



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Titulación: Grado en Ciencias Ambientales

Cartografía y estudio de los hábitats de las
Saladas del Bajo Aragón

Mapping and study of the habitats of the Saladas
of Bajo Aragon

Autora

Ariadna Nevado Gimeno

Directores

Carmen Castañeda del Álamo

María Tierra Sánchez

Ponente

Jesús Guerrero Iturbe

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

2025

“El Trabajo de Fin de Grado que presento para su exposición y defensa es original y todas las fuentes utilizadas para su realización han sido debidamente citadas en el mismo”.

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a mis directoras de TFG, Carmen Castañeda y María Tierra, por su ayuda y dedicación durante el desarrollo de este trabajo y enseñarme todo lo relacionado con este ámbito. A Jesús Guerrero por su ayuda.

A los botánicos Josep Antoni Conesa y Joan Pedrol Solanes, por poner a nuestra disposición su trabajo de campo llevado a cabo en 2006, y por las correcciones aportadas durante el desarrollo de este trabajo. A Alejandro Juárez y Josep Antoni Conesa por su acogida y apoyo durante la visita de campo en agosto de 2024 para comprobar la cartografía de hàbitats.

A Elena García y Piluca Paniagua por enseñarme la metodología de laboratorio para realizar los análisis de las muestras de suelo.

En especial a mis amigas de la universidad, Ainara, Alba, y Uxue, por estar siempre a mí lado y las que han sido un apoyo incondicional estos años.

Contexto del Trabajo Fin de Grado en la EEAD

El estudio de los hábitats se enmarca dentro de proyectos de investigación en curso en la EEAD y en el interés actual del Gobierno de Aragón en el cumplimiento de objetivos marcados por la legislación nacional y europea en cuanto al seguimiento de los hábitats de la red Natura2000, entre ellos los de saladares. Este trabajo es parte del proyecto de I+D+i PID2021-127170OB-I00 (El regadío y la salinidad ante la agricultura y el medioambiente) financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033/ y por FEDER Una manera de hacer Europa.

Parte del trabajo de gabinete y laboratorio se ha llevado a cabo en la Estación Experimental de Aula Dei (EEAD-CSIC), en Zaragoza, en el grupo Agricultura y Recursos Naturales (ARENA) del Departamento de Suelo y Agua.

El interés de este proyecto es estudiar humedales salinos del centro de la cuenca del Ebro en Aragón y los efectos de la intensificación agrícola. Entre los saladares en estudio se encuentran las Saladas de Alcañiz. Uno de los objetivos es la cartografía y análisis de los hábitats de los saladares. En la EEAD se dispone de datos de campo sobre la distribución de hábitats según la Lista de Hábitats de Aragón (LHA) (<https://www.jolube.net/>) y su correspondencia con los hábitats del Anexo I de la Directiva Hábitats (92/43/CEE). Los datos se tomaron en campo entre 2005 y 2006, antes de la transformación actual de la zona (intensificación del regadío según BOE) por lo que son de gran interés para evaluar los cambios producidos en los últimos años.

La visita al campo con los botánicos que participan en los **proyectos** de la EEAD ha puesto en evidencia cambios en los hábitats, por lo que este trabajo es testimonio de una vegetación previa al cambio de condiciones en la zona. Esta cartografía de detalle permitirá identificar la degradación de estos saladares en la última década y la pérdida de hábitats y especies protegidas debido a la intensificación de la agricultura, especialmente el regadío.

ÍNDICE

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	9
1. Introducción.....	10
2. Objetivos.....	13
3. Área de estudio.....	14
3.1. Localización	14
3.2. Datos meteorológicos.....	14
3.3. Geología y Geomorfología	17
3.4. Rasgos edáficos.....	17
4. Materiales y métodos.....	18
4.1. Trabajo en campo.....	18
4.4.1. Vegetación	18
4.4.2. Suelo	18
4.2. Trabajo en gabinete.....	19
4.2.1. Revisión de literatura existente	19
4.2.2. Sistema de Información geográfica	19
4.2.3. Mapas de hábitats e información complementaria	20
4.3. Trabajo en laboratorio.....	21
4.3.1. Muestras de suelo.....	21
4.3.2. Muestras de agua	23
5. Resultados.....	24
5.1. Definición y caracterización de los hábitats	24
5.1.1. Salada Grande.....	26
5.1.2. Salada Pequeña	29
5.1.3. Salada Jabonera.....	31
5.1.4. Salada la Panolla	34
5.2. Descripción de la flora de interés	37

5.2.1. <i>Cressa cretica</i>	37
5.2.2. <i>Microcnemum coralloides</i>	37
5.2.3. <i>Sonchus crassifolius</i>	38
5.3. Caracterización del suelo	39
5.3.1 Composición	39
5.3.2 Distribución del tamaño de partícula	41
5.4. Características del agua freática	42
6. Discusión.....	43
6.1 Hábitats	43
6.1.2 Comparación con las Saladas de Sástago-Bujaraloz y de Chiprana.....	45
6.2 Suelos salinos	46
7. Conclusión.....	48
8. Bibliografía.....	49
Anejos.....	53
Anejo 1. Mapa del Plan de Regadío del Canal de Calanda	53
Anejo 2. Descripción de HIC	54
Anejo 3. Descripción de hábitats halófilos	55
Anejo 4. Mapas de ubicación de las especies de flora de interés	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Precipitación anual (mm), temperatura media anual (°C) entre 2004 y 2024 según registros de la estación meteorológica de Puig Moreno, con los incrementos / disminuciones entre años consecutivos indicados. En rojo se señalan los valores máximos de estos incrementos / disminuciones. En gris se indican los años de campo. En azul la precipitación de años húmedos y en naranja la de los años secos. Fuente: Red SIAR (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).....	15
Tabla 2. Datos mensuales de precipitación en los años de seguimiento de campo y media del periodo 2004-2024. En rojo, valores máximos y mínimos. Fuente: Red SIAR (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).....	16
Tabla 3. Datos mensuales de temperatura en los años de seguimiento de campo y media del periodo 2004-2024. En rojo, valores máximos y mínimos. Fuente: Red SIAR (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).....	16
Tabla 4. Identificación de la planta, salada, punto de muestreo de suelo, y su profundidad.	19
Tabla 5. Identificación de las siete muestras con sus respectivas profundidades.....	21
Tabla 6. Determinación del pH y CE en extractos acuosos de suelo.....	22
Tabla 7. Datos de hábitats de las Saladas de Alcañiz identificados con la nomenclatura LHA e HIC, descripción LHA y la superficie en hectáreas (ha) y porcentaje (%).	25
Tabla 8. Caracterización de la Salada Grande con la silueta y superficie total (m ²), los códigos del hábitat LHA e HIC con su respectiva superficie en m ² y porcentaje.	27
Tabla 9. Hábitats con vegetación en la Salada Grande. En sombreado los hábitats halófilos.	28
Tabla 10. Caracterización de la Salada Pequeña con la silueta y superficie total (m ²), los códigos del hábitat LHA e HIC con su respectiva superficie en m ² y porcentaje.	29
Tabla 11 Hábitats con vegetación en la Salada Pequeña.....	30
Tabla 12. Caracterización de la Salada Jabonera con la silueta y superficie total (m ²), los códigos del hábitat LHA e HIC con su respectiva superficie en m ² y porcentaje	32
Tabla 13. Hábitats con vegetación en la Salada Jabonera. En sombreado los hábitats halófilos.	33
Tabla 14 Caracterización de la Salada de Panolla con la silueta y superficie total (m ²), los códigos del hábitat LHA e HIC con su respectiva superficie en m ² y porcentaje.	35

Tabla 15. Vegetación de la Salada la Panolla. En sombreado los halófilos.	36
Tabla 16. Clases de salinidad del suelo según Nogués et al (2006) para las muestras analizadas.	39
Tabla 17. Composición de las muestras de suelo analizadas.....	40
Tabla 18. Medidas de pH y CE de las muestras de agua freática.....	42
Tabla 19. Comparativa de hábitats entre las Saladas de Alcañiz y de Monegros inventariados en Conesa et al. (2011). En sombreado los hábitats halófilos.	45

RESUMEN

En este trabajo, a partir de información recogida en campo en 2006, se han realizado mapas de detalle de los hábitats de 2006, de las cuatro saladas de mayor tamaño del complejo endorreico de las Saladas de Alcañiz. Así como un análisis de la superficie y distribución de estos hábitats en cada salada individualmente, identificando los hábitats halófilos y el porcentaje que representan con respecto a la vegetación total que conserva la salada. El hábitat halófilo más abundante corresponde al 15.6151 “Matorrales de sosa (*Suaeda vera* subsp. *braun-blanquetii*), de suelos arcillosos muy salinos, temporalmente inundados, de las tierras interiores áridas”, ocupando el 27,8 % de la superficie total. En campo se identificaron tres especies de flora de interés: *Cressa cretica*, *Microcnemum coralloides* y *Sonchus crassifolius*, de las que se han caracterizado parámetros físico-química del suelo sobre el que se desarrollan (pH, conductividad eléctrica, carbonatos, yeso y materia orgánica). A partir de la elaboración de estos mapas de hábitats se pretende establecer una primera base de conocimiento que permita llevar a cabo un seguimiento de dichos hábitats y de la evolución de estos saladares.

Palabras clave: Directiva Hábitats, endorreísmo, halófitos, salinidad.

ABSTRACT

In this study, based on field data collected in 2006, detailed maps of the 2006 habitats were created for the four largest saline lakes of the endorheic complex of the Saladas de Alcañiz. Additionally, an analysis of the area and distribution of these habitats for each saline lake was also carried out, also identifying halophilic habitats and their percentage of the total vegetation conserved within the saline lake. The most abundant halophilic habitat corresponds to 15.6151 “Soda scrub (*Suaeda vera* subsp. *braun-blanquetii*) with highly saline clayey soils, temporarily flooded in arid inland areas”, it occupies 27,8% of the total area. Three species of flora were identified in the field: *Cressa cretica*, *Microcnemum coralloides* y *Sonchus crassifolius*. The physico-chemical parameters of the soil in which they grow have been characterized (pH. EC, CCE, gypsum and OM). The creation of these habitat maps aim to establish a first knowledge base that will allow monitoring of these habitats and the evolution of these saline wetlands.

Key words: Habitats Directive, endorheism, halophytes, salinity.

1. Introducción

El término *Salada* es un aragonésismo que suele aparecer como topónimo en los mapas del centro de la cuenca del Ebro, y en otras regiones de España, para referirse a lagunas salinas o hipersalinas, permanentes o casi permanentes, alimentadas por aguas subterráneas salinas provenientes de la disolución de materiales geológicos salíferos, o “estratos evaporativos” (González Bernáldez, 1992). También se emplean otros términos como *Saladar*, para indicar la presencia de especies halófilas en terrenos no inundados o poco inundables con suelos salinos, o *Salobral*, que también puede aparecer como topónimo con significado similar (González Bernáldez, 1992). Las saladas son la manifestación del endorreísmo de la Depresión del Ebro, humedales de interior sin conexión superficial aparente a la red de drenaje regional. Se ve favorecido por la topografía plana, la alternancia litológica y la extrema aridez dando lugar a un balance hídrico negativo (Ibáñez, 1973). Los focos endorreicos son de pequeño tamaño y se encuentran dispersos por toda la Depresión del Ebro siendo uno de los más llamativos los del Bajo Aragón (VV.AA, 1994).

Las Saladas de Alcañiz están formadas por un conjunto de charcas, lagunas y balsas naturales, siendo las de mayor tamaño las denominadas Salada Grande; Salada Pequeña o La Saladeta; la Salada Jabonera o Salada de la Jabonera de las Torrazas; y Salada de la Panolla, Salada de la Panocha o Salada de Sancho (Aguilella & Riera, 1997). Se localizan sobre una zona esteparia llamada “El Plano”. Autores como Suarez y Sáez-Royuela (1982), Anento (1991), Anento y Ponz (1992) o Aguilera y Riera (1997) ya remarcaban la importancia de proteger este espacio natural por su especial vegetación halófila y gipsícola. El espacio Lugar de Importancia Comunitaria (LIC ES2420114) Saladas de Alcañiz se creó en el año 2000 y afecta únicamente a la Salada Grande, la Salada Pequeña y la Salada Jabonera, ocupando un total de 650,80 ha protegidas. Dispone de un plan básico de gestión y conservación como EPRN2000 (Espacio Protegido Red Natura 2000) como Zona de Especial Conservación (ZEC ES2420114). Este plan fue aprobado mediante Decreto 13/2021, de 25 de enero (BOA nº 24, de 5 de febrero de 2021), y publicado mediante Resolución de 26 de febrero (BOA nº 49, de 06 de marzo de 2021). Este plan de gestión Es de suma importancia que estos ambientes cuenten con al menos una figura protección, ya que albergan comunidades vegetales protegidas incluidas en el Anexo I de la Directiva Hábitats (92/43/CEE), (Unión Europea, 1992), como prioritarias (<https://aplicaciones.aragon.es/prw/pages/planes/menuLocalizac-ion.xhtml>). Además, estas saladas están afectadas por el plan básico de gestión de valores RN2000 1391P, relativo a la presencia de *Riella helicophylla*, catalogada en el Catálogo de Especies

Amenazadas de Aragón (CEAA) como sensible a la alteración de su hábitat y en el Libro Rojo de especies Amenazadas como “En peligro”.

Las saladas se encuentran íntegramente dentro de la 1ª parte, 2ª fase del “Plan de Regadíos del Canal de Calanda” (Figura 1), que fue declarado de interés nacional en el año 1972, por Decreto 1295/1972, BOE Nº 123, 23-5-1972. Esto ha supuesto la construcción de drenajes en la zona, incluido un drenaje perimetral alrededor de la Salada Grande con el fin de evitar los retornos de riego (comm. pers. J.F. Quílez). Sin embargo, este drenaje también afectaría a las aguas de escorrentía superficial y subsuperficial, modificando la dinámica hidrológica natural del humedal. Este tipo de drenajes también se han previsto en otras cubetas.

La ejecución de este plan de regadío ha supuesto una problemática para la conservación de los valores de estos humedales, ya que desde el comienzo de su ejecución el regadío afecta directamente a la dinámica hídrica y la vegetación del entorno de las saladas (Benavente et al., 1991). En el diagnóstico descrito en la ficha ES2420114 de la Red Natura 2000, se han identificado una serie de presiones y amenazas asociadas a las saladas incluidas en la figura de protección ZEC. Entre ellas, se encuentran la intensificación de la agricultura, abandono del manejo de pastizales y la aplicación de fertilizantes sintéticos y productos fitosanitarios (Gobierno de Aragón, 2021).

Sin embargo, en la transformación del territorio no se ha contado con una cartografía de hábitats con detalle apropiado, disponible/accesible para su gestión, es decir, que permita el seguimiento y la evaluación de los cambios producidos en estos saladares en las últimas décadas. El presente trabajo pretende proporcionar información básica para llenar este vacío. Se elabora una cartografía de base de los hábitats de las Saladas de Alcañiz a escala adecuada para la gestión de este espacio protegido con vistas a su seguimiento. Ello permitirá evaluar los cambios y planificar, en su caso, medidas de recuperación.



