable que de forma categórica esté muy correlacionada con otra, produciendo información redundante en el modelo, y que debiese ser eliminada de los cálculos.

CORRELATION MATRIX								
Layer	Dist Núcleos	Dist Tiendas	Pendientes	Población	Presencia	Regadío	Zonas Acceso	Dens camino
Dist Núcleos	1.00000	0.19875	-0.01541	0.14117	0.02386	0.21576	0.01338	0.44435
Dist Tiendas	0.19875	1.00000	0.22048	0.23928	0.02943	0.23940	0.00177	0.45827
Pendientes	-0.01541	0.22048	1.00000	0.12556	0.01214	0.14007	0.00363	0.20560
Población	0.14117	0.23928	0.12556	1.00000	0.07025	0.15659	0.00532	0.37787
Presencia	0.02386	0.02943	0.01214	0.07025	1.00000	0.02695	0.10438	0.04711
Regadío	0.21576	0.23940	0.14007	0.15659	0.02695	1.00000	0.00093	0.39937
Zonas Acceso	0.01338	0.00177	0.00363	0.00532	0.10438	0.00093	1.00000	0.00979
Dens camino	0.44435	0.45827	0.20560	0.37787	0.04711	0.39937	0.00979	1.00000

Tabla 6: Matriz de correlación resultado del análisis multivariante de las variables normalizadas.

El análisis multicriterio mediante SIG consiste en la utilización de álgebra de mapas de las variables ponderadas por su importancia, utilizando la técnica de **Suma Lineal Ponderada (SLP)** para dar mayor o menor peso a las distintas variables. Cada variable se multiplica por un valor que representa la relevancia frente al resto de variables, influyendo, en mayor o menor medida, en el resultado final.

Siguiendo la metodología general de los análisis multicriterio se añadió también a este modelo las variables limitantes, en este caso las pendientes mayores a uno de las masas de agua, que establecerán a estas zonas como no aptas pese a los resultados obtenidos en la Suma Lineal Ponderada.

27

Se pudo establecer la ponderación o aplicación de pesos a cada variable de diferentes formas o criterios, la aplicación estos en el modelo provoca la obtención de múltiples resultados. Para establecer un resultado único y coherente se utilizó el método de **Proceso Analítico Jerárquico (AHP)** utilizando el criterio experto, más conocido como AHP/EC.

Esta técnica consiste en la comparación por pares de todos los criterios, donde es preciso asignar valores numéricos que expresen la preferencia de un criterio frente a otro. Con posterioridad, los valores asignados son sintetizados para determinar el orden de preferencia de los criterios en términos de valores numéricos que equivalen a los pesos de los criterios (L.M Lamelas García 2014).

Esta ponderación fue realizada independientemente por todos los técnicos implicados en el proyecto (*BPMSG AHP Online System - AHP Priority Calculator*), considerando el resultado válido si el vector de prioridades (CRes) tiene una inconsistencia aceptable menor del 10% (L.M Lamelas García 2014). Posteriormente se realizó la media aritmética de todos los resultados, estableciendo de esta forma los pesos finales de todas las variables aplicables en el proceso de Suma Lineal Ponderada (SLP).

Variable	Peso
Presencia de la Especie	0.287
Población	0.185
Distancia Tiendas de Mascotas	0.151
Pendientes	0.110
Zona de Acceso	0.107
Distancia Núcleos de Población	0.084
Densidad de Carreteras y Caminos	0.050
Zonas de Regadío	0.024

Tabla 7: Peso de las variables resultado de Proceso Analítico Jerárquico (AHP/EC).

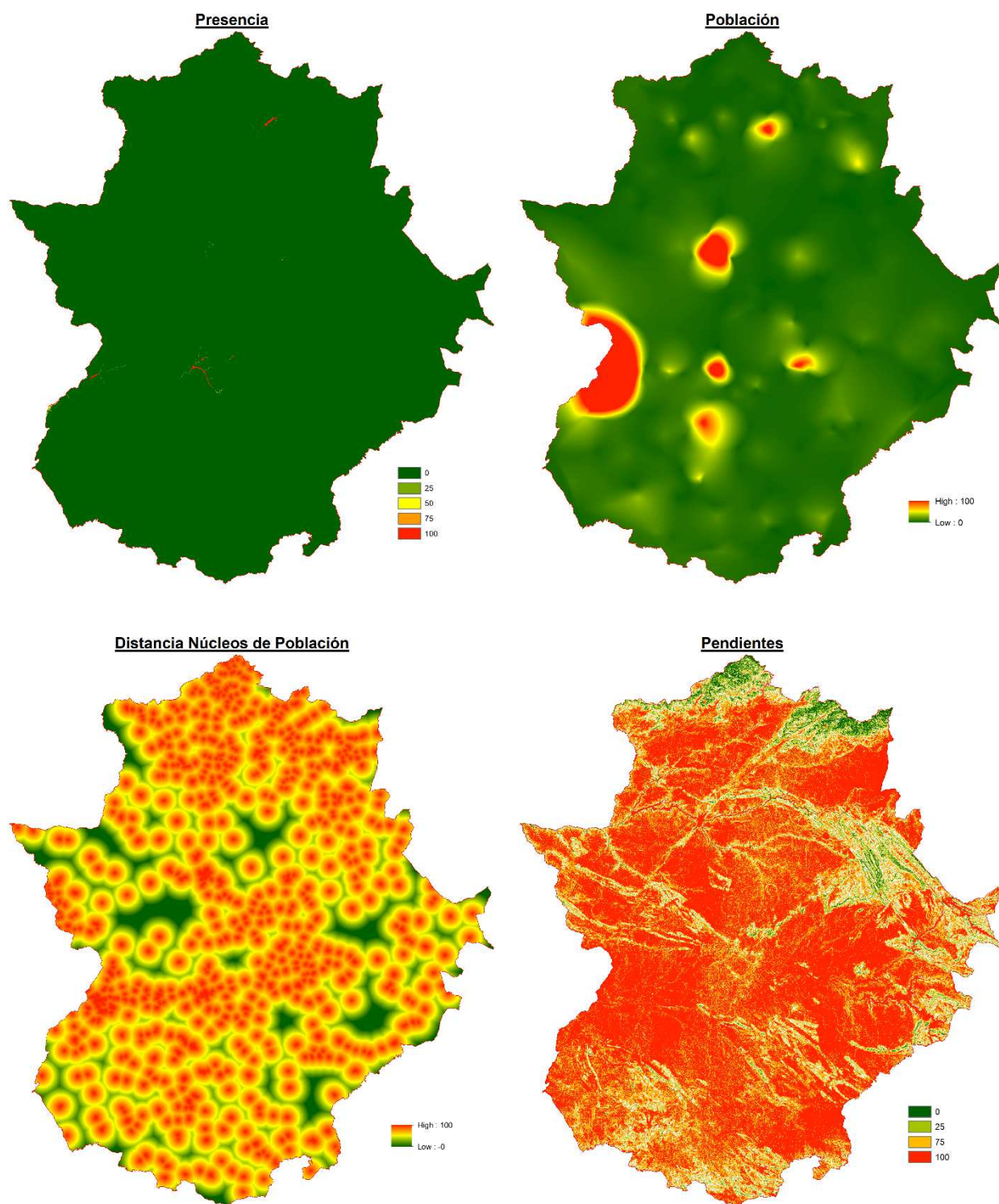


Figura 11: Variables normalizadas (1/2) utilizadas en el análisis multicriterio.

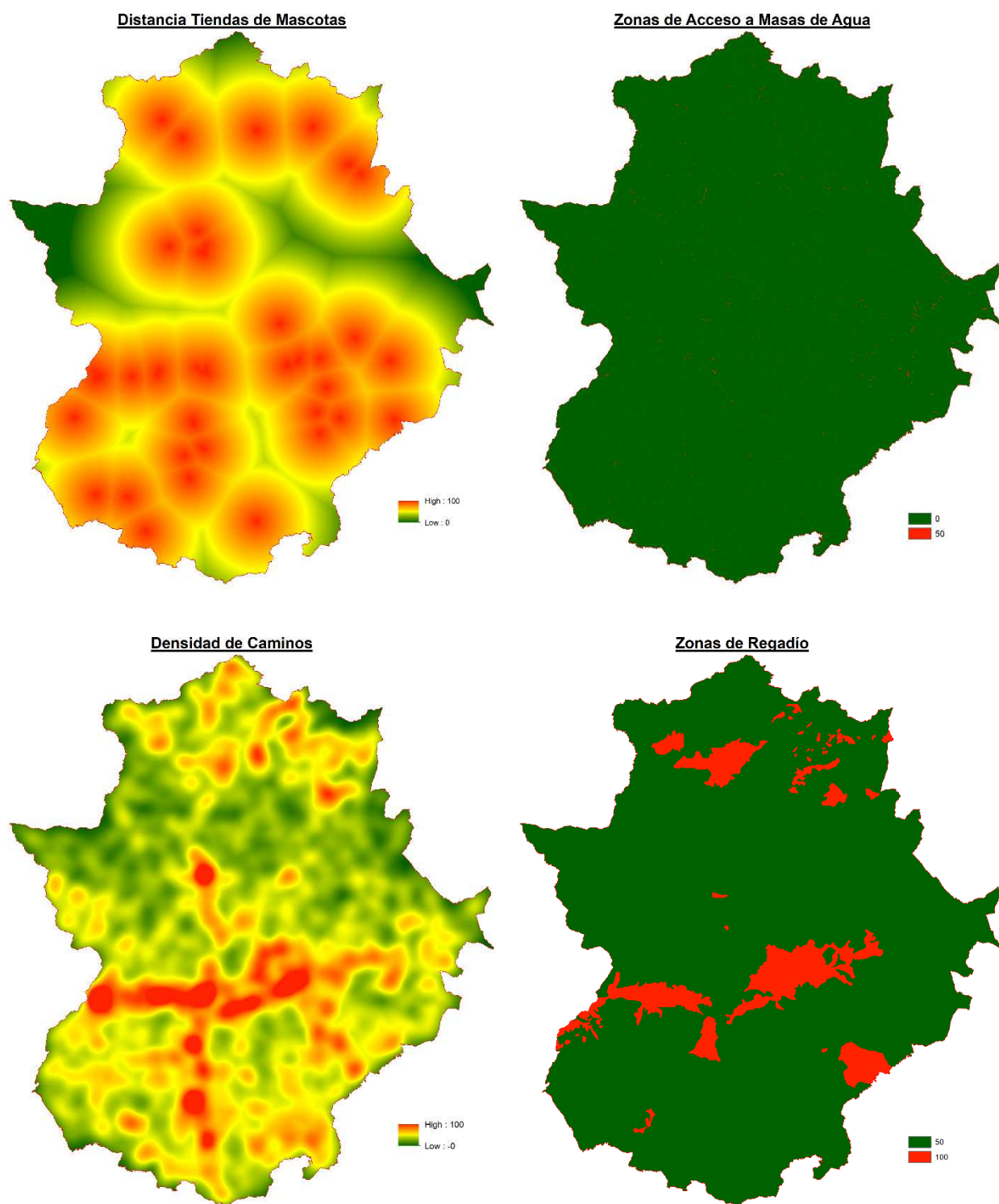


Figura 12: Variables normalizadas (2/2) utilizadas en el análisis multicriterio.