Figura 1. Localización de la zona afectada por el Plan de Regadíos del Canal de Calanda (con las cuatro saladas afectadas por el plan). Modificado de: <https://www.mapa.gob.es/es/development-rural/themes/sustainable-irrigation/map24>. Anejo 1.

2. Objetivos

El principal objetivo es elaborar una cartografía de hábitats detallada a escala 2000 a 6000 de las Saladas de Alcañiz correspondiente al trabajo de campo llevado a cabo en 2006 para establecer una base que permita evaluar los cambios tras la intensificación de la agricultura y otros cambios de uso en la zona en estas últimas décadas. Este objetivo general comprende los siguientes objetivos específicos:

1. Digitalización y homogeneización de los esquemas y anotaciones de campo delineados sobre la ortofoto disponible en papel.
2. Elaboración de mapas de cada salada estudiada, con referencia a los hábitats protegidos por la Directiva Hábitats y a la Lista de Hábitats de Aragón y el análisis de su extensión y distribución.
3. Caracterización físico-química del suelo donde se desarrollan especies de flora de interés identificadas como en riesgo de degradación durante la salida de campo de 2024.

Con la realización de este trabajo se contribuye a conseguir varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), entre ellos:

- ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles: Valorizando los entornos no urbanos como estrategia de atracción frente al crecimiento urbano descontrolado.
- ODS 13 Acción por el clima: Estos ecosistemas que pueden verse afectados de manera considerable por la acción del cambio climático, modificando sus componentes y funciones.
- ODS 15 Vida de ecosistemas terrestres: La no protección de estos complejos endorreicos, implicaría la pérdida de la biodiversidad que forma parte de ellos, considerada de alto valor ecológico y medioambiental.

3. Área de estudio

3.1. Localización

Las Saladas de Alcañiz (Figura 2) se encuentran dentro de las denominadas Saladas del Bajo Aragón. Se localizan en la margen derecha del río Ebro y pertenecen al término municipal de Alcañiz, en la provincia de Teruel, entre las carreteras N-211/N-240 y N-232. La zona se conoce como “El Plano” y presenta de 11 (Anento, 1991) a 25 (Ibáñez, 1975) cubetas cartografiadas. Topográficamente, se caracteriza por ser bastante llana, con curvas de nivel entre 340 y 400 m s.n.m. (Ibáñez, 1973). En este trabajo se estudian las saladas de mayor tamaño: Salada Grande, Salada Pequeña, Salada Jabonera y Salada Panolla.

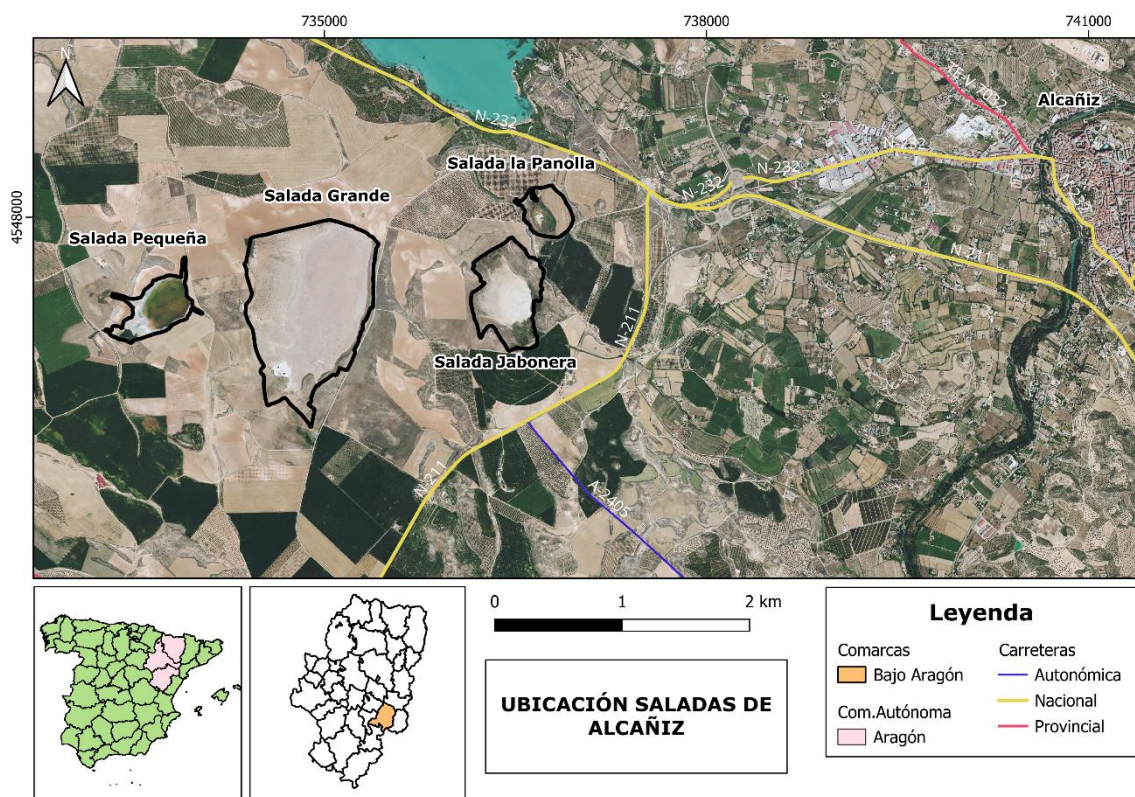


Figura 2. Localización del área de estudio (las saladas estudiadas tienen el nombre indicado).

3.2. Datos meteorológicos

Para caracterizar el área de estudio se ha dispuesto de los registros de precipitación y temperatura de la estación meteorológica automática Puig Moreno (41°05'49.1"N 0°14'19.6"W), la más cercana a las saladas y situada a 323 m de altitud en el municipio de Alcañiz. La estación pertenece a la red SIAR (Sistema de Información Agroclimática para el Regadío, <https://servicio.mapa.gob.es/websiar/>) del MAPA. Está en funcionamiento desde 2003 y dispone de datos de lluvia, viento y evapotranspiración.

En el periodo de 2004 a 2024 (Tabla 1), la lluvia anual varía entre 216 mm y 551 mm, con una media de 336.3 mm ($\pm 88,7$). Las diferencias entre las medias anuales son importantes observándose una variación máxima en los años 2018 y 2020 (+285 mm y +320 mm) y 2019 (-291 mm). Teniendo en cuenta el criterio estándar de año seco o húmedo cuando la lluvia es menor o mayor (respectivamente) a la media más la desviación estándar, destacan 2017 y 2019 como años secos y 2013, 2018 y 2020 como años húmedos. El resto se consideraría año normal.

La temperatura media anual varía entre 14,2 y 16,4 °C, con incrementos y disminuciones variables entre años, siendo los máximos de +1.5 y -1.2 °C en los años 2010 y 2011, respectivamente. La diferencia de la temperatura media anual entre los años 2004 y 2024 es de 1,7 °C.

Tabla 1. Precipitación anual (mm), temperatura media anual (°C) entre 2004 y 2024 según registros de la estación meteorológica de Puig Moreno, con los incrementos / disminuciones entre años consecutivos indicados. En rojo se señalan los valores máximos de estos incrementos / disminuciones. En gris se indican los años de campo. En azul la precipitación de años húmedos y en naranja la de los años secos. Fuente: Red SIAR (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

Año	Precipitación (mm)	Incremento / disminución	Temperatura media (°C)	Incremento / disminución
2004	377,00		14,67	
2005	338,20	-38,8	14,28	-0,4
2006	248,88	-89,32	15,50	1,2
2007	303,40	54,52	14,81	-0,7
2008	374,82	71,42	14,70	-0,1
2009	283,80	-91,02	15,41	0,7
2010	304,20	20,4	14,24	-1,2
2011	270,73	-33,47	15,74	1,5
2012	297,16	26,43	15,55	-0,2
2013	494,29	197,13	14,60	-1,0
2014	380,81	-113,48	15,80	1,2
2015	363,51	-17,3	15,33	-0,5
2016	315,72	-47,79	15,34	0,0
2017	222,61	-93,11	15,64	0,3
2018	507,66	285,05	15,53	-0,1
2019	216,10	-291,56	15,97	0,4
2020	536,75	320,65	15,56	-0,4
2021	299,85	-236,9	15,24	-0,3
2022	380,02	80,17	16,43	1,2
2023	270,59	-109,43	16,40	0,0
2024	276,72	6,13	16,30	-0,1

En 2006, año en el que se llevó a cabo la identificación de los hábitats, la precipitación mensual varió entre 1,2 mm en agosto y 59,2 en septiembre, con 20,74 mm de media mensual en dicho año (Tabla 2). En 2024, año de la segunda campaña de campo para la cartografía de hábitats y el muestreo de suelos, la lluvia mensual más alta se tiene en octubre (52,4 mm) y la mínima en diciembre (5,6 mm). Sin embargo, si tenemos en cuenta los datos medios del periodo 2004-2024, la máxima lluvia corresponde a abril (42,7 mm) y la mínima se da en agosto (15,1 mm).

Si comparamos los 2 años de campo (2006 y 2024) con los datos medios del periodo 2004-2024 (Tabla 2), la precipitación mensual de estos dos años está por debajo de la media en los meses de primavera y verano. Sin embargo, las lluvias se sitúan notablemente por encima de la media en otoño (septiembre, octubre, noviembre) en 2024.

La temperatura media anual es de 15,4 °C para el periodo 2004-2024 (Tabla 3). El máximo de las medias mensuales ocurre en el mes de julio (25,7 °C), cuando se registran 12,6 y 5,9 mm de lluvia (Tablas 2 y 3). La temperatura media mensual mínima se da en enero (6,3 °C) mes en el que se tienen 33,9 y 22,1 mm de lluvia. En general las temperaturas medias mensuales de los años de campo están por encima de las del periodo estudiado, exceptuando algunos meses de invierno (Tabla 3).

Tabla 2. Datos mensuales de precipitación en los años de seguimiento de campo y media del periodo 2004-2024. En rojo, valores máximos y mínimos. Fuente: Red SIAR (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

	Mes											
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P 2006	33,9	26,6	9,8	26,2	4,4	26,4	12,6	1,2	59,2	15,2	19,4	14,0
P 2024	22,1	29,6	29,9	3,6	14,8	16,4	5,9	18,1	36,3	52,4	42,3	5,6
Periodo 2004-2024	27,6	22,4	30,7	42,7	39,4	28,5	18,1	15,1	27,4	28,4	38,9	17,1

Tabla 3. Datos mensuales de temperatura en los años de seguimiento de campo y media del periodo 2004-2024. En rojo, valores máximos y mínimos. Fuente: Red SIAR (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

	Mes											
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T media 2006	4,7	6,2	12,1	14,7	19,5	22,8	27,4	23,1	21,2	17,9	12,3	4,1
T media 2024	7,7	10,4	12,7	15,1	18,5	22,8	27,2	26,6	19,6	16,5	11,2	7,3
Periodo 2004-2024	6,3	7,8	10,9	13,9	18,0	22,8	25,7	25,1	20,8	16,4	10,4	6,5

3.3. Geología y Geomorfología

La litología y los procesos geomorfológicos representan un papel muy importante en la formación de las saladas del centro de la cuenca del Ebro. Las Saladas de Alcañiz se han formado en materiales del Mioceno. Están emplazadas sobre series terciarias sobre las que se suceden una serie de niveles de areniscas, arcillas y conglomerados, que alternan con niveles de yeso y caliza (Ibáñez, 1973). El sustrato que aflora en las saladas (areniscas y conglomerados) pertenece a la Formación Caspe, cuya estratigrafía muestra limos margosos, areniscas, y margas (rojizas y pardo-amarillentas) con intercalaciones de calizas detríticas (Hoja MAGNA nº 468, Beltrán Cabrera et al., 1977)

La geomorfología general de la zona está condicionada por factores morfoestructurales y climáticos (Ibáñez, 1973). El elemento morfológico característico son los paleocanales de arenisca con cemento de carbonato de la Formación Caspe. Los paleocanales configuran la morfología irregular de las depresiones que albergan las saladas. La acción eólica y la disolución de los componentes evaporíticos de la litología son agentes formadores de dichas depresiones, considerándose un origen hidroeólico (Ibáñez, 1973). En cuanto a su funcionamiento hidrológico, la acumulación de materiales finos ricos en arcilla en los fondos de las saladas limita la infiltración del agua de lluvia, quedando retenida hasta su evaporación y formación de costra salina. Parte del agua puede infiltrarse, así como evaporarse, en los márgenes de la depresión como ocurre en otros focos endorreicos (Sánchez-Navarro *et al.*, 1991).

3.4. Rasgos edáficos

La presencia de salinidad es el rasgo más característico de estos suelos y del entorno de los humedales, condicionando la presencia de la vegetación. Los suelos salinos de estas saladas y su entorno, así como de otras áreas endorreicas del centro de la cuenca del Ebro, vienen definidos por la aridez climática y por los materiales geológicos, que a su vez son producto de la aridez de la cuenca durante el Oligoceno (33,9 millones de años) y Mioceno (23 millones de años). Los paleocanales de arenisca característicos de la Formación Caspe son potenciales generadores de suelos salinos, sódicos y alcalinos (Cuchi, 1986), ya que su alteración podría ser causa de la presencia actual de sales en dichos suelos.

Un 50% de la zona regable establecida dentro de los planes de regadío de interés nacional, se calificó con limitaciones para el riego, por sus características y salinidad (DGA, 1974). Los suelos más salinos se dan en las depresiones formadas entre los paleocanales. En los fondos de las cubetas, más frecuentemente inundados, se forma costra salina y polígonos de desecación (Lerános, 1994), o también una capa de materiales sueltos y erosionables

por el viento. La escasez pluviométrica de la zona limita el desarrollo de los horizontes en estos suelos salinos, a diferencia de los suelos de zonas con mayor precipitación (Cuchi, 1989).

4. Materiales y métodos

4.1. Trabajo en campo

En julio de 2024 se realizó una salida de campo para identificar los hábitats en las saladas, la flora característica del entorno, y en octubre de 2024 una segunda campaña para muestrear los suelos.

4.4.1. Vegetación

Para identificar los hábitats en las saladas y la flora característica del entorno se contó con datos tomados en campo en 2006. Se reconoció la falta de correspondencia con la vegetación actual debido a la transformación del territorio por lo que este trabajo se desarrolla con los datos tomados en la primera campaña. Además, se seleccionaron tres plantas de interés como representantes de cambios en la zona. Dichas especies son: *Cressa cretica*, *Microcnemum coralloides* y *Sonchus crassifolius*, tomándose coordenadas de su localización.

En campo, los recintos de los diferentes hábitats se establecieron según las comunidades vegetales presentes, fisionomía y/ o fisiografía y microrrelieve del lugar, materiales y su textura y compacidad, y la presencia o no de lámina de agua, entre otros factores. Lo que diferencia a un recinto de otro, en los que hay coincidencia de hábitats, es el porcentaje que ocupan dentro de él, la topografía, suelo, así como el porcentaje de cobertura vegetal de ese recinto formado por varias comunidades vegetales (Figuras 5 a 7).

4.4.2. Suelo

Se muestrearon los suelos en una segunda salida de campo en octubre de 2024. Se confirmó la planta por su morfología, aunque se encontrase en otro momento de su desarrollo y su aspecto hubiese cambiado respecto a julio. Se muestreó el suelo sin perjudicar a la planta, dentro del propio cuadrante. Se tomaron muestras de suelo, agua freática en su caso y muestra inalterada de suelo del horizonte superficial o zona de raíces.

El suelo se extrajo con barrena manual Ejkelkamp de 5 cm de diámetro, en intervalos de 25 cm de profundidad hasta presencia de agua freática o de roca. En el punto de *Microcnemum coralloides* únicamente se muestrearon los primeros 15 cm, ya que se llegó a la roca yeso. En los otros dos puntos se alcanzaron 75 cm hasta nivel freático, que se

alcanzó a 80 cm y 90 cm respectivamente (Tabla 4). Las muestras de suelo se colocaron en bolsas debidamente etiquetadas con fecha, profundidad y especie correspondiente.

Tabla 4. Identificación de la planta, salada, punto de muestreo de suelo, y su profundidad.

Planta de interés	Coordenadas UTM / Salada	Identificador de muestra	Profundidad de suelo (cm)
<i>Microcnemum coralloides</i>	734332, 4541826 / Calanda	ALC-6	0-15
<i>Sonchus crassifolius</i>	734271, 4541820 / Calanda	ALC-7	0-25
			25-50
			50-75
<i>Cressa cretica</i>	736556, 4547372 / Jabonera	ALC-8	0-25
			25-50
			50-75

Se midió con cinta métrica la profundidad del nivel freático y se tomaron muestras de agua de ambos sondeos (correspondientes a *Sonchus crassifolius* y *Cressa cretica*), con ayuda de un tomamuestras tipo bailer. La muestra de agua se vació en botes bien cerrados con su correspondiente identificación. Por último, se tomó una muestra de suelo inalterado para el estudio micromorfológico (microestructura del suelo al microscopio óptico). Es decir, se esculpió un bloque de suelo de unos 8--10 cm de profundidad que se extrajo con una caja Kubiena, que es una caja de metal que consta de un armazón lateral y dos tapas. Con dicha muestra se fabricaron láminas finas de suelo para su estudio al microscopio.

4.2. Trabajo en gabinete

4.2.1. Revisión de literatura existente

Se ha revisado la literatura existente sobre las Saladas de Alcañiz para caracterizar el entorno, la vegetación de interés y la actividad del regadío. Las publicaciones accesibles son muy limitadas, habiéndose solicitado al Gobierno de Aragón informes y documentación no publicada de la zona.

4.2.2. Sistema de Información geográfica

Los mapas de hábitats se han elaborado con las anotaciones de campo hechas sobre la ortofoto del vuelo OLISTAT de 1997, impresa en papel, con las delimitaciones de los recintos y sus respectivos hábitats. No estaba disponible la ortofoto del PNOA del vuelo fotogramétrico de 2006. Los documentos de campo se han escaneado a alta resolución, posteriormente se han georreferenciado con la herramienta correspondiente del sistema de información geográfica QGIS ("georreferenciación") empleando como referencia la misma ortofoto del vuelo OLISTAT de 1997.

Sobre la ortofoto georreferenciada se han digitalizado los recintos dibujados en campo para obtener los archivos vectoriales y sus correspondientes tablas de atributos necesarios para crear los mapas de hábitats individuales de cada salada. Se ha organizado y analizado los atributos de cada polígono para identificar el hábitat predominante (el que ocupa al menos 50% del recinto), su superficie, distribución y porcentaje. A partir de los atributos de cada polígono, se han analizado las diferencias entre saladares. La ortofoto sobre la que se ha realizado el mapa de ubicación del área de estudio y la ubicación de las tres plantas de interés, corresponde al vuelo del PNOA de 2021.

4.2.3. Mapas de hábitats e información complementaria

Los polígonos pueden contener de 1 a 6 hábitats. La leyenda del mapa representa el hábitat predominante, es decir, el que presenta mayor porcentaje de ocupación. Se ha aplicado a la leyenda el sistema de colores RGB establecida para las saladas de Sástago-Bujaraloz (Conesa *et al.*, 2011). La Tabla 7 recoge la descripción de los 22 hábitats identificados en las cuatro saladas. A la leyenda de colores RGB utilizada por Conesa *et al.*, (2011) en las Saladas de Monegros, se ha añadido el nuevo hábitat 62.41 (Rocas calcáreas o de reacción básica colonizadas por líquenes) para el que se ha establecido un nuevo código de color RGB a utilizar en la leyenda tanto de la Salada Pequeña como la Salada la Panolla.

Los códigos de hábitats LHA corresponden a la lista de hábitats de Aragón (Benito Alonso, 2011) y su correspondencia con los hábitats del Anexo I de la Directiva Hábitats (92/43/CEE), cuya descripción aparece en el Anejo 2 del presente trabajo. En los mapas, los hábitats se identifican en color negro, y su porcentaje en el recinto se anota en rojo y cursiva, apareciendo siempre en primer lugar el predominante. Los polígonos con hábitats incluidos en el Anexo I de la Directiva Hábitats se indican con trama rayada superpuesta.

Se ha elaborado un mapa de hábitats general y cuatro mapas de hábitats individuales de cada salada, sobre la ortofoto correspondiente al vuelo PNOA de 2006, año en que se tomaron los datos en campo. Cada mapa se acompaña de una tabla de síntesis con la descripción de cada hábitat, su superficie y porcentaje, correspondencia LHA e HIC. Las superficies se han obtenido mediante análisis SIG, a partir de la tabla de atributos del archivo vectorial.

Finalmente, se ha elaborado una descripción específica de los hábitats halófilos característicos de las lagunas saladas (Anejo 3).

4.3. Trabajo en laboratorio

4.3.1. Muestras de suelo

De los tres sondeos muestreados, se han tomado un total de siete muestras (Tabla 5). Las muestras se han desmenuzado sobre bandejas para facilitar su secado y tamizado posterior. Se han secado (35°C durante dos días) y posteriormente se han disgregado para su tamizado (2 mm de luz de malla). Se tiene como resultado la muestra de tierra fina, que permite analizar la distribución de limo, arcilla y arena. El siguiente paso ha sido cuartear la muestra para conseguir alícuotas representativas que posteriormente se han destinado a diferentes determinaciones /laboratorios:

- Análisis físicos y químicos: pH, conductividad eléctrica (CE), carbonato y yeso: Se preparan unos 100 g de muestra en bote de orina.
- Análisis de materia orgánica: Alícuota de 10 g de muestra
- Análisis del tamaño de partículas: Alícuota de unos 30 g de muestra.

Para este proceso se ha utilizado un cuarteador consistente en un separador de dos submuestras mediante dos bandejas separadas sobre las que cae la muestra desdoblada. En relación con los análisis físicos y químicos del suelo se han seguido los pasos que se indican en el esquema metodológico de la Figura 3.

Tabla 5. Identificación de las siete muestras con sus respectivas profundidades.

Muestra	Profundidad (cm)
ALC-6	0-15
ALC-7_1	0-25
ALC-7_2	25-50
ALC-7_3	50-75
ALC-8_1	0-25
ALC-8_2	25-50
ALC-8_3	50-75

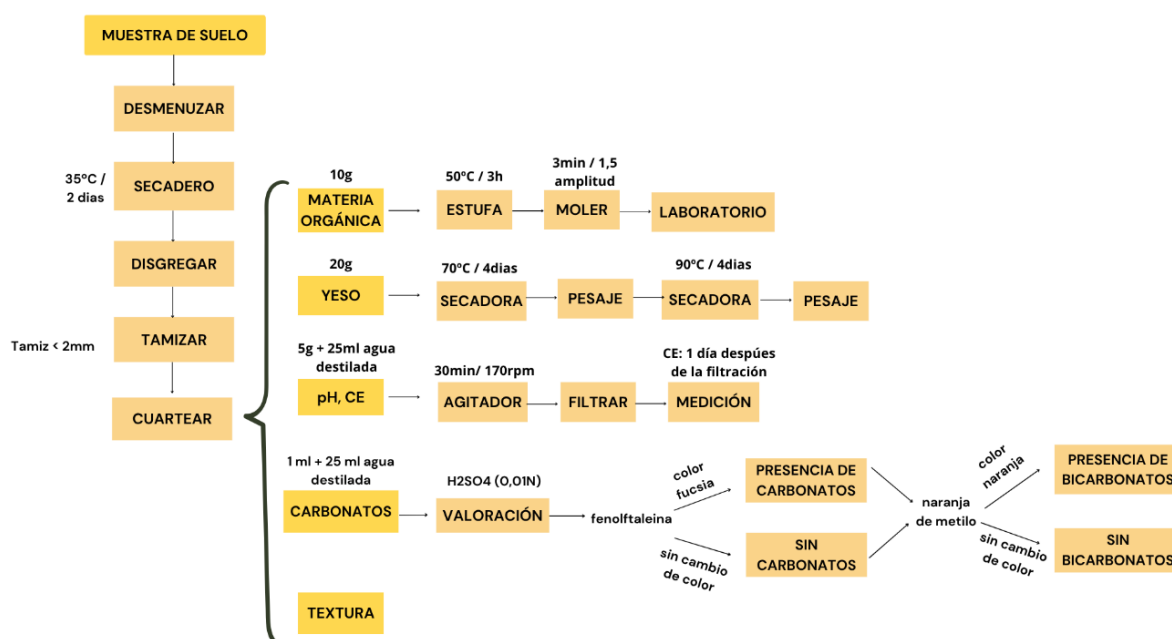


Figura 3. Esquema metodológico para las muestras de suelo.

El pH y la conductividad eléctrica (CE) se han medido en cada muestra de suelo en dos extractos de suelo, según se indica en la Tabla 6. Se ha medido el pH con el electrodo Orion 9157BNMD, y la CE con el electrodo Orion 013605MD Thermo Fisher Scientific Inc y se ha expresado en dS/m a 25°C, además se ha llevado a cabo el extracto de pasta saturada sobre la que se ha medido el pH y la conductividad eléctrica CEe (United States Salinity Staff, 1954). A cada bote con la muestra con suelo se le añaden 25 ml de agua destilada y se someten a agitación a 170 rpm durante 30 minutos. Las muestras destinadas a medir el pH se han filtrado y medido directamente, mientras que la CE se ha medido al día siguiente para facilitar la disolución de los iones del suelo; se han filtrado antes de su medición.

Tabla 6. Determinación del pH y CE en extractos acuosos de suelo.

Determinación	Concentración	Suelo (g)	Agua destilada (ml)
pH	1:2.5	10	25
	1:5	5	
CE	1:5	5	
	1:10	2,5	

Se ha determinado el carbonato cálcico equivalente (CCE) por gasometría (MAPA, 1994). El yeso se ha determinado por termogravimetría (Artieda *et al.*, 2006). Las determinaciones de yeso y carbonatos se han repetido (“réplicas de laboratorio”) para descartar errores de manipulación.

La materia orgánica se ha obtenido en laboratorio externo por el método Walkley-Black, que determina el carbono orgánico oxidable. La materia orgánica se calcula multiplicando el resultado por el coeficiente 1,724. Previamente las muestras se han secado en estufa a 50 °C durante 3 horas y se han molido en molino de ágata durante 3 minutos con una vibración de 1,5 de amplitud (proporciona mayor o menor vibración) para obtener un tamaño de grano más fino.

La distribución del tamaño de partícula se ha determinado en laboratorio externo por difracción laser con el equipo Mastersizer 3000-Hydro LV, aunque no es un método óptimo para suelos con alto contenido en yeso (Casby-Horton *et al.*, 2015), dado que los diferentes tamaños de partícula corresponden a granos de yeso que han podido sufrir disolución en el proceso de medición láser mientras la muestra circula en agua.

4.3.2. Muestras de agua

Debido a la elevada salinidad, las muestras no se conservan en frigorífico para evitar precipitación de parte de las sales disueltas al disminuir la temperatura. Se ha medido el pH en las dos muestras de agua freática correspondientes a los sondeos en los puntos de *Sonchus crassifolius* (ALC-7) y *Cressa cretica* (ALC-8) con el electrodo Orion 9157BNMD y la conductividad eléctrica (CE) con el electrodo Orion 013605MD.

5. Resultados

5.1. Definición y caracterización de los hábitats

La Figura 4 muestra la cartografía completa de hábitats de las Saladas de Alcañiz. La Tabla 7 recoge los hábitats LHA e HIC identificados en las 4 saladas junto con la superficie que ocupan. Además, se ha realizado un análisis de la vegetación de cada salada individualmente (no se consideran vegetación natural los siguientes hábitats; 14.1, 62.41, 82.32, 86.42, 87.21), y del porcentaje de vegetación halófila con respecto a la vegetación de cada salada.

La superficie total que ocupan los hábitats de las cuatro saladas es de 181,8 ha. Cuenta con 22 hábitats LHA y 7 hábitats HIC del Anexo I de la Directiva Hábitats, repartidos en las cuatro saladas. Entre las cuatro saladas, hay un total de 86,9 ha de vegetación, de la cual un 93,6% (81,4 ha) corresponde a vegetación halófila.

El hábitat de mayor extensión es el 14.1 “Fondos salinos de cubetas endorreicas desnudos de vegetación vascular” con un 36,7%, del área cartografiada. El hábitat formado por vegetación con mayor extensión es el 15.6151 “Matorrales de sosa (*Suaeda vera subsp. braun-blanchetii*), de suelos arcillosos muy salinos, temporalmente inundados, de las tierras interiores áridas” con un 27,8%, siendo a su vez el hábitat halófilo de mayor extensión. Mientras que el hábitat 53.111 “Carrizales siempre inundados” es el de menor superficie en el conjunto de las cuatro saladas con un 0,01%, y el hábitat halófilo de menor extensión corresponde a 44.8134 (Tamarizales de suelos hipersalinos). El hábitat 82.32 “Cultivos herbáceos extensivos de secano, de tierra baja”, es el quinto en cuanto a superficie ocupada en el conjunto, y se encuentra en Salada Panolla y Salada Grande con un 54,3% y 1,7%, respectivamente.