3.1.3.- RESULTADOS.

En primer lugar, el resultado del proceso de Suma Lineal Ponderada (SLP) se normalizó para obtener valores probabilísticos continuos comprendidos entre 0 y 100, donde se muestran las zonas con mayor y menor probabilidad de encontrar la especie en Extremadura. Posteriormente se multiplica este resultado por la capa de factores limitantes, compuesta por los tramos de río con una pendiente superior a uno para obtener, como resultado final, un raster continuo para toda Extremadura con valores comprendidos entre 100 – máxima probabilidad – y 0 – mínima probabilidad – de 50 metros de pixel.

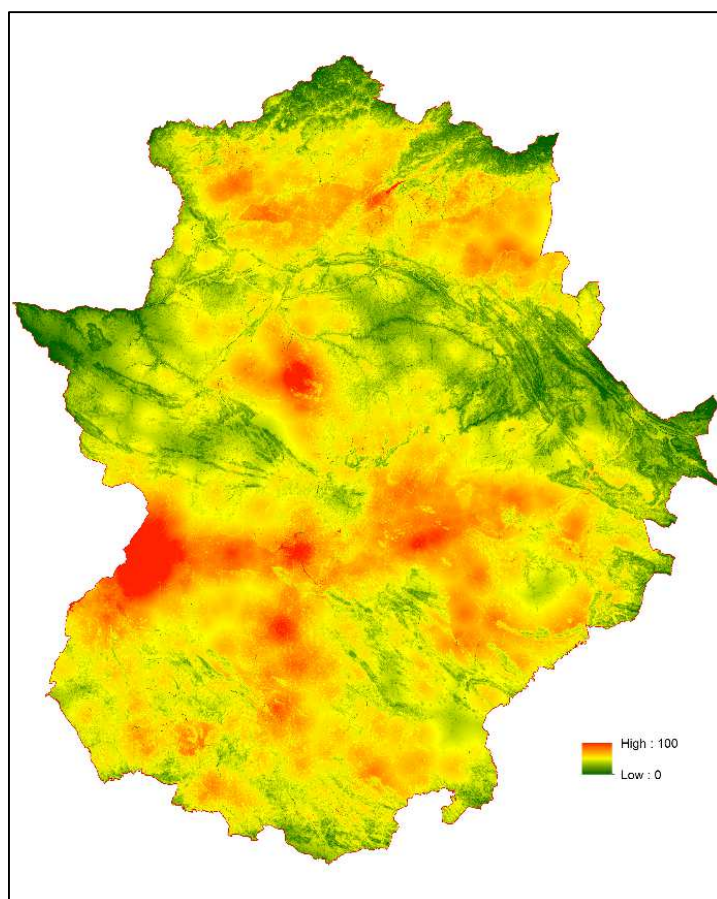


Figura 13: Mapa continuo de riesgo o probabilidad de presencia de *Trachemys scripta* en Extremadura

En segundo lugar, se extrajeron los valores continuos del raster para las masas de agua vectoriales mediante los estadísticos básicos de todos los píxeles comprendidos en su geometría (media, máximo, mínimo, SD), representando

los resultados con una escala de cinco valores de probabilidad y clasificando sus valores medios por puntos de ruptura natural (*natural breaks*).

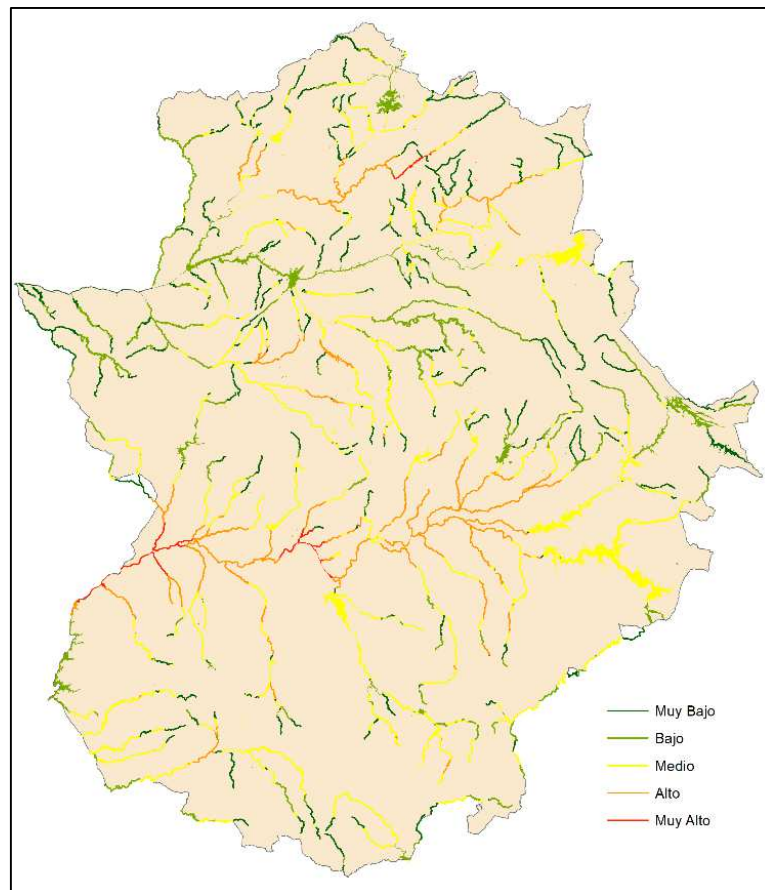


Figura 14: Mapa de riesgo o probabilidad de presencia de *Trachemys scripta* por clases en las masas de agua de Extremadura.

La transformación de estos resultados a las capas vectoriales de masas de agua permite crear un ranking de las zonas con mayor probabilidad de encontrar la especie para los embalses o tramos de ríos en Extremadura, donde lógicamente las zonas con presencia histórica están a la cabeza.

Finalmente, al igual que con los datos vectoriales de las masas de agua, se transforman los valores de probabilidad continuos resultado del análisis multicriterio, a valores estadísticos en Cuadrículas UTM 10 x 10 km, representando los resultados en una escala de cinco valores de probabilidad mediante una clasificación de puntos de ruptura natural de sus valores

máximos, más significativos que los valores medios puesto que no se diluyen los valores de mayor riesgo de las pequeñas charcas o las pequeñas hidrologías lineales con el resto de píxeles dentro de una misma cuadrícula.

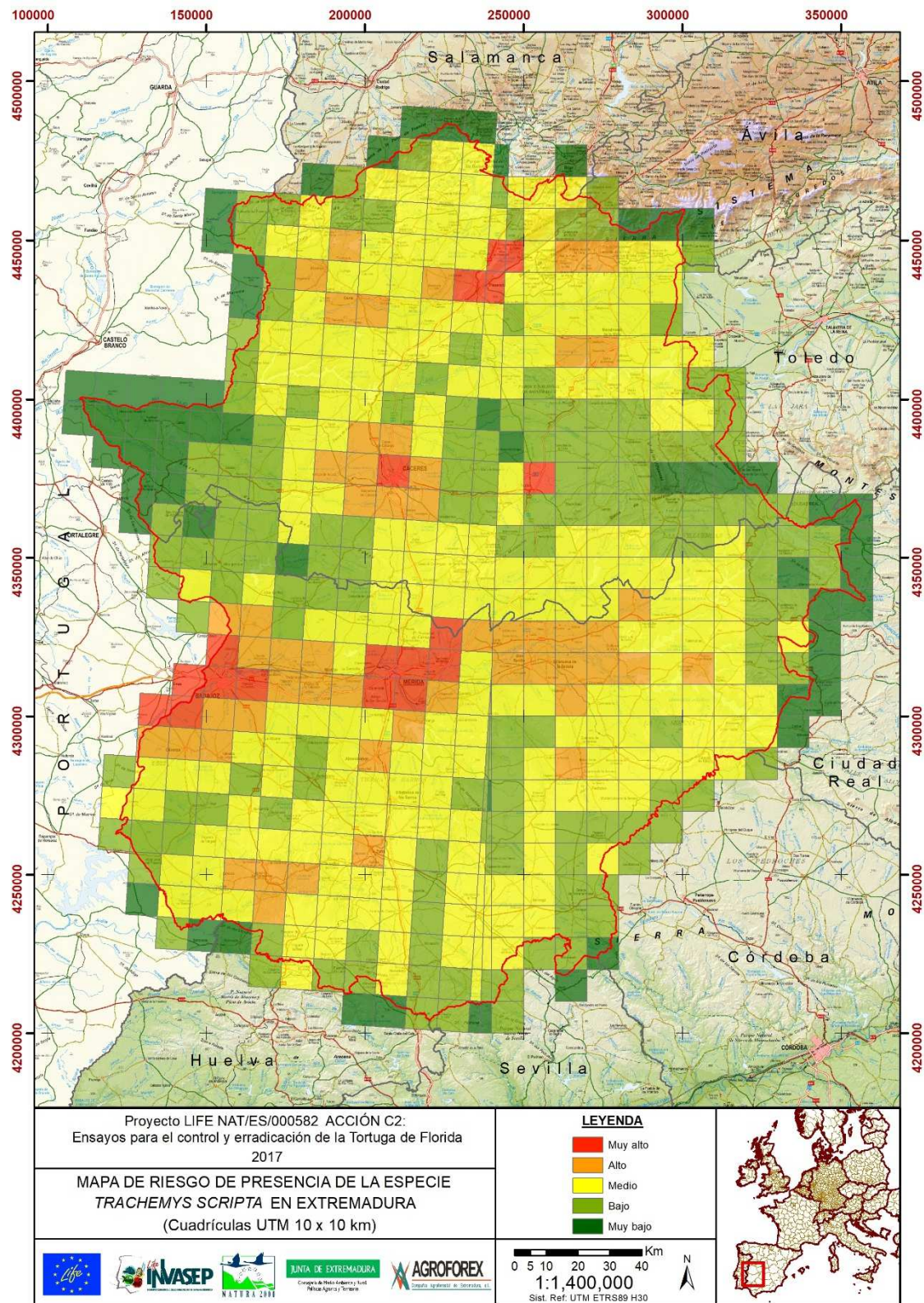


Figura 15: Mapa de riesgo o probabilidad de presencia de *Trachemys scripta* por cuadrículas UTM 10x10 Km en Extremadura.