Las cuatro saladas albergan un total de once hábitats halófilos diferentes, siendo la salada Jabonera la que mayor número presenta con nueve, seguido de la Salada Grande con ocho, mientras que la que menos variedad presenta es la Salada la Panolla con seis hábitats (Tabla 19). Los cuatro hábitats comunes a las cuatro saladas son 15.12, 15.54, 44.81342, 87.21. Los dos primeros están relacionados con suelos salinos y el último está relacionado con la agricultura. Seis hábitats son exclusivos de una salada: 15.1143, 32.1321, 32.2D, 44.8134, 53.111 y 86.42.

Tabla 7. Datos de hábitats de las Saladas de Alcañiz identificados con la nomenclatura LHA e HIC, descripción LHA y la superficie en hectáreas (ha) y porcentaje (%).

LHA	Directiva HIC	Descripción LHA	Superficie	
			(ha)	(%)
14.1		Fondos salinos de cubetas endorreicas desnudos de vegetación vascular	66,70	36,68
15.1142	1310	Salicorniars herbáceos de <i>Salicornia patula</i> , de suelos salinos, inundables, de las tierras interiores áridas	8,42	4,63
15.1143	1310	Salicorniars herbáceos de <i>Halopeplis amplexicaulis</i>	3,51	1,93
15.12	1310	Comunidades herbáceas de <i>Frankenia pulverulenta</i> , <i>Salsola soda</i> , <i>Hordeum marinum</i> ..., nitrófilas, de suelos salinos	16,49	9,07
15.51	1410	Juncals de <i>Juncus maritimus</i> , de suelos poco salinos, largamente inundados, de las áreas interiores	0,71	0,39
15.54	1410	Pastos dominados por <i>Puccinellia fasciculata</i> o <i>Aeluropus litoralis</i> ,... de depresiones húmedas salinas, de las tierras interiores áridas	3,34	1,83
15.57	1410	Comunidades y poblaciones de <i>Elymus</i> o <i>Artemisia</i> (p. ej. <i>A. gallica</i>), de suelos salobrosos poco húmedos	1,33	0,73
15.6151	1420	Matorrales de sosa (<i>Suaeda vera subsp. braun-blauquetii</i>), de suelos arcillosos muy salinos, temporalmente inundados, de las tierras interiores áridas	50,55	27,80
15.721	1430	Matorrales con dominancia de <i>Salsola vermiculata</i> (sisallares), ontina (<i>Artemisia hierba-alba</i>), sisallo royo (<i>Kochia prostrata</i>), cenizo (<i>Atriplex halimus</i>),... nitrohalófilos, de suelos áridos de la Depresión del Ebro	7,52	4,14
15.8213	1510	Espartales o albardineros (estepas con <i>Lygeum spartum</i>), de suelos salinos, muy secos en verano, del valle del Ebro	3,17	1,74
32.1321	5210	Maquias o sardas con abundancia de sabina negral arborescente (<i>Juniperus phoenicea subsp. phoenicea</i>) calcícolas, de las áreas mediterráneas	0,29	0,16
32.42		Romerales (<i>Rosmarinus officinalis</i>), calcícolas, de tierra baja	1,22	0,67
32.2D		Otros tipos de sardas de las áreas mediterráneas cálidas	0,14	0,07
34.621		Espartales de albardín (<i>Lygeum spartum</i>), de las tierras interiores áridas	2,19	1,20
44.8134	92D0	Tamarizales de suelos hipersalinos	0,07	0,04
44.81342	92D0	Tamarizales de <i>Tamarix canariensis</i> , en ocasiones con <i>T. gallica</i> , de suelos salinos o hipersalinos	0,91	0,50
53.111		Carrizales siempre inundados	0,03	0,01

53.112	Carrizales de suelos raramente inundados	0,74	0,41
62.41	Rocas calcáreas o de reacción básica colonizadas por líquenes	0,49	0,27
82.32	Cultivos herbáceos extensivos de secano, de tierra baja	8,44	4,64
86.42	Acúmulos de escombros, escorias, piedras de despedregado de campos, etc.	0,20	0,11
87.21	Comunidades ruderales de tierra baja	5,41	2,97
TOTAL		181,86	

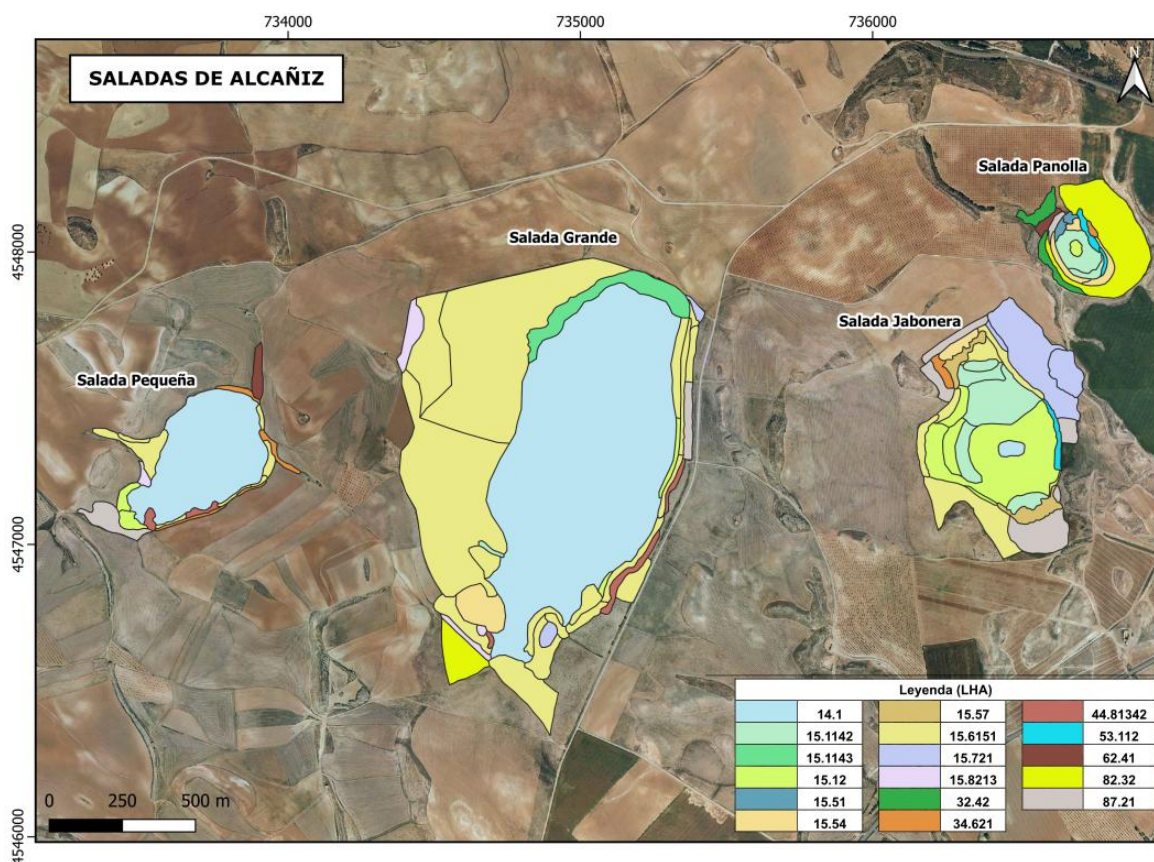



Figura 4. Mapa de hábitats de las Saladas de Alcañiz.

5.1.1. Salada Grande (41°02'37.5"N, 0°12'13.6"W)

La Salada Grande (Tabla 8) cuenta con un total de 34 recintos ocupando una superficie de 114,9 ha. La cartografía correspondiente a sus hábitats se refleja en la Figura 5. El hábitat de mayor superficie corresponde al 14.1 “Fondos salinos de cubetas endorreicas desnudos de vegetación vascular” con un 47,0% ocupando la parte Este de la salada. En cuanto a los hábitats con vegetación (sin tener en cuenta el 14.1 que son los fondos de las salinas desprovistos de vegetación vascular), el hábitat presente en el mayor número de polígonos (21 recintos) es el 15.6151, que corresponde a “Matorrales de sosa

(*Suaeda vera* subsp. *braun-blanquetii*), de suelos arcillosos muy salinos, temporalmente inundados, de las tierras interiores áridas”. Además, es el hábitat con mayor superficie, con 34,7%. El de menor extensión es 44.81342 “Tamarizales de *Tamarix canariensis*, en ocasiones con *T. gallica*, de suelos salinos o hipersalinos” con el 0,5%. Un total de 538750,1 m² incluyen HIC, lo que representa un 46,9 % de la superficie total de la salada, siendo el 1420, el más representado con un 34,7 %.

Tabla 8. Caracterización de la Salada Grande con la silueta y superficie total (m²), los códigos del hábitat LHA e HIC con su respectiva superficie en m² y porcentaje.

Salada, silueta y superficie	Hábitat	Superficie		LHA	HIC	Nº de Recintos
		m ²	%			
 1149083,8 m ²	Fondos salinos de cubetas endorreicas desnudos de vegetación vascular	540177,0	47,01	14.1		2
	Salicorniars herbáceos de <i>Salicornia patula</i> , de suelos salinos, inundables, de las tierras interiores áridas	7792,9	0,68	15.1142	1310	3
	Salicorniars herbáceos de <i>Halopeplis amplexicaulis</i>	35098,2	3,05	15.1143		1
	Comunidades herbáceas de <i>Frankenia pulverulenta</i> , <i>Salsola soda</i> , <i>Hordeum marinum</i> ..., nitrófilas, de suelos salinos	83374,8	7,26	15.12	1310	11
	Pastos dominados por <i>Puccinellia fasciculata</i> o <i>Aeluropus litoralis</i> ,... de depresiones húmedas salinas, de	11041,3	0,96	15.54	1410	3
	Matorrales de sosa (<i>Suaeda vera</i> subsp. <i>braun-blanquetii</i>), de suelos arcillosos muy salinos, temporalmente inundados, de las tierras interiores áridas	398576,8	34,69	15.6151	1420	21
	Matorrales con dominancia de <i>Salsola vermiculata</i> (sisallares), ontina (<i>Artemisia hierba-alba</i>), sisallo royo (<i>Kochia prostrata</i>), cenizo (<i>Atriplex halimus</i>),... nitrohalófilos, de suelos áridos de la Depresión del Ebro	12617,7	1,10	15.721	1430	4
	Espartales o albardinares (estepas con <i>Lygeum spartum</i>), de suelos salinos, muy secos en verano, del valle del Ebro	19552,9	1,70	15.8213	1510	7
	Tamarizales de <i>Tamarix canariensis</i> , en ocasiones con <i>T. gallica</i> , de suelos salinos o hipersalinos	5793,8	0,50	44.81342	92D0	3
	Cultivos herbáceos extensivos de secano, de tierra baja	19213,2	1,67	82.32		1
	Comunidades ruderales de tierra baja	15845,3	1,38	87.21		7

La vegetación se refleja en la Tabla 9; los hábitats con vegetación tienen una superficie de 573848,3 m², representando el 49,9% del total de la salada. Toda la vegetación es halófila. El hábitat de mayor superficie es el 15.6151 con un 69,5% y el de menor, 44.81342 con el 1%.

Tabla 9. Hábitats con vegetación en la Salada Grande. En sombreado los hábitats halófilos.

LHA		Superficie (m ²)	Porcentaje (%) de vegetación halófila sobre la total
15.1142		7792,9	1,4
15.1143		83374,8	14,5
15.12		35098,2	6,1
15.54		11041,3	1,9
15.6151		398576,8	69,5
15.721		12617,7	2,2
15.8213		19552,9	3,4
44.81342		5793,8	1,0
Total	Vegetación	(m ²)	573848,3
	Vegetación respecto a la salada	(%)	49,9
	Vegetación halófila	(m ²)	573848,3
	Vegetación halófila respecto la total	(%)	100

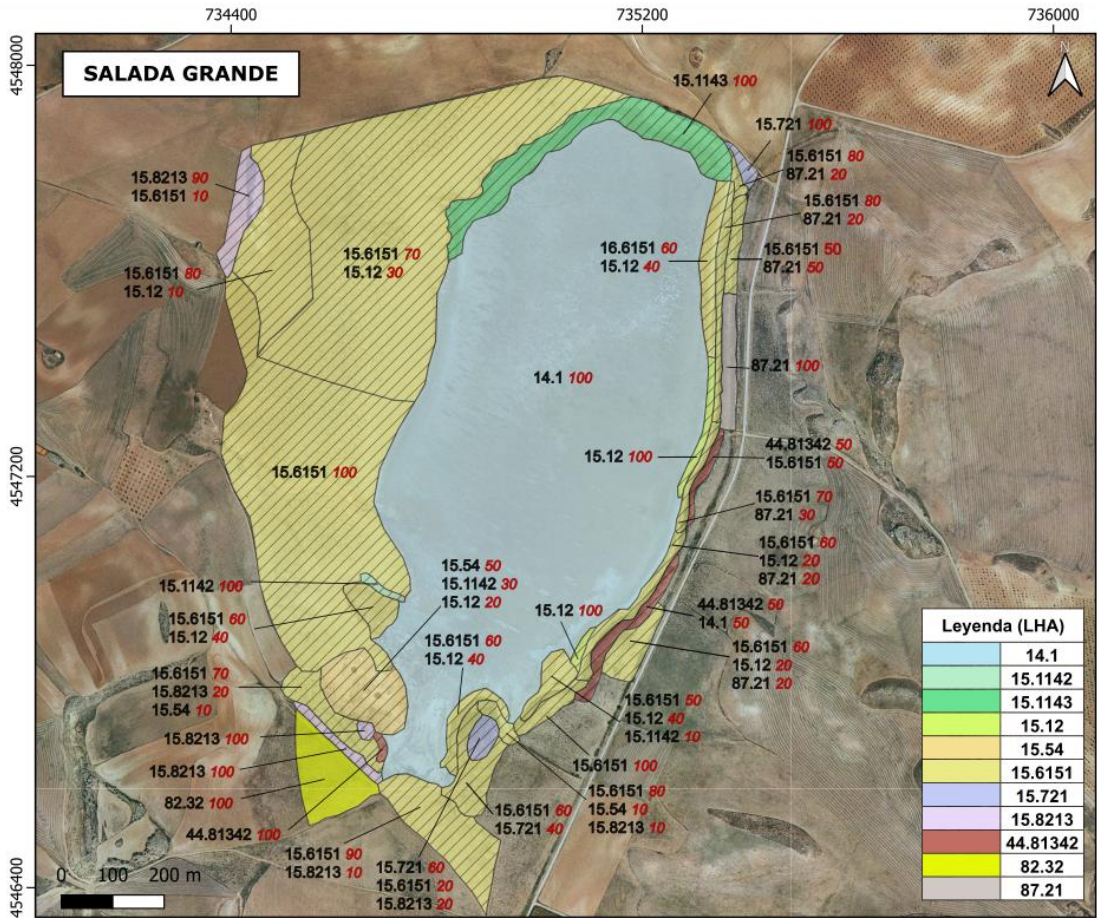


Figura 5. Cartografía de hábitats de la Salada Grande. En rayado los polígonos HIC.

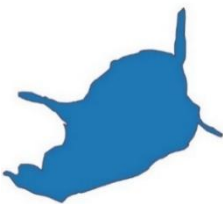
5.1.2. Salada Pequeña (41°02'37.1"N 0°13'09.0"W)

La Salada Pequeña (Tabla 10) cuenta con un total de 19 recintos que se extienden en una superficie total de 198085,7 m², la cartografía de hábitats se refleja en la figura 6.

El hábitat con mayor superficie corresponde al 14.1 “Fondos salinos de cubetas endorreicas desnudos de vegetación vascular” con un 61,9%, ocupando la casi totalidad del área cartografiada. El hábitat de menor superficie es 15.721 “Matorrales con dominancia de *Salsola vermiculata* (sisallares), ontina (*Artemisia hierba-alba*), sisallo royo (*Kochia prostrata*), cenizo (*Atriplex halimus*), nitrohalófilos, de suelos áridos de la Depresión del Ebro”, con un 0,3%.

De los hábitats con vegetación, el de mayor superficie es “Comunidades herbáceas de *Frankenia pulverulenta*, *Salsola soda*, *Hordeum marinum*..., nitrófilas, de suelos salinos” (15.12) con un 10,5%. El hábitat más frecuente, según su presencia en diferentes recintos, es “Matorrales de sosa (*Suaeda vera subsp. braun-blanquetii*), de suelos arcillosos muy salinos, temporalmente inundados, de las tierras interiores áridas” (15.6151). Aparece en un total de 12 recintos. Un total de 48943,6 m² incluyen HIC, lo que representa un 24,7 % de la superficie total de la salada, siendo el 1310, el más representado.

Tabla 10. Caracterización de la Salada Pequeña con la silueta y superficie total (m²), los códigos del hábitat LHA e HIC con su respectiva superficie en m² y porcentaje.

Salada, silueta y superficie	Hábitat	Superficie		LHA	HIC	Nº de Recintos
		m ²	%			
 198085,7m ²	Fondos salinos de cubetas endorreicas desnudos de vegetación vascular	122662,3	61,9	14.1		1
	Comunidades herbáceas de <i>Frankenia pulverulenta</i> , <i>Salsola soda</i> , <i>Hordeum marinum</i> ..., nitrófilas, de suelos salinos	20739,5	10,5	15.12	1310	9
	Juncuales de <i>Juncus maritimus</i> , de suelos poco salinos, largamente inundados, de las áreas interiores	1685,9	0,9	15.51	1410	2
	Pastos dominados por <i>Puccinellia fasciculata</i> o <i>Aeluropus litoralis</i> , de depresiones húmedas salinas, de las tierras interiores áridas	4872,1	2,5	15.54	1410	6
	Matorrales de sosa (<i>Suaeda vera subsp. braun-blanquetii</i>), de suelos arcillosos muy salinos, temporalmente inundados, de las tierras interiores áridas	14274,3	7,2	15.6151	1420	12

Matorrales con dominancia de <i>Salsola vermiculata</i> (sisallares), ontina (<i>Artemisia hierba-alba</i>), sisallo royo (<i>Kochia prostrata</i>), cenizo (<i>Atriplex halimus</i>), nitrohalófilos, de suelos áridos de la Depresión del Ebro	675,0	0,3	15.721	1430	1
Espartales o albardinares (estepas con <i>Lygeum spartum</i>), de suelos salinos, muy secos en verano, del valle del Ebro	4017,2	2,0	15.8213	1510	4
Romerales (<i>Rosmarinus officinalis</i>), calcícolas, de tierra baja	3181,7	1,6	32.42		2
Espartales de albardín (<i>Lygeum spartum</i>), de las tierras interiores áridas	11993,8	6,1	34.621		5
Tamarizales de suelos hipersalinos	708,7	0,4	44.8134		2
Tamarizales de <i>Tamarix canariensis</i> , en ocasiones con <i>T. gallica</i> , de suelos salinos o hipersalinos	1970,9	1,0	44.81342	92D0	3
Rocas calcáreas o de reacción básica colonizadas por líquenes	3519,2	1,8	62.41		2
Comunidades ruderales de tierra baja	7785,1	3,9	87.21		3

La Tabla 11 refleja la vegetación de la Salada Pequeña. La vegetación natural propia cuenta con una superficie de 64119,1 m², representado un 32,4% del total de la superficie cartografiada. La vegetación halófila, representa un 76,3% del total, siendo el hábitat de mayor porcentaje el 15.12 con un 32,4% y los de menor, 15.721 y 44.81341 con un 1,1%.

Tabla 11 Hábitats con vegetación en la Salada Pequeña.

LHA			Superficie (m ²)	Porcentaje (%) de vegetación halófila sobre la total
15.12			20739,5	32,4
15.51			1685,9	2,6
15.54			4872,1	7,6
15.6151			14274,3	22,3
15.721			675,0	1,1
15.8213			4017,2	6,3
32.42			3181,7	
34.621			11993,8	
44.8134			708,7	1,1
44.81342			1970,9	3,1
Total	Vegetación	(m ²)	64119,1	
	Vegetación respecto a la salada	(%)	32,4	
	Vegetación halófila	(m ²)		48943,6
	Vegetación halófila respecto la total	(%)		76,3

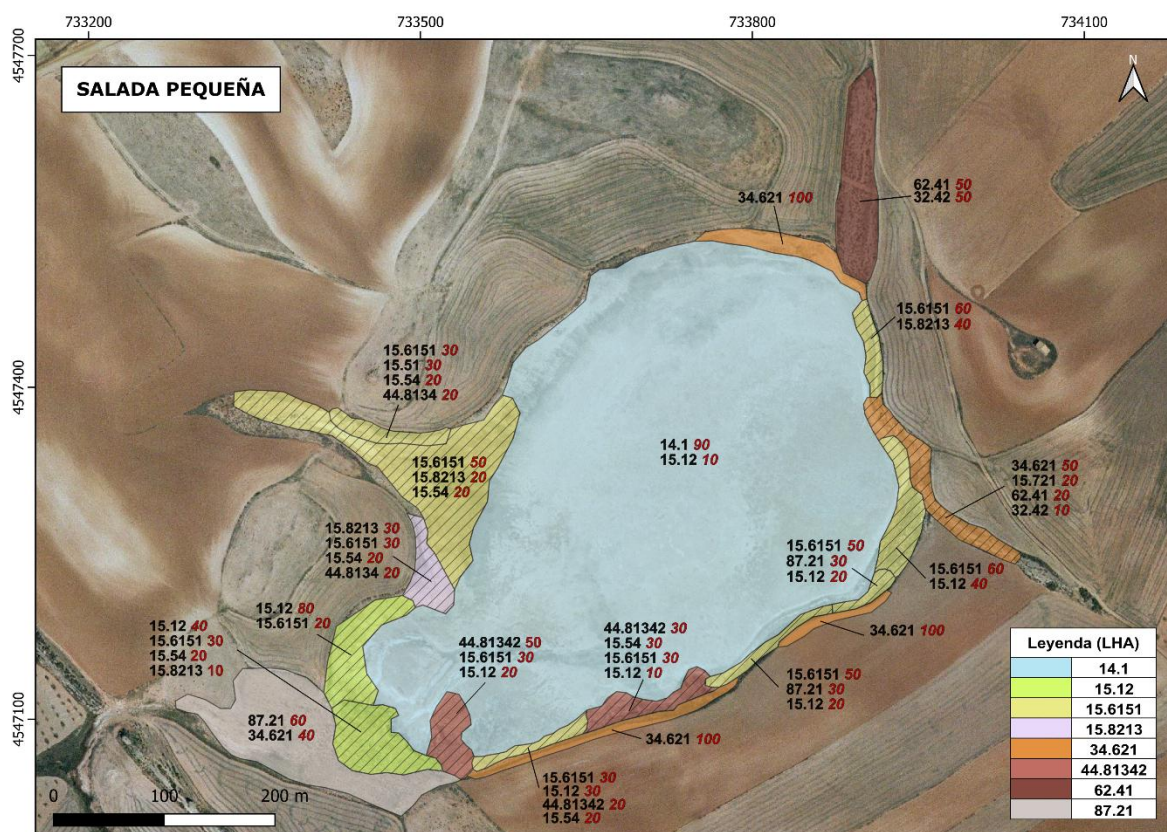



Figura 6. Cartografía de hábitats de la Salada Pequeña. En rayado los polígonos HIC.

5.1.3. Salada Jabonera (41°02'36.7"N 0°11'13.4"W)

La Salada Jabonera (Tabla 12), cuenta con un total de 29 recintos con una superficie de 351412,5 m², la cartografía de hábitats aparece en la Figura 7. El hábitat con mayor superficie corresponde a "Matorrales de sosa (*Suaeda vera subsp. braun-blauquetii*), de suelos arcillosos muy salinos, temporalmente inundados, de las tierras interiores áridas" (15.6151) con un 26,4% de la superficie cartografiada, además de ser el hábitat más frecuente, pues aparece en trece recintos. El hábitat con menor superficie es "Tamarizales de *Tamarix canariensis*, en ocasiones con *T. gallica*, de suelos salinos o hipersalinos" (44.81342) con una ocupación del 0,3%. El hábitat 14.1, referido a los fondos salinos de cubetas endorreicas desnudos de vegetación vascular, apenas representa el 1,2% de la superficie. Un total de 304380,0 m² incluyen HIC, lo que representa un 86,6% de la superficie total de la salada, siendo el 1310, el más representado con un 33,9%.

Tabla 12. Caracterización de la Salada Jabonera con la silueta y superficie total (m²), los códigos del hábitat LHA e HIC con su respectiva superficie en m² y porcentaje

Salada, silueta y superficie	Hábitat	Superficie		LHA	HIC	Nº de Recintos
		m ²	%			
 351412,5 m ²	Fondos salinos de cubetas endorreicas desnudos de vegetación vascular	4147,1	1,2	14.1*		1
	Salicorniars herbáceos de <i>Salicornia patula</i> , de suelos salinos, inundables, de las tierras interiores áridas	60115,9	17,1	15.1142	1310	6
	Comunidades herbáceas de <i>Frankenia pulverulenta</i> , <i>Salsola soda</i> , <i>Hordeum marinum</i> ..., nitrófilas, de suelos salinos	58977,5	16,8	15.12	1310	6
	Juncales de <i>Juncus maritimus</i> , de suelos poco salinos, largamente inundados, de las áreas interiores	2047,2	0,6	15.51	1410	3
	Pastos dominados por <i>Puccinellia fasciculata</i> o <i>Aeluropus litoralis</i> ,... de depresiones húmedas salinas, de las tierras interiores áridas	6575,9	1,9	15.54	1410	4
	Comunidades y poblaciones de <i>Elymus</i> o <i>Artemisia</i> (p. ej. <i>A. gallica</i>), de suelos salobrosos poco húmedos	12867,6	3,7	15.57	1410	4
	Matorrales de sosa (<i>Suaeda vera</i> subsp. <i>braun-blauquetii</i>), de suelos arcillosos muy salinos, temporalmente inundados, de las tierras interiores áridas	92638,1	26,4	15.6151	1420	13
	Matorrales con dominancia de <i>Salsola vermiculata</i> (sisallares), ontina (<i>Artemisia hierba-alba</i>), sisallo royo (<i>Kochia prostrata</i>), cenizo (<i>Atriplex halimus</i>), nitrohalófilos, de suelos áridos de la Depresión del Ebro	61927,8	17,6	15.721	1430	5
	Espartales o albardinares (estepas con <i>Lygeum spartum</i>), de suelos salinos, muy secos en verano, del valle del Ebro	8158,5	2,3	15.8213	1510	3
	Otros tipos de sardas de las áreas mediterráneas cálidas	1363,0	0,4	32.2D		1
	Espartales de albardín (<i>Lygeum spartum</i>), de las tierras interiores áridas	8745,3	2,5	34.621		4
	Tamarizales de <i>Tamarix canariensis</i> , en ocasiones con <i>T. gallica</i> , de suelos salinos o hipersalinos	1071,4	0,3	44.81342	92D0	1
	Carrizales de suelos raramente inundados	3999,5	1,1	53.112		3
	Comunidades ruderales de tierra baja	28777,7	8,2	87.21		5

La vegetación de la salada representa el 90,6% del total de la superficie cartografiada, de la cual el 95,6% es vegetación halófila (Tabla 13). El hábitat halófilo con mayor extensión es 15.6151 con un 29,1%, mientras que el de menor extensión es el 44.81342 con un 0,3%.

Tabla 13. Hábitats con vegetación en la Salada Jabonera. En sombreado los hábitats halófilos.

LHA		Superficie (m ²)	Porcentaje (%) de vegetación halófila sobre la total
15.1142		60115,9	18,9
15.12		58977,5	18,5
15.51		2047,2	0,6
15.54		6575,9	2,1
15.57		12867,6	4,0
15.6151		92638,1	29,1
15.721		61927,8	19,4
15.8213		8158,5	2,6
32.2D		1363,0	
34.621		8745,3	
44.81342		1071,4	0,3
53.112		3999,5	
Total	Vegetación	(m ²)	318487,8
	Vegetación respecto a la salada	(%)	90,6
	Vegetación halófila	(m ²)	304380,0
	Vegetación halófila respecto la total	(%)	95,6

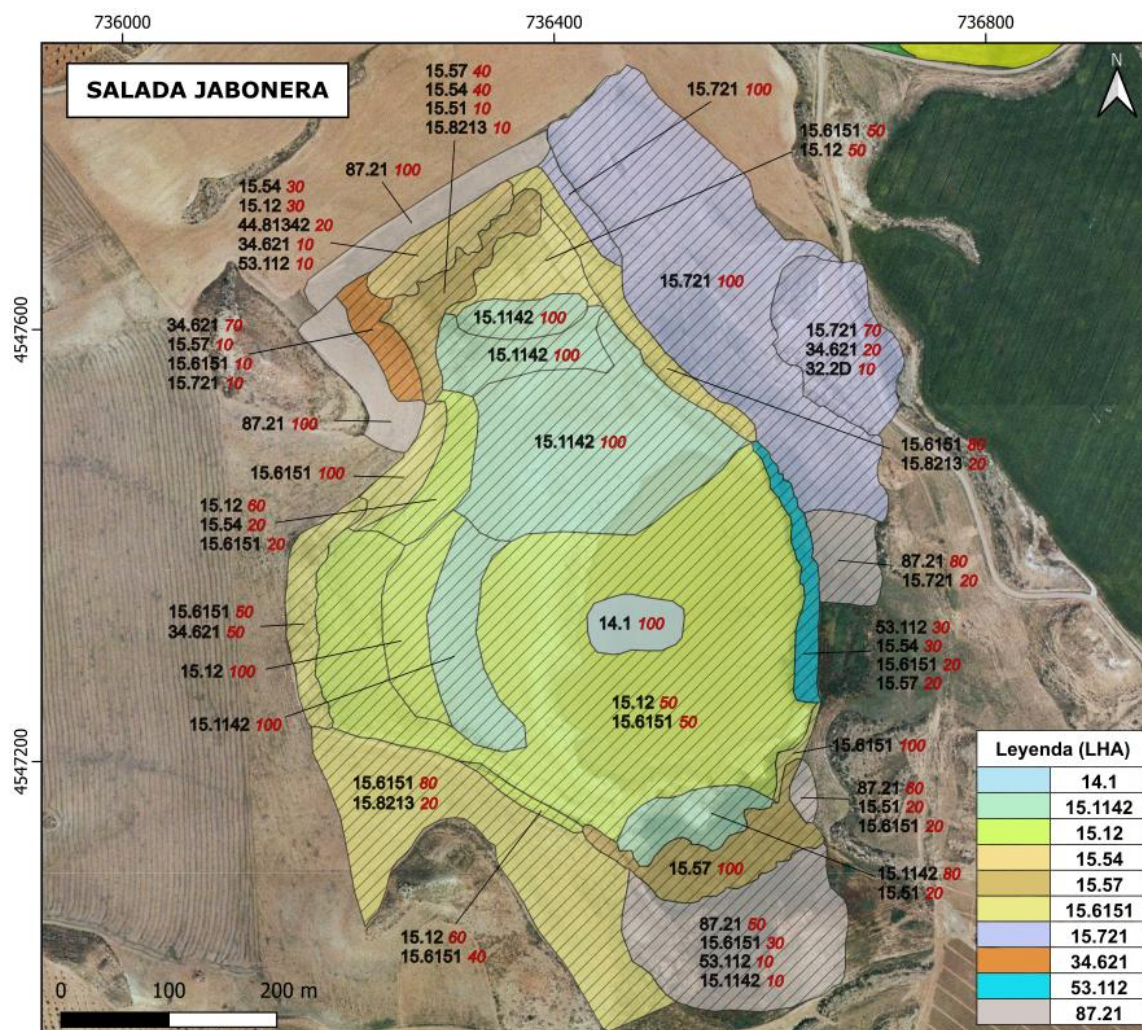


Figura 7. Cartografía de hábitats de la Salada Jabonera. En rayado los HIC.