4.- ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN DE *Trachemys scripta* EN EL TERRITORIO EXTREMEÑO

4.1.- METODOLOGÍA.

4.1.1.- ELECCIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO.

En base a los resultados obtenidos en la realización del Mapa de Riesgo de Presencia y/o Aparición de la Especie se optó por elaborar el mapa de presencia de la especie, partiendo de las cuadrículas UTM 10x10 con riesgo de presencia Alto o Muy Alto (consultar apartado 3.1.3). En este sentido fueron seleccionadas **47 cuadrículas** UTM 10 x 10 km del territorio regional, las cuales poseían dicha consideración.

Tres han sido los tipos de masas de agua prospectadas en este estudio, las cuales corresponden a los tipos mayoritarios de ecosistemas acuáticos presentes en Extremadura. Embalses o charcas (ecosistemas tipo lénticos) y ríos (ecosistemas lóticos).

Dentro de cada cuadrícula se priorizaron aquellas masas de agua que, por sus características de uso (zonas de recreo y actividades lúdicas como pesca deportiva o navegación), accesibilidad para el ser humano y cercanías a núcleos urbanos, pudiesen ser más proclives para la liberación de ejemplares de esta especie. Es por esto que dentro de cada cuadrícula podría existir la posibilidad de que hubiese más de un punto de muestreo. Esta circunstancia se aprecia mejor en aquellas en las que se hallaban presentes varias pequeñas o medianas masas de agua estáticas, como charcas o pequeños embalses, asociadas generalmente a dichos núcleos.

Así mismo y con el fin de acotar mejor la distribución en determinados ríos donde se encuentra presente la especie, como el Jerte, también se ha añadido más de un punto de muestreo por cuadrícula.

Es necesario señalar también la no inclusión de determinadas zonas marcadas con riesgo alto de introducción de la especie, como es el río Ardila (figura 16). Esto se debe a la reciente realización de trabajos de inventariación de barreras para el remonte de especies ícticas, realizado por Ictios Consulting, para la el Servicio de Recursos Cinegéticos y Piscícolas de la Consejería de Medio ambiente y Rural, Política agraria y Territorio de la Junta de Extremadura (Exp. Nº 1553SE1FD471), en los que se recorrieron a pie amplios tramos de este tributario, no detectándose la especie en ninguno de ellos.

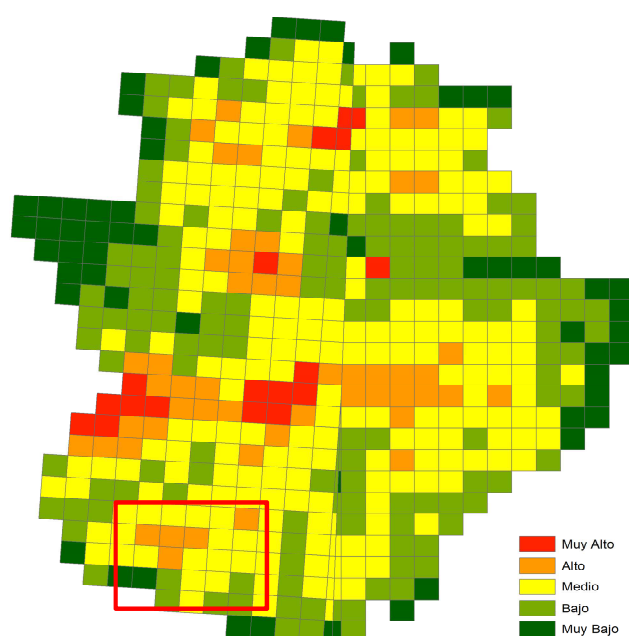


Figura 16: Localización de cuadrículas no incluidas para el estudio de distribución (río Ardila)

Como resultado se han realizado el estudio de **63 puntos de muestreo** durante el desarrollo de estos trabajos, 32 de ellos situados en la cuenca extremeña de Guadiana y 31 en la del Tajo (figuras 17 y 18).

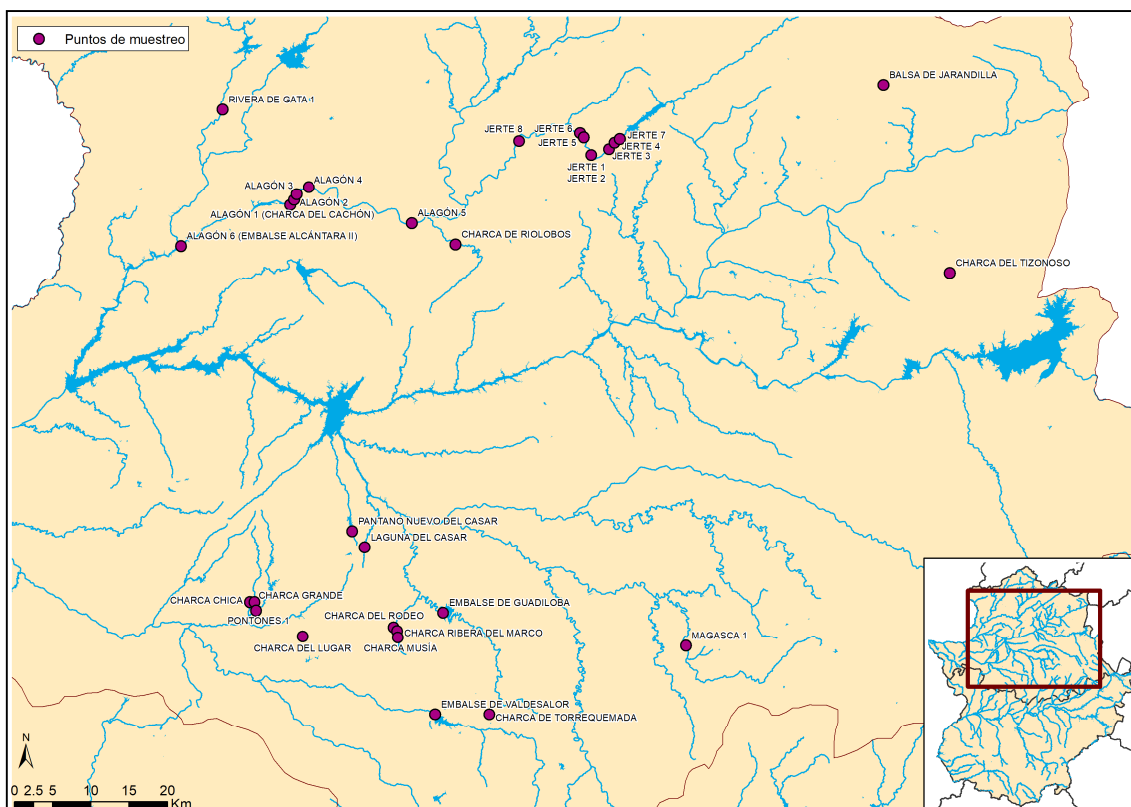


Figura 17: Localización de los puntos de muestreo en la cuenca del Tajo

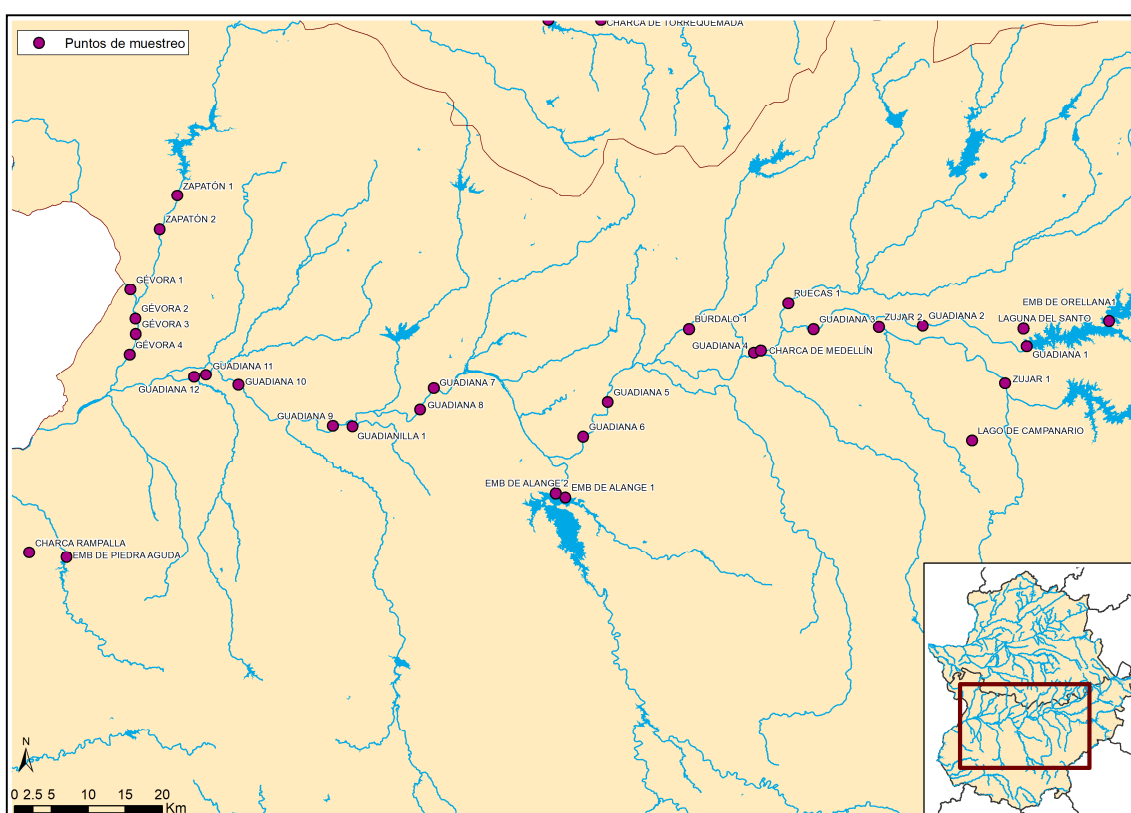


Figura 18: Localización de los puntos de muestreo en la cuenca del Guadiana.