5.1.4. Salada la Panolla (41°02'56.1"N 0°11'00.0"W)

La Salada la Panolla cuenta con un total de 16 recintos y una superficie de 120019,9 m² (Tabla 14), su cartografía se refleja en la Figura 8. El hábitat “cultivos herbáceos extensivos de secano, de tierra baja” (82.32), es el de mayor superficie con un 54,3%, ocupando la mitad Este de la salada. El hábitat con menor superficie es “Carrizales siempre inundados” (53.111) con un 0,2% del total. El hábitat más frecuente en los recintos es “Pastos dominados por *Puccinellia fasciculata* o *Aeluropus littoralis*, de depresiones húmedas salinas, de las tierras interiores áridas” (15.54), identificado en cinco recintos. Un total de 35933,3 m² incluyen HIC, lo que representa un 29,9% de la superficie total de la salada, siendo el 1310, el más representado con un 15,1%.

Tabla 14 Caracterización de la Salada de Panolla con la silueta y superficie total (m²), los códigos del hábitat LHA e HIC con su respectiva superficie en m² y porcentaje.

Salada, silueta y superficie	Hábitat	Superficie		LHA	HIC	Nº de Recintos
		m ²	%			
<div>La Panolla</div>  <div>120019,9 m²</div>	Salicorniales herbáceos de <i>Salicornia patula</i> , de suelos salinos, inundables, de las tierras interiores áridas	16283,1	13,6	15.1142	1310	2
	Comunidades herbáceas de <i>Frankenia pulverulenta</i> , <i>Salsola soda</i> , <i>Hordeum marinum</i> ..., nitrófilas, de suelos salinos	1844,1	1,5	15.12	1310	1
	Juncales de <i>Juncus maritimus</i> , de suelos poco salinos, largamente inundados, de las áreas interiores	3357,1	2,8	15.51	1410	4
	Pastos dominados por <i>Puccinellia fasciculata</i> o <i>Aeluropus littoralis</i> ,... de depresiones húmedas salinas, de las tierras interiores áridas	10878,8	9,1	15.54	1410	5
	Comunidades y poblaciones de <i>Elymus</i> o <i>Artemisia</i> (p. ej. <i>A. gallica</i>), de suelos salobrosos poco húmedos	394,1	0,3	15.57	1410	1
	Maquias o sardas con abundancia de sabina negral arborescente (<i>Juniperus phoenicea subsp. phoenicea</i>) calcícolas, de las áreas mediterráneas	2863,7	2,4	32.1321	5210	2
	Romerales (<i>Rosmarinus officinalis</i>), calcícolas, de tierra baja	9062,5	7,6	32.42		3
	Espartales de albardín (<i>Lygeum spartum</i>), de las tierras interiores áridas	1115,4	0,9	34.621		1
	Tamarizales de <i>Tamarix canariensis</i> , en ocasiones con <i>T. gallica</i> , de suelos salinos o hipersalinos	312,6	0,3	44.81342	92D0	1
	Carrizales siempre inundados	262,7	0,2	53.111		1
	Carrizales de suelos raramente inundados	3414,3	2,8	53.112		3
	Rocas calcáreas o de reacción básica colonizadas por líquenes	1420,3	1,2	62.41		1
	Cultivos herbáceos extensivos de secano, de tierra baja	65136,8	54,3	82.32		1
	Acúmulos de escombros, escorias, piedras de despedregado de campos, etc.	2011,5	1,7	86.42		1
	Comunidades ruderales de tierra baja	1663,3	1,4	87.21		1

La vegetación representa el 41,5% de la salada, siendo halófila el 66,4% de ella. El hábitat 15.1142 es el de mayor porcentaje con un 32,7% y el 44.81342 es el de menor presencia con un 0,6% (Tabla 15).

Tabla 15. Vegetación de la Salada la Panolla. En sombreado los halófilos.

LHA		Superficie (m²)	Porcentaje (%) de vegetación halófila sobre la total
15.1142		16283,1	32,7
15.12		1844,1	3,7
15.51		3357,1	6,7
15.54		10878,8	21,9
15.57		394,1	0,8
32.1321		2863,7	
32.42		9062,5	
34.621		1115,4	
44.81342		312,6	0,6
53.111		262,7	
53.112		3414,3	
Total	Vegetación	(m²)	49788,1
	Vegetación respecto a la salada	(%)	41,5
	Vegetación halófila	(m²)	33069,6
	Vegetación halófila respecto la total	(%)	66,4

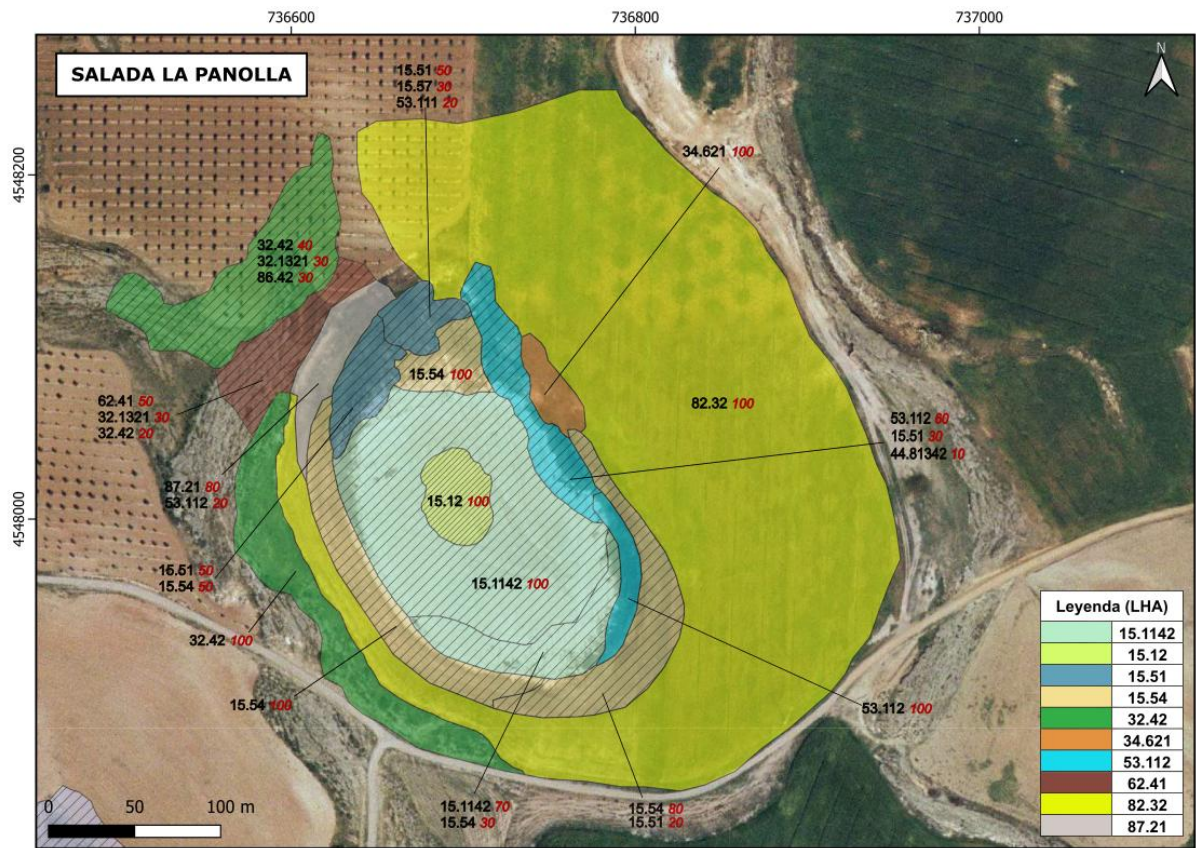


Figura 8. Cartografía de hábitat de la Salada la Panolla. En rayado los HIC.

5.2. Descripción de la flora de interés

Los mapas con la ubicación de las tres plantas de interés se recogen en el Anejo 4, correspondiendo *Microcnemum coralloides* y *Sonchus crassifolius* a la Salada de Calanda, y *Cressa cretica* a la Salada Jabonera.

5.2.1. *Cressa cretica*

La *Cressa cretica* es una especie halófila perenne de la familia Convolvulaceae, presente en suelos salinos y arcillosos temporalmente inundados. Puede alcanzar 38 cm de altura, aunque normalmente los individuos alcanzan 10 cm. Comienzan a brotar a principios de junio. La época de floración y fructificación va desde finales de junio a finales de agosto, y en septiembre la planta se va marchitando. En época de lluvias, en otoño, sus semillas permanecen latentes en el suelo inundado hasta junio del año siguiente cuando vuelven a brotar (Priyashree, 2010). En cuanto a su distribución, aparecen más focos de presencia en el Suroeste de Andalucía (Figura 9).

Aparece en el hábitat 15.12 (“Comunidades herbáceas de *Frankenia pulverulenta*, *Salsola soda*, *Hordeum marinum*..., nitrófilas, de suelos salinos”), dicha correspondencia tiene lugar entre la ubicación de 2024 y presencia de esta comunidad en 2006 en ese recinto.

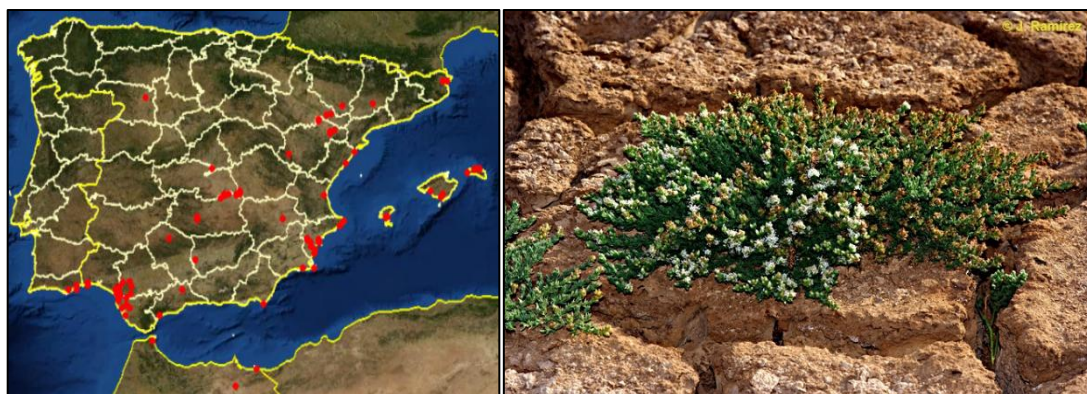


Figura 9 Distribución y ejemplar de *Cressa cretica*. Fuente: <http://www.anthos.es/> , fotografía *Cressa* (Ramírez, 2014).

5.2.2. *Microcnemum coralloides* (Loscos & J.Pardo)

La *Microcnemum coralloides* es una terófito anual de la familia Amaranthaceae, de tamaño entre 2 y 12 cm, cuyo tallo se caracteriza por ser articulado, craso (carnoso) y glabro. La tonalidad varía entre el verde y rojizo, mientras que es amarillenta cuando presenta estado de desecación (Figura 10). Planta característica de ambientes salinos, se desarrolla sobre los márgenes de fondos de cubetas que se encuentran temporalmente inundadas. El suelo sobre el que se desarrolla *Microcnemum* es alcalino y salino y de textura limo-arenosa. (Molero, 1986).

Las lluvias en invierno y primavera condicionan la densidad de cobertura de estas poblaciones. Las semillas germinan cuando no existe agua en la capa superficial tras el periodo de lluvias. Su distribución en la Península Ibérica aparece mayormente en Aragón, seguida de Castilla la Mancha.

Esta especie se encuentra dentro del hábitat LHA 15.1141 “Salicorniares herbáceos de *Microcnemum coralloides*, de suelos salinos, inundables, de las tierras interiores áridas”.

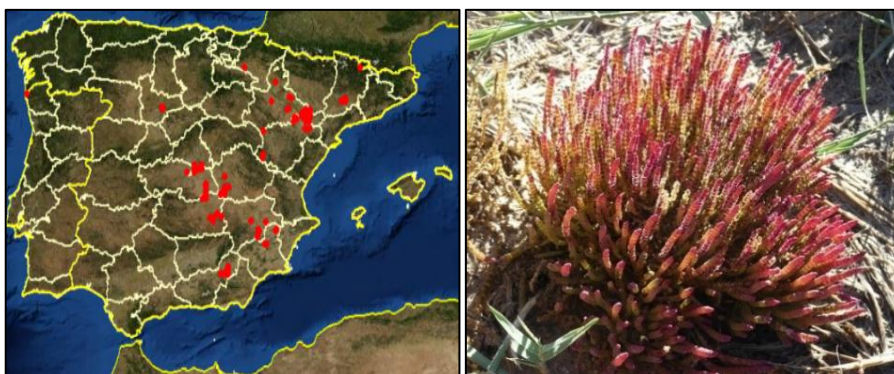


Figura 10. Distribución y ejemplar de *Microcnemum coralloides*. Fuente: <http://www.anthos.es/>

5.2.3. *Sonchus crassifolius*

Sonchus crassifolius es una especie hemicriptófita, glabra, pero con una cierta lanosidad en el tallo y envés de las hojas, espinosa, de hasta 1,5 m de altura. Su distribución es exclusivamente ibérica, con poblaciones aisladas en la Depresión del Ebro, saladares del centro peninsular y del sureste ibérico. Se desarrolla sobre suelos temporalmente inundados (Serra Laliga & Hernández Bravo, 2022), necesita suelos más húmedos y con menor salinidad. Aparecen más focos de presencia en Castilla La Mancha (Figura 11).