4.1.2. -DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO. PROTOCOLO DE DETECCIÓN DE LA ESPECIE.

El trabajo en estos muestreos consistió fundamentalmente en la observación de la masa de agua, fundamentalmente en sus márgenes, teniendo especial atención a lugares propicios para el asoleamiento de los animales como troncos, raíces o rocas emergentes, orillas despejadas de vegetación así como estructuras de tipo antrópicas como pilares de puentes, muros de presas, etc. En este sentido se usaron este tipo de estructuras de manera prioritaria para la observación, por proporcionar una posición elevada que facilitaba la inspección de los tramos (figura 19).



Figura 19: Punto de observación desde estructura elevada (puente).

Las prospecciones efectuadas en ríos consistieron en la realización de transectos, con una longitud aproximada de 500 m. Esta distancia se amplió o acortó en función de la accesibilidad a pie de las orillas.

Estos transectos fueron recorridos a pie desde un punto de inicio determinado por la accesibilidad con vehículos hasta el punto de finalización, realizando frecuentes paradas para la observación a distancia de lugares propicios para la

localización de quelonios. Una vez alcanzado el punto final, se volvió a realizar el recorrido en sentido inverso hacia el punto de inicio, procurando realizar el mismo número de paradas para la observación (figura 20).



Figura 20: Ejemplo de recorrido realizado en tramos lóticos: Guadiana 11

En masas de agua estáticas como charcas y embalses, se seleccionaron puntos de observación. Promontorios desde donde se obtenía visibilidad de la totalidad o gran parte de la masa de agua a prospectar. En ocasiones, dependiendo del tamaño de la misma, ha sido necesaria la inclusión de dos o más puntos de observación con el fin de aumentar las probabilidades de detección de la especie objetivo.

El tiempo de observación en estos casos nunca excedió de los 90 minutos, tiempo estimado como suficiente para poder observar la actividad de quelonios en la zona prospectada e identificar las especies presentes.

Para la realización de los muestreos se contó con la ayuda de instrumentos ópticos como prismáticos Nikon de 10 aumentos, muy útiles para localizar ejemplares realizando barridos amplios de las zonas de orilla. Una vez detectados éstos se procedió a su identificación de manera precisa usando un catalejo con trípode Nikon de 18 a 55 aumentos. Éste permitió no sólo la identificación correcta de la especie, sino también (en algunas ocasiones) la

diferenciación sexual de los mismos a partir de la observación de caracteres dimórficos, como la longitud de las uñas en las extremidades anteriores (mucho mas largas en los machos en el género *Trachemys*).

Para la realización de estos trabajos de campo se contó con dos equipos formados por dos operarios especializados cada uno, usando dos vehículos todoterreno para acceder con mayor facilidad a las zonas de muestreo.

La temporalización de estos trabajos se llevó a cabo desde la segunda semana de julio hasta la primera semana de agosto de 2017.

4.1.3.- TRABAJOS DE GABINETE.

Los datos obtenidos en campo: Localización de los puntos de muestreo, distancias recorridas en transectos (ríos) o volumen de la masa prospectada (charcas y embalses); codificación de cada cuadrícula; presencia o ausencia de la especie objetivo, así como otras especies de quelonios autóctonos; fotografías y observaciones destacables fueron aglutinados en una base de datos tipo Excel (ANEXO I).

40

En esta base de datos cada uno de los puntos recibió una codificación específica alfanumérica consistente en tres letras (TDE), seguido de otros tres números correspondientes a cada punto en orden correlativo. Por ejemplo, para los dos primeros puntos de muestreo su codificación fue la siguiente:

TDE001

TDE002

Esta base de datos fue manejada para unificarla, depurarla y prepararla para el SIG, tanto coordenadas en el huso 29 como en el huso 30.

Se creó un *shapefile* puntual con los puntos de inicio del muestreo y otro con el final de los tramos y se le añadieron los resultados de los muestreos de

respecto de la presencia o no del género *Trachemys* en las masas de agua (ríos, charcas y embalses) por los tramos muestreados, utilizando para ello las coordenadas de inicio y fin. Esta información se clasificó en tres clases:

-Presencia

-Ausencia

-Probable

La categoría “**Probable**” fue establecida en masas de agua de tipo lótico, en relación a la alta probabilidad de presencia del género, aún no habiendo sido detectada en los muestreos realizados. Ésta se basó en la proximidad o adyacencia del punto de muestreo a cuadrículas con presencia contrastada de ejemplares de *Trachemys*, teniendo en cuenta la ausencia de elementos que pudiesen actuar como barreras para la dispersión de estas especies, como por ejemplo grandes presas.

Las charcas muestreadas que no se hallaban en la cartografía original fueron importadas de la cartografía de referencia de las Confederaciones Hidrográficas o se digitalizaron por medio de las ortofotografías disponibles del PNOA.

41

Finalmente y como caso excepcional, se añadió un elemento hidrológico a la capa de ríos. Se trató del arroyo Guadianilla, al ser un tributario de segundo orden, no incluido inicialmente en los tramos lóticos de importancia, seleccionables para este estudio (consultar apartado 3.1.1.). Este ha sido muestreado debido tanto a sus características de proximidad a tramos del Guadiana principal con presencia confirmada de tortuga de Florida como por su hábitat favorable para la existencia de esta especie, esto es, tramos de escasa velocidad de corriente, con abundancia de cobertura y lugares de asoleamiento.

Los datos de este *Shapefile* puntual han sido finalmente georreferenciados usando el datum ETRS 89 en el huso 30, siguiendo directrices marcadas por el Servicio de Conservación de la Naturaleza y Áreas Protegidas.

4.2.- RESULTADOS.

Los resultados de los muestreos obtenidos indican la presencia de las dos subespecies: *T.s. elegans* y *T.s. scripta* en 11 de los 63 puntos muestreados (17,46%), los cuales aparecen a continuación detallados en la siguiente tabla.

CODIFICACIÓN	PUNTO DE MUESTREO	CUENCA	UTM X	UTM Y	TSE	TSS
TDE020	ZUJAR 2	GUADIANA	260127	4320919	1	0
TDE022	GUADIANA 3	GUADIANA	251275	4320608	1	0
TDE023	RUECAS 1	GUADIANA	247827	4324095	3	0
TDE040	GUADIANA 11	GUADIANA	168945	4314403	1	0
TDE041	GUADIANA 12	GUADIANA	167309	4314117	1	0
TDE001	JERTE 1	TAJO	235783	4435676	0	1
TDE002	JERTE 2	TAJO	235783	4435676	0	1
TDE004	JERTE 4	TAJO	238830	4437301	3	0
TDE007	JERTE 7	TAJO	239517	4437788	1	0
TDE049	ALAGÓN 1 (CHARCA DEL CACHÓN)	TAJO	196835	4429777	2	0
TDE051	CHARCA RIBERA DEL MARCO	TAJO	210356	4373405	1	0

Tabla 8: Puntos de muestreo con presencia de *Trachemys scripta*. **Nota:** Las dos columnas de la derecha corresponden al número de ejemplares observados, diferenciándose entre las dos subespecies *T.s. elegans* (TSE) y *T.s. scripta* (TSS)

A continuación se expondrán estos resultados de manera pormenorizada por cuencas hidrológicas.

4.2.1.- CUENCA DEL TAJO.

Como se puede observar en la tabla anterior, 6 han sido las localizaciones en las que se ha encontrado la especie.

Con respecto al **río Jerte**, en los últimos años se ha tenido constancia de la presencia de la especie en el tramo urbano de la localidad de Plasencia, así

como en el embalse del mismo nombre que surte de agua a dicha localidad y que se sitúa aguas arriba de la misma.

Los resultados de este estudio parecen demostrar la presencia constante de esta especie en los tramos embalsados por distintos azudes, aguas arriba de casco urbano de Plasencia, hasta prácticamente el pie de presa del embalse (recorridos Jerte 4 y Jerte 7), en los que han podido observarse la presencia de ejemplares de la subespecie *elegans*.

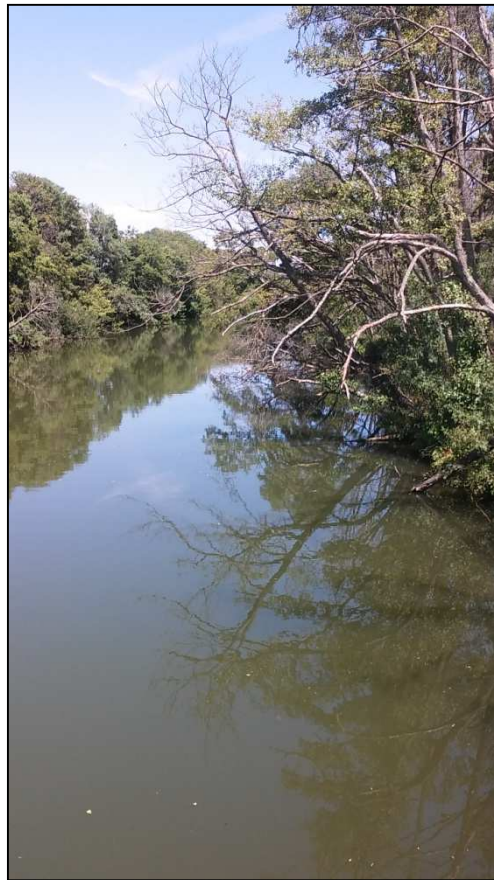


Figura 21: Imagen del tramo en el recorrido Jerte 7: Aguas ralentizadas por el azud situado junto al camping de La Chopera.

Así mismo, el límite de expansión de la especie aguas abajo de Plasencia parece situarse en el azud presente por encima de la Estación Depuradora de aguas Residuales (EDAR) de esta localidad (recorrido Jerte 2), al no haber sido localizado ningún ejemplar en los múltiples recorridos efectuados río abajo. En estos dos últimos puntos (Jerte 1 y 2), sólo han podido observarse ejemplares de la subespecie *scripta*. No obstante se ha determinado el catalogar al tramo

inferior (recorrido Jerte 5) como de presencia probable, debido a las consideraciones ya explicadas en el apartado metodológico, siguiéndose el mismo criterio para el tramo Jerte 3

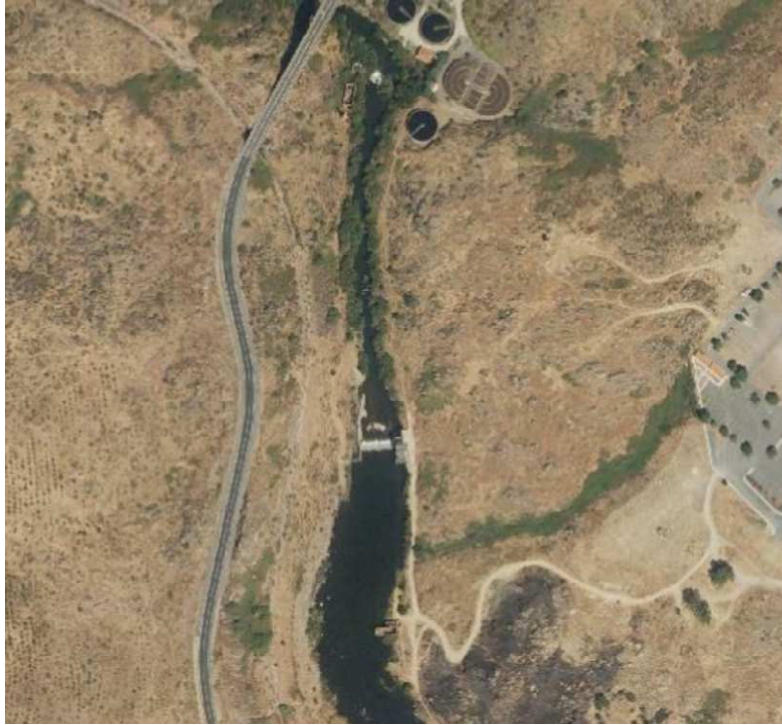


Figura 22: Ortofotografía del tramo en el recorrido Jerte 2.

Continuando con los tramos lóticos de la cuenca del Tajo, destacar la presencia de la especie en las proximidades del casco urbano de la localidad de Coria, concretamente en el **río Alagón**, a su paso por la misma. Es importante señalar que hasta el momento no se había detectado la presencia de la tortuga de Florida en esta zona, debiéndose la misma, casi con total probabilidad a la suelta de ejemplares procedentes de dicha localidad.

El punto concreto donde han resultado avistadas se localiza en la “**Charca del Cachón**”. Se trata ésta de un brazo muerto del río Alagón, con muy buena accesibilidad, estando acondicionada para la práctica de la pesca deportiva y declarada como “acotado de pesca”, siendo en la actualidad gestionada por sociedades deportivas de la población de Coria.

Tras haber contactado con integrantes de estas sociedades de pescadores, los cuales aseguraron haber visto o capturado ejemplares de la especie en algunos concursos de pesca celebrados en dicho escenario, y tras varias horas de observación en la zona, se pudo corroborar la presencia de dos ejemplares de la subespecie *elegans*, por lo que, en principio, no parece que su abundancia sea considerada como destacable.



45



Figura 23: Distintas imágenes de la “Charca del Cachón” en las cercanías de la localidad de Coria.

Tras comprobar la presencia de la especie en la zona se decidió realizar un mayor esfuerzo en forma de varios recorridos (Alagón 2, 3 y 4) en el tramo urbano del río a su paso por esta localidad, con el fin de asegurar la existencia de ejemplares de *Trachemys*, siendo los resultados infructuosos. No obstante, aquellos más próximos a la “Charca del Cachón” han sido catalogados como presencia probable, siguiendo las directrices marcadas en anteriores apartados.



Figura 24: Río Alagón a su paso por Coria (recorrido Alagón 3).

El último de los puntos donde se ha localizado a la especie en la cuenca del Tajo ha sido en el casco urbano de Cáceres, concretamente en la pequeña charca construida sobre el cauce de la Ribera del Marco.

De fácil accesibilidad y construida junto a un área de recreo, sobre esta pequeña masa de agua existían citas no corroboradas sobre la posible presencia de ejemplares liberados, incluso la realización de trabajos de despesque en esta charca, realizados por personal de Ictios Consulting en el año 2011, permitió la observación (aunque no captura) de ejemplares sospechosos (en cuanto a características morfológicas).

Tras realizar las pertinentes tareas de observación, pudo localizarse un ejemplar de tamaño mediano perteneciente a la subespecie *elegans*, por lo que, en este caso tampoco parece destacar su abundancia.



Figura 25: Charca de la Ribera del Marco, situada en el casco urbano de Cáceres

A continuación se mostrarán de manera resumida y en forma visual los resultados de los muestreos realizados en la cuenca extremeña del Tajo (figura 26).

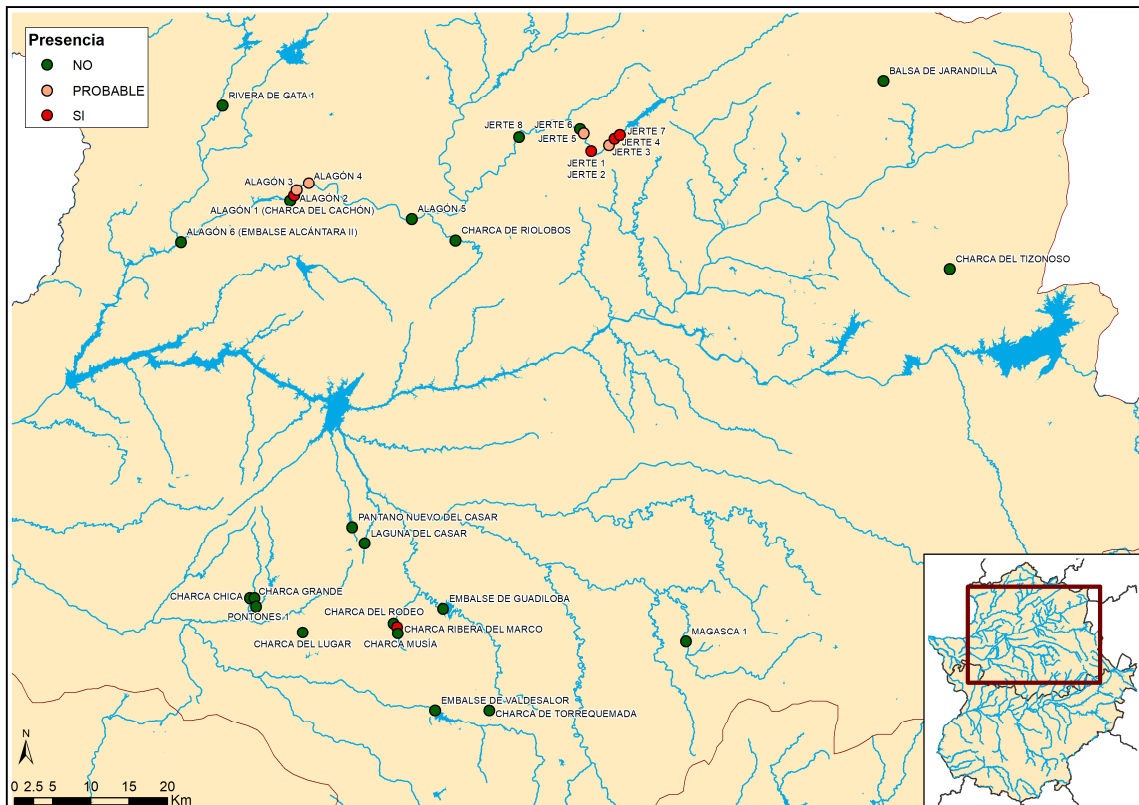


Figura 26: Resultados en cuanto a Presencia/Ausencia/Presencia Probable, obtenidos en los muestreos realizados en la cuenca del Tajo.

4.2.2.- CUENCA DEL GUADIANA.

48

Cinco han sido las localizaciones en las que ha sido avistada la especie, tres de ellas se encuentran en el cauce principal del Guadiana, mientras que las otras dos se sitúan en tributarios principales como el Zújar o el Ruecas, en puntos próximos a sus respectivas desembocaduras.

Es imprescindible destacar en primer término las dificultades encontradas en la realización de algunos de los transectos, fundamentalmente en tramos del Guadiana principal. El mayor de los problemas surgió en cuanto a la abundancia de vegetación flotante formada por Jacinto de agua o más comúnmente conocido como “camalote” (*Eichhornia crassipes*). Ésta se encontraba tapizando amplias zonas próximas a las orillas en la mayor parte de tablas presentes desde aguas arriba de la localidad de Mérida hasta la presa de Orellana.

Esta cantidad de vegetación dificultaba enormemente o incluso llegaba a ocultar la visualización de amplias zonas de orilla, así como de elementos emergentes (troncos y raíces), susceptibles de ser utilizados como puntos de asoleamiento (figura 27).



Figura 27: Imagen del recorrido Guadiana 6 (antigua estación de ferrocarril de Villagonzalo), en la que se puede apreciar amplias zonas de la masa de agua tapizadas por camalote.