Aparece en el hábitat 15.51 “Juncuales de *Juncus maritimus*, de suelos poco salinos, largamente inundados, de las áreas interiores”, en zonas más alejadas del foco salino de la salada y que se encuentran más tiempo inundadas.

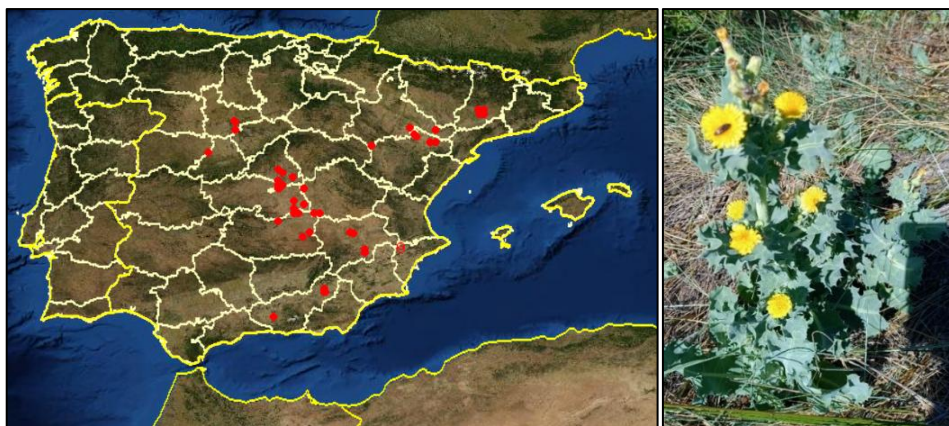


Figura 11. Distribución y ejemplar de *Sonchus crassifolius*. Fuente: <http://www.anthos.es/>

5.3. Caracterización del suelo

5.3.1 Composición

Los resultados de los análisis de los parámetros de suelo se van a describir en base a las diferentes profundidades de suelo muestreado. La FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), según el pH de los suelos, estos se clasifican como muy ácidos, si el pH es inferior a 5,5, y muy alcalinos si el pH es superior a 8,5. El pH de los suelos analizados varía entre 8,2 y 8,7 (Tabla 17), por lo que se considera muy alcalino en el caso de *Microcnemum coralloides* (ALC-6) y *Cressa cretica* (ALC-8), y alcalino para *Sonchus crassifolius* (ALC-7).

Una característica importante de estos ambientes es la elevada salinidad del suelo, solo tolerada por determinadas especies, así como su distribución en profundidad. La Figura 12a, muestra que el perfil de salinidad (CE) disminuye con la profundidad en ALC-7 (*Sonchus*), mientras que en ALC-8 (*Cressa*) aumenta. Aplicando la clasificación de suelos salinos ampliamente usada en agricultura y que se basa en la conductividad eléctrica medida en el extracto de pasta saturada (CEe de la Tabla 16) (USDA; Nogués *et al.*, 2006), se obtienen las clases de salinidad del suelo de la Tabla 16.

El suelo de *Sonchus* (ALC-7) es fuertemente salino en sus dos primeras capas (con un máximo de 11,7 dS/m en el más superficial), y disminuye a moderadamente salino en la muestra más profunda. El suelo de la *Cressa* (ALC-8) muestra menor salinidad en superficie. El horizonte superficial más salino es el del *Microcnemum* (ALC-6).

Tabla 16. Clases de salinidad del suelo según Nogués *et al* (2006) para las muestras analizadas.

Identificación	Profundidad (cm)	CEe (dS/m)	Clase de salinidad (USDA)
ALC-6	0-15	35,5	Muy fuertemente salino
ALC-7	0-25	11,7	Fuertemente salino
	25-50	9,3	Fuertemente salino
	50-75	4,1	Moderadamente salino
ALC-8	0-25	14,4	Fuertemente salino
	25-50	28,1	Muy fuertemente salino
	50-75	33,9	Muy fuertemente salino

El contenido de yeso en ALC-7 (*Sonchus*) es máximo a mayor profundidad, 93,5%, y el mínimo se encuentra en la capa más superficial, 15,4%. Al contrario, sucede con el contenido en carbonato cálcico equivalente, que tiene su máximo en el horizonte más superficial, 25,3%, y el mínimo a mayor profundidad, 2,6%.

A diferencia del suelo ALC-7 (*Sonchus*), ALC-8 (*Cressa*) tiene un mayor contenido de yeso en superficie, 16,2%, y el mínimo en el horizonte central con un 7,6%. Mientras que el carbonato cálcico equivalente tiene su máximo en el horizonte más profundo con un 29,9% y el mínimo en el más superficial con un 26,2%.

Tabla 17. Composición de las muestras de suelo analizadas.

Muestra	Profundidad (cm)	pH 1:5	pH 1:2.5	CE 1:5	CE 1:10	CEe	CCE	Yeso	MO	Ac.	Limo	Ar.
				dS/m 25 °C			%					
ALC-6	0-15	8,7	8,6	5,67	4,0	35,0	6,6	79,5	0,6	12,9	20,0	67,1
ALC-7_1	0-25	8,5	8,4	4,70	3,6	11,7	25,3	15,4	5,2	31,5	45,6	22,9
ALC-7_2	25-50	8,4	8,4	3,42	2,9	9,3	14,9	59,7	1,6	27,1	44,3	28,6
ALC-7_3	50-75	8,2	8,3	2,51	2,4	4,1	2,6	93,5	0,5	10,1	26,6	63,3
ALC-8_1	0-25	8,6	8,6	4,71	3,6	14,4	26,2	16,2	0,9	44,8	41,7	13,5
ALC-8_2	25-50	8,7	8,7	7,67	5,0	28,1	29,7	7,6	0,6	55,4	32,8	11,8
ALC-8_3	50-75	8,7	8,6	8,88	5,7	33,9	29,9	9,3	0,4	22,9	12,8	64,3

El CCE (Figura 12b) es bajo en ALC-6 a diferencia de ALC-7 y ALC-8 en el horizonte superior. El CCE en ALC-7 disminuye en profundidad y en ALC-8 aumenta en profundidad. El contenido de yeso en ALC-7 (Figura 12c) aumenta con la profundidad, al contrario que ocurre con la muestra ALC-8, que se mantiene en un 20%. La muestra ALC-6 es la de mayor contenido de yeso en el horizonte superior. Comparando los contenidos de carbonato y yeso, se observa una relación negativa, es decir, conforme aumenta uno disminuye el otro.

En cuanto al contenido de materia orgánica (Figura 12d), la muestra de superficie de ALC-7 muestra el máximo (5,2%) y disminuye con la profundidad a diferencia de ALC-8 que se mantiene constante. ALC-6 es el suelo con menor contenido de materia orgánica en superficie.

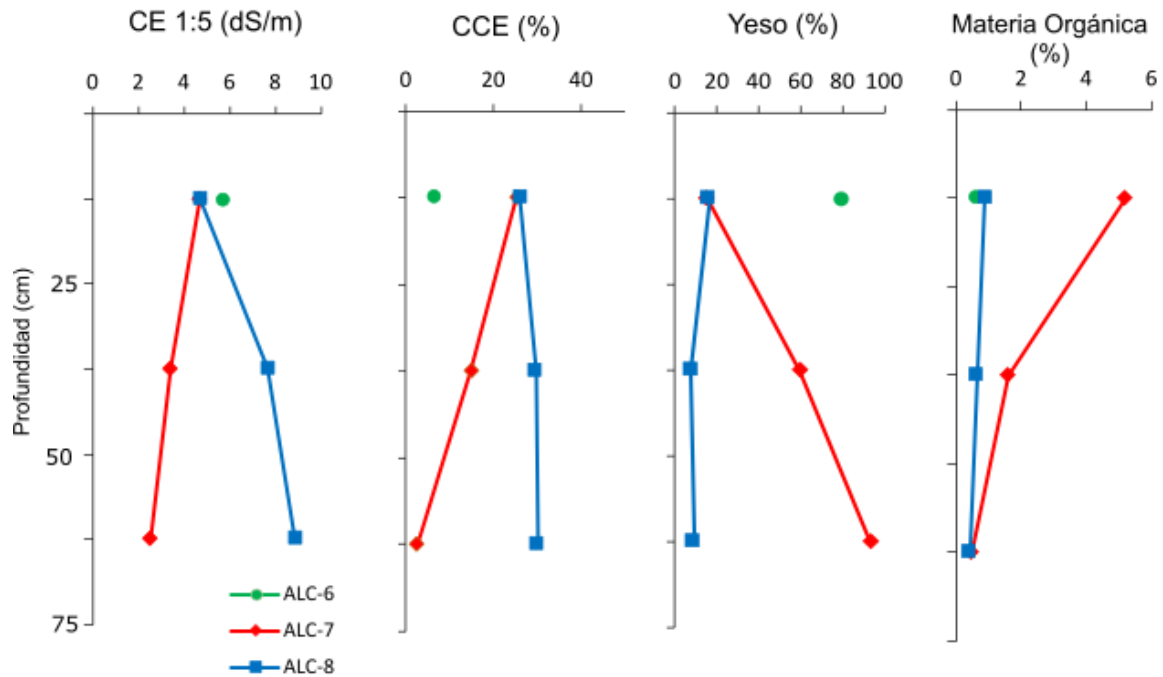


Figura 12. Distribución vertical de la conductividad eléctrica (a), contenido de carbonatos (b), yeso (c) y materia orgánica (d) en los suelos muestreados.

5.3.2 Distribución del tamaño de partícula

El triángulo textural de la Figura 13, empleado en la clasificación americana (Soil Survey Staff, 2022), permite clasificar el suelo visualmente y de forma rápida por su tamaño de grano. Se aprecian diferencias texturales entre las muestras de suelo según el sitio y según su profundidad, variando desde textura franco-arenosa (la más gruesa) hasta arcillosa (la más fina). Se alcanzan porcentajes altos de arena (más del 60%) en los tres sitios estudiados (Tabla 17) y los capas superiores del suelo son diferentes para las tres plantas: arenoso para el *Microcnemum* (ALC-6), franco para el *Sonchus* (ALC-7) y arcilloso para la *Cressa* (ALC-8). La regresión lineal del contenido de yeso con el porcentaje de tamaño arena, muestra un coeficiente de determinación elevado ($R^2 = 0.86$) si se excluye la muestra más profunda de ALC-8.

En cuanto a la variabilidad de la textura con la profundidad, como se observa en la Tabla 17, en ALC-7 (*Sonchus*) el contenido en arena aumenta en profundidad desde 22,9% (en superficie), a 63,3 % a 75 cm, mientras que el contenido en arcilla disminuye en profundidad. Los máximos porcentajes de arcilla (31,5%) y limo (45,6%) en ALC-7 están en el horizonte superior, mientras que el máximo de arena se encuentra en el horizonte central con un 28,6%.

Por otro lado, en ALC-8 (*Cressa*), las medias de porcentaje de arcilla, limo y arena son 41%, 29,1% y 29,9%, respectivamente. El máximo porcentaje de limo se da en superficie

con un 41,7%, el máximo de arcilla (55,4%) está en la capa central muestreada, mientras que el máximo de arena (64,3%) se encuentra en la capa más profunda (75 cm).

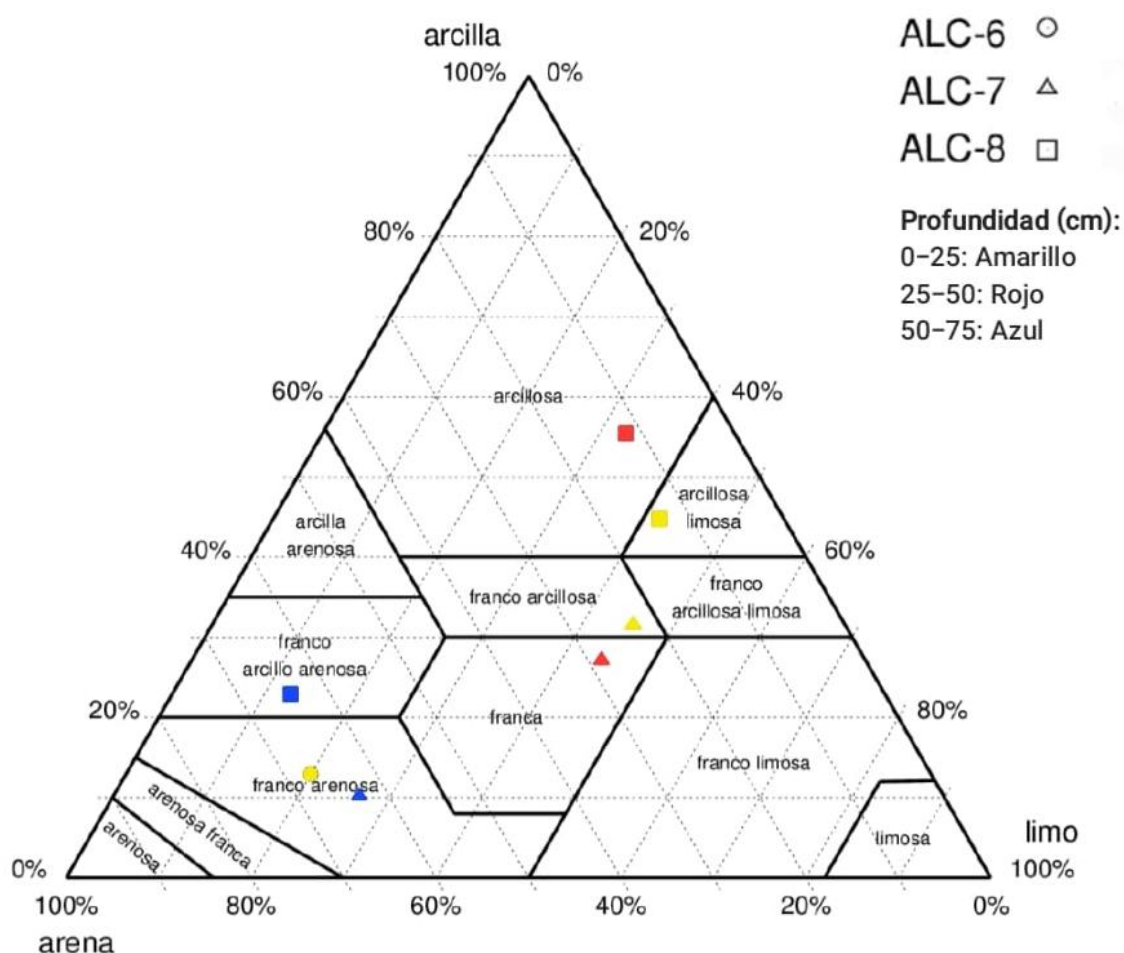


Figura 13. Triángulo textural de las muestras estudiadas. El símbolo significa el punto de ubicación, mientras que el color identifica la profundidad.