Otra de las problemáticas acaecidas fueron las altas temperaturas registradas los días en los que se muestrearon estos tramos, las cuales superaron con regularidad los 40° C. Esta circunstancia pudo haber influido notablemente en la actividad tanto de la especie objetivo, como para el resto de quelonios autóctonos, haciendo que ésta se volviese escasa y dificultando, así, su localización e identificación.

Entre los resultados más interesantes destaca la presencia confirmada de *Trachemys* en los tramos del Guadiana y afluentes próximos a los núcleos de población de Don Benito y Villanueva de La Serena, circunstancia, que aunque era previsible por la conjunción de factores de riesgo de presencia que concurren en la zona (consultar apartado 3.1.3.), hasta la realización de estos muestreos no había sido aún documentada.



Figura 28: Imagen del recorrido Guadiana 3. Señalado en la imagen puede apreciarse levemente la presencia de un ejemplar hembra de *T.s. elegans* soleándose sobre un tronco emergente.



Figura 29: Imágenes de los recorridos Zújar 2 (izquierda) y Rucas 1 (derecha)

Los otros dos puntos donde ha sido detectada la especie se encuentran en el Guadiana principal, aguas arriba de la localidad de Badajoz, concretamente en los parajes conocidos como “Los Novilleros” (Guadiana 11) y la “Isla de Sancho” (Guadiana 12). Parece altamente probable que la presencia de *Trachemys* en estos tramos sea debida a la expansión y colonización de la especie, proveniente de la población existente en el área de Badajoz, sin duda la de mayor importancia en cuanto a abundancia de ejemplares, de todo el territorio extremeño.

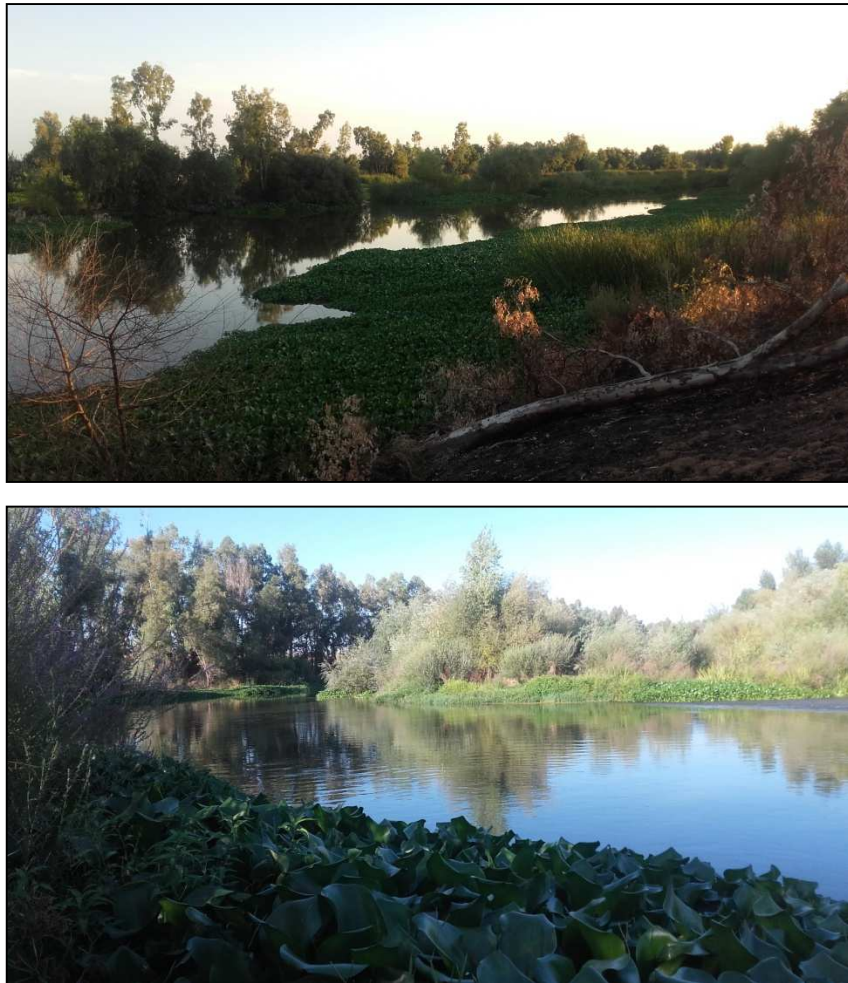


Figura 30: Imágenes de los recorridos Guadiana 11 (arriba) y Guadiana 12 (debajo)

En este caso los ejemplares detectados pertenecen a la subespecie *elegans* (ver Tabla 8 en página 42).

Al igual que en la cuenca del Tajo y debido a las circunstancias descritas con anterioridad sobre las dificultades encontradas tanto por la presencia de camalote como por las altas temperaturas se ha optado por otorgar el estatus de “presencia probable” a varias de las cuadrículas muestreadas en el cauce principal de Guadiana y de la desembocadura del río Gévora, siguiendo nuevamente los criterios expuestos en el apartado metodológico.

Estos resultados pueden consultarse de manera visual en la siguiente imagen (figura 31).

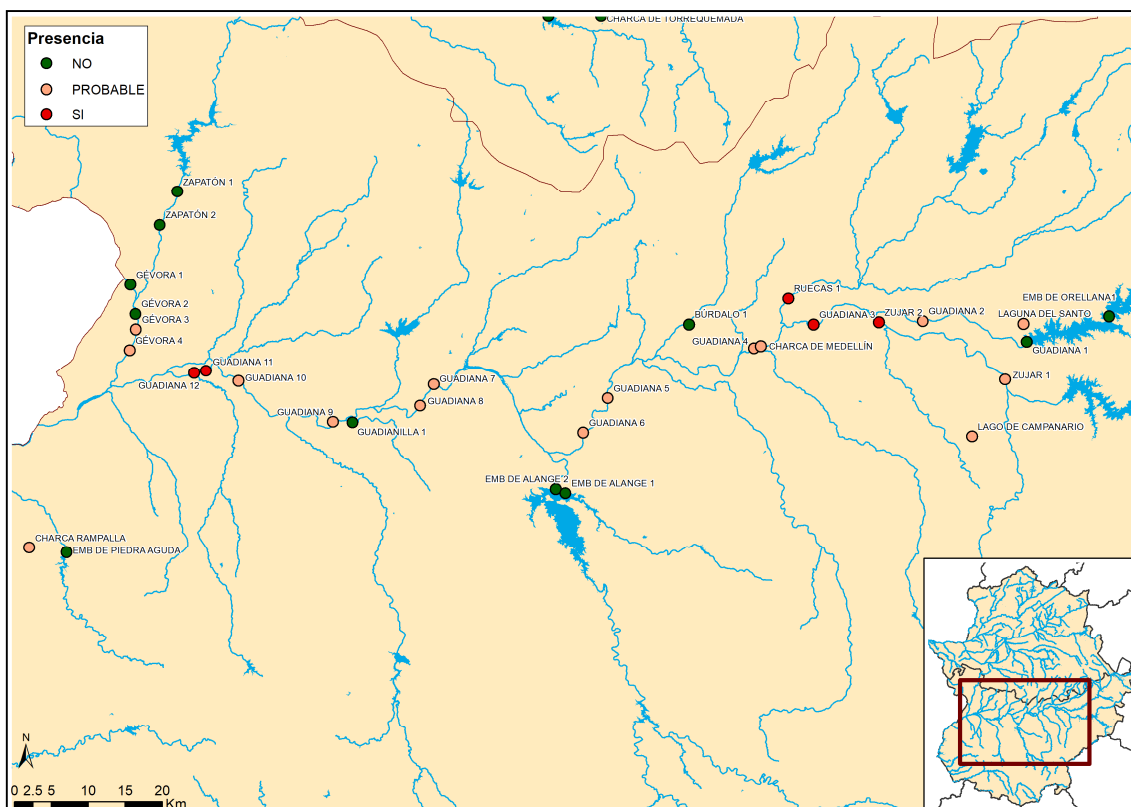


Figura 31: Resultados en cuanto a Presencia/Ausencia/Presencia Probable, obtenidos en los muestreos realizados en la cuenca del Guadiana.

4.3. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE DISTRIBUCIÓN EN EL TERRITORIO EXTREMEÑO.

Uniendo los datos obtenidos en los muestreos realizados a los ya existentes sobre la presencia de *Trachemys scripta* en las masas de agua del territorio extremeño se obtienen los siguientes resultados representados en el siguiente mapa de cuadrículas UTM 10 x 10 (figura 32).

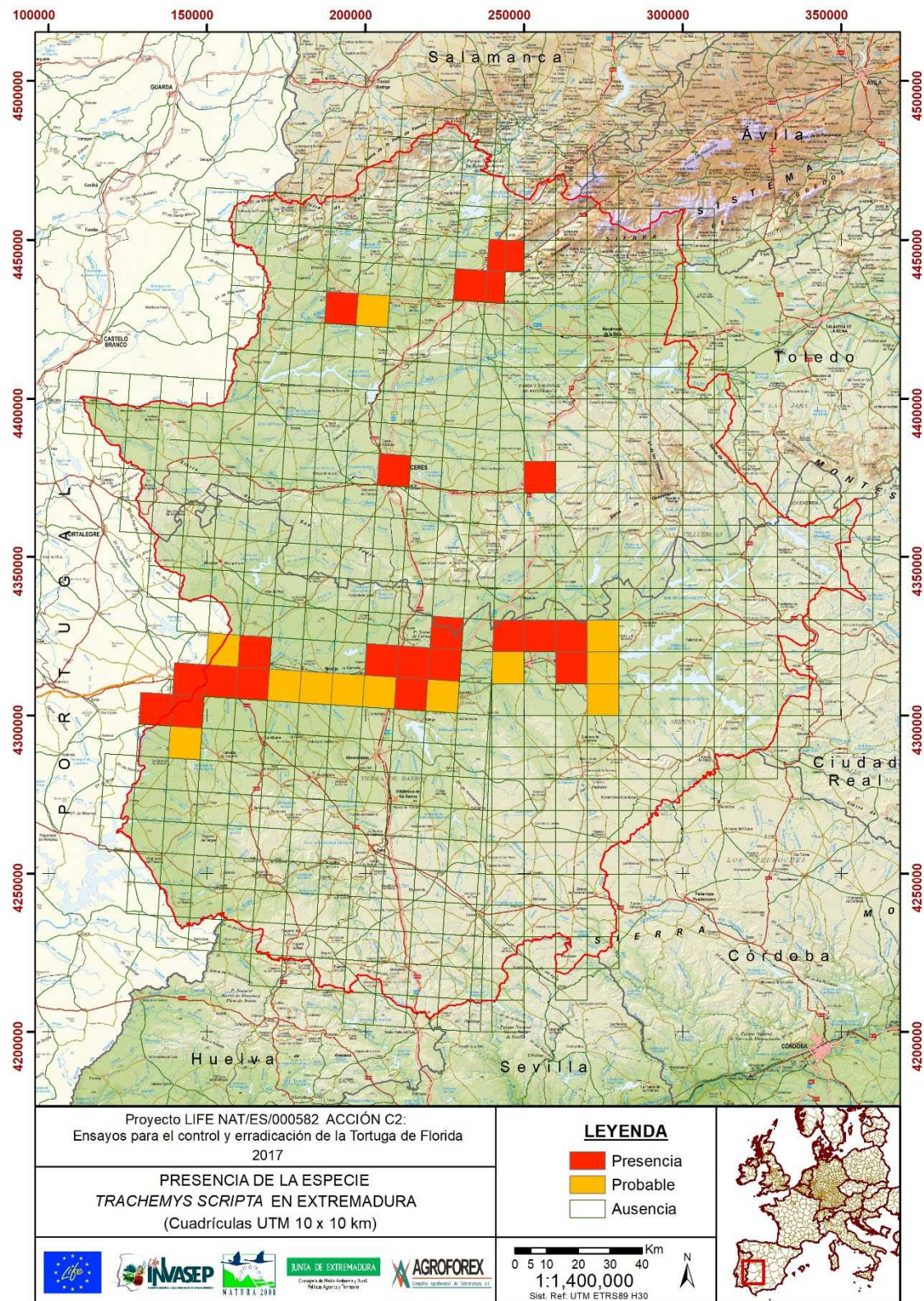


Figura 32: Distribución de la tortuga de Florida (*Trachemys scripta*) en el territorio extremeño por cuadrículas UTM 10 x 10 km.

Estos resultados pueden consultarse de manera más pormenorizada en la siguiente tabla de datos (Tabla 9). En ella se incluyen en primer término los

datos de codificación de cada cuadrícula según el Mapa Topográfico Nacional (MTN), seguido de los datos de localización (masas de agua), presencia de ambas subespecies *T.s. elegans* (TSE) o *T.s. scripta* (TSS) y finalmente la referencia cronológica de dichos datos.

CODIFICACIÓN UTM 10 X 10	MASA DE AGUA	CUENCA	PRESENCIA TSE	PRESENCIA TSS	DATOS
29TQE43	JERTE Y CHARCA PARQUE DE LOS PINOS	TAJO	SI	SI	HISTÓRICOS
29TQE43	JERTE	TAJO	SI	SI	HISTÓRICOS Y 2017
29SQE02	ALAGÓN	TAJO	SI	NO	MUESTREOS 2017
29SQD27	RIBERA DEL MARCO	TAJO	SI	NO	MUESTREOS 2017
30STJ57	CHARCAS ALBUERA Y SAN LÁZARO	TAJO	SI	NO	HISTÓRICOS
29SPD60	GUADIANA	GUADIANA	SI	SI	HISTÓRICOS
29SPD70	GUADIANA	GUADIANA	SI	SI	HISTÓRICOS
29SPD80	GUADIANA	GUADIANA	SI	NO	MUESTREOS 2017
29SPD81	GUADIANA	GUADIANA	SI	NO	MUESTREOS 2017
29SPC59	GUADIANA	GUADIANA	SI	SI	HISTÓRICOS
29SPC69	GUADIANA	GUADIANA	SI	SI	HISTÓRICOS
29SQD21	EMBALSES MONTIJO Y PROSERPINA	GUADIANA	SI	NO	HISTÓRICOS
29SQD31	EMBALSE MONTIJO	GUADIANA	SI	NO	HISTÓRICOS
29SQD30	EMBALSE MONTIJO	GUADIANA	SI	NO	HISTÓRICOS
29SQD42	EMBALSE CORNALVO	GUADIANA	SI	NO	HISTÓRICOS
29SQD41	EMBALSE CORNALVO	GUADIANA	SI	NO	HISTÓRICOS
30STJ42	RUECAS	GUADIANA	SI	NO	2017
30STJ52	GUADIANA	GUADIANA	SI	NO	2017
30STJ62	ZÚJAR	GUADIANA	SI	NO	2017

Tabla 9: Resultados de distribución de *Trachemys scripta* en el territorio extremeño.

Estos resultados se pueden comentar mejor por cuencas de los principales ríos. En el caso del Tajo han podido detectarse cuatro zonas, claramente ligadas a los grandes núcleos de población humana de la provincia de Cáceres.

Por su importancia, destaca en primer término Plasencia, debido a la distribución y abundancia de la especie a lo largo del **río Jerte**.

La distribución de la especie parece estar restringida desde la cola del Embalse de Plasencia hasta el azud próximo a la E.D.A.R. de esta localidad, apareciendo fundamentalmente en aquellos tramos de aguas ralentizadas que se generan a partir de los múltiples azudes presentes en la zona. Este hecho concuerda con las preferencias de hábitat de la especie por aguas con escasa o nula velocidad de corriente y podría ser la causa por la cual ésta no ha podido colonizar los tramos de río presentes aguas arriba del embalse (consultar bibliografía recomendada).

Esta afirmación se corrobora a partir de los múltiples trabajos realizados por personal de Ictios Consulting en esta zona a lo largo de las anualidades 2014, 2015 y 2016 (“Realización de actuaciones y mejora de pasos de peces en los ríos de la Comunidad Autónoma de Extremadura”, EXPTE: 1553SE3FD397 y “Jornadas de trabajo de campo derivadas de las Mortandades piscícolas y de los despesques y traslados a otras masas de agua, dentro de la C.A.E”. Exp.1553SE1FD394), en los cuales no se detectó la presencia de *Trachemys* en dichos tramos.

Nuevamente las condiciones de hábitat podrían estar detrás del límite de distribución inferior de esta población. Aguas abajo del azud de la E.D.A.R. de Plasencia, el río Jerte adquiere una orografía mucho más accidentada, aumentando significativamente su pendiente al atravesar la sierra de Valcorchero, aumentando así considerablemente la proporción de rápidos, con respecto a pozas y tablas (figura 33).



Figura 33: Distintas imágenes del recorrido Jerte 6, aguas abajo de la E.D.A.R. de Plasencia

Esta conjunción de condiciones de hábitat desfavorables podría ser la causa por la cual la especie no ha sido capaz de expandirse hacia los tramos de desembocadura del Jerte en el Alagón, como ha podido comprobarse durante la realización de los muestreos.

56

Como notas de interés, comentar en primer lugar que es en el tramo urbano del Jerte la única de las localizaciones, junto con el Guadiana a su paso por Badajoz, donde han aparecido juntas las dos subespecies. Mencionar, en segundo lugar la presencia puntual de ejemplares liberados en el Parque de Los Pinos, situado en el centro del casco urbano de Plasencia.

El resto de cuadrículas donde se localiza la especie en la provincia de Cáceres parecen corresponder con la presencia de ejemplares aislados, resultado de liberaciones puntuales, las cuales, dada su escasez, no parece previsible que deriven en poblaciones estables, tal y como ocurre en otras zonas de la región, como por ejemplo la población del Guadiana a su paso por Badajoz.

Respecto a la presencia en el río Alagón a su paso por Coria, ésta parece restringida a algunos ejemplares en la **Charca del Cachón**. Es probable que las condiciones lógicas del resto del río en esos tramos no contribuyan a su expansión, aunque también pueden entrar en juego otros factores alternos al tipo de hábitat y es la presencia y gran abundancia en la zona de especies foráneas con gran capacidad depredadora como el siluro (*Silurus glanis*).

Las otras dos localizaciones: charcas de **La Albuera** y **San Lázaro** en Trujillo, así como la Charca de la **Ribera del Marco** en Cáceres poseen un denominador común, que es el grado de aislamiento que poseen las masas de agua, al encontrarse situadas sobre cauces de arroyos de escasa entidad y carácter eminentemente estacional, los cuales suelen secarse completamente, por norma general, durante el estiaje.

Este hecho contribuiría de manera decisiva a la imposibilidad de que la especie pudiese expandirse, al hallarse estos puntos lejos de otras masas de agua permanentes de mayor entidad. También facilitaría tareas como el control o erradicación de ejemplares, en el caso de considerarse necesarias.

Con respecto a la cuenca del **Guadiana** la aparición y expansión de la tortuga de Florida aparece también claramente ligada a sus grandes núcleos ribereños de población humana, presentes en la provincia de Badajoz.

Destaca en primer término, tanto por su nivel de expansión y abundancia de ejemplares, la población presente en el Guadiana a su paso por Badajoz.

Según las observaciones realizadas para servicio en las anualidades 2014, 15 y 2016, se ha podido comprobar que se trata de una población completamente naturalizada, cuya abundancia queda contrastada con los datos de capturas en los distintos ensayos de trampas efectuados en dichas anualidades, habiéndose alcanzado la cifra de varios cientos de ejemplares (consultar informes previos realizados para la Acción C2).



Figura 34: Resultado de una jornada de capturas junto al Puente Viejo de Badajoz (Trabajos pertenecientes a la anualidad 2014 realizados para la Acción C2).

Si durante la realización de los trabajos de ensayos para artes de captura se ha podido comprobar el grado de expansión de esta población aguas abajo del Guadiana hasta alcanzar el embalse de Alqueva, la realización de muestreos durante la presente anualidad ha permitido demostrar también la colonización de tramos aguas arriba de la ciudad.

En este sentido se ha podido demostrar la presencia de *Trachemys* en el tramo de río correspondiente a las dos cuadrículas UTM 10 x 10 km adyacentes aguas arriba, alcanzando el paraje conocido como “Los Novilleros”.