5.4. Características del agua freática

El freático se alcanzó en ALC-7 y ALC-8 a 80 cm y 90 cm, respectivamente. El agua muestra un pH casi neutro y una gran diferencia de salinidad entre ambos sitios. El agua se puede considerar salina en ALC-7 e hipersalina en ALC-8 (Tabla 18).

Tabla 18. Medidas de pH y CE de las muestras de agua freática.

Muestra	pH	CE (dS/m)
ALC-7	7,35	4,36
ALC-8	7,65	88,9

6. Discusión

Francisco Loscos y José Pardo fueron dos farmacéuticos que realizaron numerosas publicaciones sobre la flora de Aragón. Algunas de las plantas que identificaron se encontraban en el entorno de las Saladas de Chiprana, como *Microcnemum coralloides*. Los estudios de otros autores como Braun-Blanquet y Bolòs, permitieron obtener una base para el estudio de la vegetación de la depresión del Ebro (Anadón *et al.*, 2021).

Para entender la distribución y desarrollo de las comunidades vegetales es necesario tener una visión general de los datos climáticos de la zona y de las características del suelo sobre el que se desarrollan. El clima árido es condición clave para el endorreísmo, y los datos precipitación y temperaturas corroboran esta condición en la zona. La precipitación anual fue 248,9 mm en 2006 y 276,7 mm en 2024. La precipitación durante el verano es similar en ambos años (40,2 y 40,4 mm respectivamente), por lo que las plantas se han desarrollado en condiciones generales similares.

Cada salada es un enclave único. Las diferencias visuales entre ellas se basan en el tamaño de las cubetas, la presencia de agua y su salinidad. Esta depende de la composición del suelo y la profundidad del nivel freático. La distribución de plantas dentro de la saladas depende de la presencia de lámina de agua superficial, la salinidad y la duración del encharcamiento del suelo si se produce. En función de la tolerancia a la salinidad, las comunidades forman orlas alrededor del fondo más inundable, estableciéndose un gradiente de especies más tolerantes a la salinidad y la inundación hacia el interior, mientras que las especies menos tolerantes o no tolerantes se mantienen en los bordes (Bourrut Lacouture, 1991). La distribución teórica de la vegetación en torno a una salada (Bourrut Lacouture, 1991), muestra un orden de aparición de interior a exterior: Salicornia (*Salicornia herbacea*), Sosa (*Suaeda fruticosa*), Juncos, Tamarix, Esparto y especies del grupo *Rhamneto-Cocciferum*. Esta distribución teórica puede verse reflejada en las cuatro saladas, con una orla interna de vegetación de sosa (*Suaeda vera* subs. *braun-blanquetii*) que se presenta de forma más o menos continua alrededor del fondo desnudo excepto en la Salada la Panolla, donde la orla está formada por *Salicornia patula*. En la orla exterior de las saladas hay tamarices (*Tamarix canariensis*) como de espartales (*Lygeum spartum*).

6.1 Hábitats

En general, la desaparición de la orla exterior de vegetación natural en los saladares, y su sustitución por cultivos, es un síntoma de su degradación como ha ocurrido en Monegros (Domínguez-Beisiegel *et al.*, 2013; Castañeda y Herrero, 2008). Como

consecuencia, los hábitats pierden continuidad, se produce su fragmentación y aumenta la distancia y desconexión entre los fondos salinos. Este aumento de distancia a las fuentes de semillas es un inconveniente para su recuperación tal y como mencionan Suárez & Sáez-Royuela (1982). Una mayor cercanía entre los focos de semillas aumenta la probabilidad de llegada e instalación de nuevos individuos. Los recintos con hábitats agrícolas, 82.32 o 87.2, junto con halófitos (Figura 5 y 7), es un síntoma indicativo de que la vegetación original es capaz de desarrollarse en el momento en que se abandone el cultivo. Si cesa la perturbación, las especies halófilas podrán presentar un mayor porcentaje de ocupación.

En cuanto al número de recintos y de hábitats de cada salada, se observa que cuanto mayor sea la superficie de salada, mayor número de recintos alberga. No ocurre así con el número de hábitats. La Salada la Panolla es la de menor superficie (12 ha), pero presenta el mayor número de hábitats (15 hábitats) (Tabla 19). Al contrario, ocurre en la Salada Grande, siendo la de mayor superficie (114,9 ha), y menor número de hábitats (11 hábitats).

La presencia de recintos formados por tres o cuatro hábitats, indica cierta diversidad. Puede estar relacionado con la presencia de subambientes ligados a entrada de aguas de escorrentía, pequeñas diferencias topográficas (microrrelieves) o la orientación de la salada con relación a relieves circundantes. Esto requiere un estudio detallado que permita establecer factores locales de variabilidad florística. El hecho aparece tanto en las Saladas Pequeña (Figura 6) como en la Salada Jabonera (Figura 7), mientras que en la Salada Panolla (Figura 8) los recintos están formados por uno o dos hábitats.

El hábitat 14.1. refleja condiciones de inundación intermitente que limitan la colonización por especies halófilas. Los halófitos tienen condiciones más favorables para desarrollarse en suelos con baja frecuencia de inundación. La ausencia de este hábitat de suelo desnudo es indicativo de menor frecuencia de inundación, que es el caso de la Salada Panolla. En la saladas Grande y Pequeña, este hábitat ocupa aproximadamente un 50% y más del 60%, respectivamente.

En el conjunto de las cuatro saladas, el hábitat 15.6151 (hábitat halófilo) es el de mayor superficie (27,8 %) y el más repetido de mayor ocurrencia en diferentes recintos, lo que podría indicar una mejor adaptación al entorno. La presencia de los hábitats 44.8134 (tamarices) y 53.11 (carrizales) en la Salada Pequeña y en la Salada la Panolla, respectivamente, queda reducida a un pequeño porcentaje de ocupación y no presenta relevancia en el conjunto de las cuatro.

Los hábitats halófilos en conjunto representan el 50,2% de la superficie total, teniendo mayor representación en la Salada Grande, ya que el 100% de su vegetación es halófila.

La salada con menor representación de halófitos es la Salada Panolla con un 66,4%. Esto se debe a la decisión de cartografiar una parcela agrícola provocando una subestimación si se compara con resto de las saladas. La única Salada que no incluida en el espacio ES2420114 Red Natura 2000 es la Salada la Panolla, donde las labores agrícolas llegan hasta el interior de la salada.

6.1.2 Comparación con las Saladas de Sástago-Bujaraloz y de Chiprana.

En las Saladas de Sástago-Bujaraloz (Monegros) aparecen 38 tipos de hábitats distintos en las 149 saladas inventariadas (Conesa et al., 2011), frente a los 22 hábitats de las 4 Saladas de Alcañiz (Alcañiz) (Tabla 19), aunque tres hábitats, 32.2D, 44.8134 y 62.41, no se identificaron en las de Monegros. En Monegros, hay un total de 19 hábitats halófilos y en Alcañiz 11, lo que muestra la riqueza de halófitos en las cuatro cubetas estudiadas. El hábitat 15.6151 en Monegros es el que mayor superficie ocupa en conjunto, al igual que en Alcañiz. Lo que indica que es el hábitat que mejor se adapta a las condiciones de Monegros y Alcañiz. En Monegros aparecen 9 Hábitats de Interés Comunitario (HIC): 1310, 1410, 1420, 1430, 1510, 1520, 5210, 6220 y 92D0. El hábitat 6220 es el único no presente en Alcañiz. En Monegros, la especie *Sonchus crassifolius*, tiene un área de distribución desconocida, describiéndola como ausente en este complejo endorreico (Conesa et al., 2011).

Tabla 19. Comparativa de hábitats entre las Saladas de Alcañiz y de Monegros inventariados en Conesa et al. (2011). En sombreado los hábitats halófilos.

LHA	Salada Grande	Salada Pequeña	Jabonera	Panolla	Monegros
14.1	X	X	X		X
15.1141					X
15.1142	X		X	X	X
15.1143	X				X
15.12	X	X	X	X	X
15.51		X	X	X	X
15.54	X	X	X	X	X
15.57			X	X	X
15.613					X
15.6151	X	X	X		X
15.6152					X
15.6153					X
15.721	X	X	X		X
15.8113					X
15.81131					X
15.8213	X	X	X		X
15.921					X
15.922					X
15.925					X

23.12					X
23.211					X
32.1321				X	X
32.136					X
32.2D			X		
32.2191					X
32.42		X		X	X
34.511					X
34.513					X
34.5133					X
34.621		X	X	X	X
42.8417					X
44.8134		X			
44.81342	X	X	X	X	X
53.111				X	
53.112			X	X	X
62.41		X		X	
82.32	X			X	X
82.5					X
86.413					X
86.42				X	X
87.21	X	X	X	X	X
89.23					X

En las Saladas de Chiprana aparecen un total 6 Hábitats de interés Comunitario (HIC): 1310, 1410, 1420, 1510, 5210 y 92D0 (Anadón *et al.*, 2021). Aparecen los mismos en Alcañiz, excepto el 1430. En las Saladas de Chiprana, aparecen las especies *Microcnemum coralloides* y *Sonchus crassifolius*, pero no *Cressa cretica* (Anadón *et al.*, 2021). La ausencia de la especie *Cressa cretica* y la presencia del HIC correspondiente (1310), indica que el hábitat LHA 15.12 al que pertenece la *Cressa cretica*, no está presente.

6.2 Suelos salinos

La puesta en regadío de las zonas periféricas a las saladas puede repercutir en cambios de la salinidad del suelo, ya que el agua de riego va a movilizar las sales del suelo y las aguas freáticas salinas existentes en capas más profundas. Además, se podría producir salinización de suelo agrícola, actualmente no salinos por redistribución de sales en el paisaje.

Estudios previos de suelos en la zona (para establecer el regadío) indican un pH del suelo en torno a 8,0, variando de 7,7 a 8,55 (Renasa, 1975), mientras que, en nuestro estudio, el

pH varía menos, entre 8,2 y 8,7, encontrándose en el mismo intervalo de valores que los que se dan en dicho estudio.

La concentración de sales en el suelo es una dinámica muy compleja que depende de las oscilaciones de la capa freática, de la evaporación (verano-invierno) que produce ascenso de agua salina y precipitación de sales en superficie, así como de las lluvias que favorecen el lavado de sales hacia capas más profundas. La CE en el extracto de suelo en los muestreos de Monegros se observa que aumentan en profundidad, a excepción de muestras alejadas del fondo inundado en el que la CE es mayor en superficie y disminuye en profundidad, al igual que ocurre con la muestra ALC-7 de Alcañiz. Las muestras de agua del nivel freático corroboran la alta CE que indica que hay un acuífero salino que aporta las sales, la gran diferencia entre la CE del agua y del extracto de suelo en esta muestra, demuestra que esta agua aporta muchas sales al suelo, sobre todo en las capas donde se encuentre en ese momento el nivel freático.

El contenido de MO en esta zona semiárida es bajo, el 1% (Renasa 1974). Muestreos realizados por Cuchi (1986) en las Saladas de Monegros, muestran bajos porcentajes de MO en superficie (1% o menos) y normalmente disminuyen en profundidad, como ocurre en Alcañiz. La diferencia en el porcentaje de MO entre las muestras ALC-7 y ALC-8 es debido a la escasa cobertura vegetal en ALC-8 mientras que en ALC-7 el suelo estaba cubierto por una capa vegetal permanente de herbáceas que aporta un alto contenido en MO (5,2%).

Un bajo contenido de CCE concuerda con alto contenido de yeso (Herrero, 2008), la relación negativa entre ambos valores, reflejada en los resultados de los muestreos de Alcañiz, también tiene lugar en suelos de las Saladas de Monegros según Cuchi (1986).

La textura del suelo indica el contenido porcentual de las partículas de tamaño inferior a 2 mm (tierra fina): limo, arcilla y arena. Esta característica del suelo es clave para conocer su respuesta a la llegada de agua (de lluvia, de riego), por ejemplo, si el agua de lluvia se va a retener o en cambio se va a permitir un buen drenaje hacia capas más profundas. En el estudio Renasa (1974), se destaca la presencia de horizontes arcillosos (mal drenantes) en todos los suelos de la zona de las Saladas de Alcañiz, suelos con textura franca (mejor drenantes) en las capas más superficiales, y algunas muestras franco-arcillosas. Dos de los muestreos estudiados, ALC-7 y ALC-8, muestran texturas franca y arcillosa en sus capas más superficiales, dependiendo del sitio muestreado. Hay que tener en cuenta que el presente trabajo se centra en suelos de hábitats naturales mientras que el estudio citado estaba enfocado al uso agrícola de la zona, por lo que caracterizan ambientes diferentes, aunque la fuente de materiales es la misma, la Formación Caspe.

7. Conclusión

Con el presente trabajo se muestra una distribución base de los hábitats (Figuras 5 a 8) de las diferentes Saladas de Alcañiz. Esto a cartografía de hábitats permite establecer un método para su seguimiento, lo cual permitirá la evaluación de los cambios producidos en estos saladares debido a la intensificación agrícola en las últimas décadas. Esta primera base cartográfica permitirá sentar una base para la adecuada gestión de este espacio protegido y puede ser ejemplo de aplicación para el resto de las saladas de Alcañiz-Calanda no incluidas en este estudio, así como para otros saladares del centro de la Depresión del Ebro.

Los hábitats estudiados se distribuyen según condiciones específicas de salinidad del suelo, presencia de agua, y condiciones climáticas, por lo que es necesario conocer en profundidad en que periodos y bajo qué condiciones de salinidad se desarrollan las especies halófilas. Sería necesario planificar muestreos estacionales de suelo y agua para entender la distribución de las especies, así como estudios de topografía de detalle que permita identificar los microambientes.

Es conveniente preservar estos entornos, teniendo en cuenta que al ser terrenos de titularidad privada se dificulta su gestión para la conservación. La agricultura es la mayor intervención directa, bien por los requisitos de la PAC (Política Agraria Común) que exige la roturación en determinadas fechas, bien por el riego que introduce nuevos volúmenes de agua no salina en la zona.

Este trabajo es una primera aproximación que contribuye al conocimiento de cuatro saladas. Un estudio de suelos apropiado permitirá tener un conocimiento apropiado del desarrollo de las comunidades vegetales y los suelos que las sustentan. Con ello se tendrá una base para aplicar medidas