No es descartable, sin embargo, que la especie se encuentre ya presente en tramos superiores, alcanzando casi a la población presente en el embalse de Montijo. Esta afirmación se basa en observaciones efectuadas por multitud de pescadores deportivos de la zona. Es precisamente el alto número de citas que corroborarían la presencia en puntos como el Badén de Talavera, cercanías de la localidad de Lobón o el Badén de Torremayor, las que aportarían verosimilitud a dicha afirmación.

A este hecho se suma también las dificultades para la observación de quelonios, encontradas en la zona durante la realización de los muestreos, como la gran abundancia de vegetación y altas temperaturas, como ya se ha explicado en anteriores apartados.

Todos estos condicionantes han determinado el optar por otorgar el estatus de “**presencia probable**” para la especie en el tramo del Guadiana existente desde la Presa de Montijo hasta la cuadrícula 29SPD81 (estación Guadiana 12).

Este estatus también se ha aplicado en zonas del río aguas arriba del embalse de Montijo, concretamente asignado a la cuadrícula 29SQD40, correspondiente al tramo del Guadiana situado aguas arriba de la desembocadura del Matachel, debido a su proximidad a este embalse, en el que la especie se haya presente desde hace varios años.

Para concluir este apartado, mencionar la presencia de la especie en los tramos fluviales cercanos a las localidades de Don Benito y Villanueva de La Serena, poblaciones que, como se ha especificado en anteriores puntos de este informe, no habían sido descubiertas hasta la realización de los trabajos de campo.

La localización de *Trachemys* en esta zona corresponde a las cuadrículas 30STJ42, 30STJ52 y 30STJ62, focalizadas en los ríos Rucas, Guadiana y Zújar, en el mismo orden. Al igual que en el resto de zonas en las que se ha observado expansión de la especie (Badajoz, Mérida-Cornalvo y Plasencia), no es descartable la presencia en cuadrículas adyacentes a las mencionadas, por lo que así se ha señalado (**presencia probable**) en este sentido.

A modo de recomendación, podría resultar de sumo interés la realización de estudios que ayuden a determinar de manera más precisa el grado de expansión de la especie en estos tramos del Guadiana, alternando trabajos de localización, como los efectuados en el presente informe, con el uso de artes de captura válidas para nuestra región, como nasas, palangres, etc. (consultar

informes precedentes Acción C2), los cuales ayudarían a discernir con mayor exactitud parámetros tales como abundancia, sex ratio y capacidad reproductiva de la especie en la zona y que ayudarían a evaluar el impacto de su presencia.

Esta recomendación se basa en la potencialidad en cuanto a capacidad de expansión que podría tener el galápago de Florida en esta zona, teniendo en cuenta las características favorables de hábitat, con las que cuentan las masas de agua en dicha comarca. A este hecho habría que sumar otra consecuencia, derivada de la gran actividad agrícola presente y es la existencia de multitud de balsas de riego, así como de zonas de cultivo inundables (fundamentalmente arrozales), proclives para el desarrollo de poblaciones de este quelonio.

5.- AGRADECIMIENTOS.

Desde Ictios Consulting/Agroforex quisiéramos agradecer en primer lugar al personal tanto del Servicio de Conservación de La Naturaleza y Áreas Protegidas, como de la Sección de Pesca, Acuicultura y Conservación y Agentes del Medio Natural de la Junta de Extremadura, por el apoyo proporcionado en todo momento en materia logística y de información.

Finalmente a los integrantes de sociedades de pescadores deportivos que tan valiosa información han proporcionado también sobre la localización de lugares con presencia de la especie.

A todos, con sinceridad, muchas gracias.

7.- BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

1.- Fuentes de información cartográfica

-Sistema de Información Territorial de Extremadura (SITEx) de la Junta de Extremadura

Red Hidrográfica EPSG:25830 2010 CC-BY 4.0 CICTEX, Junta de Extremadura

Embalses EPSG:25830 2010 CC-BY 4.0 CICTEX, Junta de Extremadura

Entidades de Población EPSG:25830 2014 CC-BY 4.0 CICTEX, Junta de Extremadura

Provincias EPSG:25830 2014 CC-BY 4.0 CICTEX, Junta de Extremadura

-Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Municipios de España- Formato vectorial shapefile.

Modelo Digital del Terreno (MDT) Raster 5m de pixel. Hojas 1:50.000

Base Topográfica Nacional a escala 1.100.000 (BTN100) – Formato vectorial shapefile

Capa de cartografía raster del IGN (WMS)

62

-Servicio de Cartografía Digital e Infraestructura de Datos Espaciales (SECAD) de la Universidad de Extremadura

De ASTER/GDEM original: Tachikawa T., Hato M., Kaku M., Iwasaki A., 2011, The characteristics of ASTER GDEM version 2, IGARSS, July 2011.

-Instituto de Estadística de Extremadura (IEEX)

-Datos de población de ambos sexos por Municipios. Año: 2016. Fuente: Padrón (Instituto Nacional de Estadística)

- Red de Asesoramiento al Regante de Extremadura (REDAREX) – Gobierno de Extremadura

Zonas Regables de Extremadura (Visor Web)

<http://redarexplus.gobex.es/RedarexPlus/index.php?modulo=estaciones&pagina=zonas.php&enlace=Estaciones&camino=Zonas%20regables>

2.- Fuentes de información bibliográficas

- Bringsøe H (2006) NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Trachemys scripta*. Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species. www.nobanis.org.

- Cadi, A., Delmas, V., Prévot-Julliard, A.C., Joly, P., Pieau, C & Girondot, M. 2004. Successful reproduction of the introduced slider turtle (*Trachemys scripta elegans*) in the South of France. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater ecosystems* 14:237-246

- Chen and Lue, 1998. Ecological notes on feral populations of *Trachemys scripta elegans* in northern Taiwan. *Chelonian Conservation & Biology*. 3(1). Aug., 1998. 87-90.

- Da Silva, E., Blasco, M. (1995). *Trachemys scripta elegans* in Southwestern Spain. *Herpetological Review*, 26: 133-134.

- DAISIE (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe)., 2009. Species Factsheet *Trachemys scripta* (Schoepff, 1792) <http://www.europe-alien.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50003>

- E. Díaz Bea y A. Ollero Ojeda, 2005. Metodología para la clasificación geomorfológica de los cursos fluviales de la cuenca del Ebro. 47, 23-25. *Geographica*.

- Ernst, C. H. (1990). Systematic, taxonomy, variation, and geographic distribution of the slider turtle. Pp.57-67. En: Gibbons, J. W. (Ed.) *The biology of the slider turtle*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.

- Ferronato, B.O., Marques, T.S., Guardia, I., Longo, A.L.B., Piña, C.I., Bertoluci, J., Verdade, L.M. (2009): The turtle *Trachemys scripta elegans* (Testudines, Emydidae) as an invasive species in a polluted stream of southeastern Brazil. *Herpetological Bulletin* (109): 29-34.

- Ficetola, G.F., Rödder D., Padoa-Schioppa, E. (2012): *Trachemys scripta* (Slider terrapin). In: Handbook of global freshwater invasive species. pp. 331-339. In: Francis, R. (eds.) Earthscan, Taylor & Francis Group Abingdon, UK.
- GISD (2015): *Trachemys scripta elegans*.
- Golden, D. and Schwartz, V. (2002). Field Guide to Reptiles and Amphibians of New Jersey. New Jersey: Division of fish and wildlife, 323-325
- J. Barredo Cano y J. Bosque Sendra, 1999. Multicriteria evaluation methods for ordinal data in a GIS environment. Geographical Systems, nº5, pp. 313-327.
- J. García, R. Cadenas y M.A. Simón, 2004. Aplicación de un sistema de evaluación multicriterio a la conservación de fauna silvestre mediante un SIG.
- J. Horacio y A. Ollero, 2011. Clasificación geomorfológica de cursos fluviales a partir de Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.). Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles (AGE) Nº56 Págs. 373-396
- J. M. Santos Preciado, 1997. El planteamiento teórico multiobjetivo/multicriterio y su aplicación a la resolución de problemas medioambientales y territoriales, mediante los S.I.G Raster. Espacio, Tiempo y Forma, Serie VI, Geografía. T 10 Págs. 129-151.
- J. M. Moreno Jiménez 2014. El Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Fundamentos, Metodología y Aplicaciones. ResearchGate
- K. Nieto, M. Lizana¹, J.C. Velasco, 2006. Distribución de los peces continentales de España asociada a las características físicas, meteorológicas e hidrológicas de las cuencas hidrográficas. 15, 69-76. Ecosistemas.
- M. Gómez y J. Barredo Cano, 2005. Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio Ed. RA-MA, 2ª edición, MADRID.

-Pendlebury, Paul; Bringsøe, H.; Pendlebury, Paul (2006). ["NOBANIS — Invasive Alien Species Fact Sheet — *Trachemys scripta*"](#). *Global Invasive Species Database*. IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group (ISSG). Retrieved 17 August 2009.

-Polo-Cavia, Nuria; Lopez, Pilar; Martin, Jose., 2008. Interspecific differences in responses to predation risk may confer competitive advantages to invasive freshwater turtle species. *Ethology*. 114(2). FEB 2008. 115-123.

-Polo-Cavia, Nuria; Lopez, Pilar; Martin, Jose., 2009a. Interspecific differences in heat exchange rates may affect competition between introduced and native freshwater turtles. *Biological Invasions*. 11(8). OCT 2009. 1755-1765.

-Polo-Cavia, Nuria; Lopez, Pilar; Martin, Jose., 2009b. Interspecific differences in chemosensory responses of freshwater turtles: consequences for competition between native and invasive species. *Biological Invasions*. 11(2). FEB 2009. 431-440.

66

-Prevot-Julliard, Anne-Caroline; Gousset, Emeline; Archinard, Chloe; Cadi, Antoine; Girondot, Marc., 2007. Pets and invasion risks: is the Slider turtle strictly carnivorous? *Amphibia-Reptilia*. 28(1). JAN 2007. 139-143.

-Somma, L. A., Foster, A. & Fuller, P. 2014. *Trachemys scripta elegans*. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville,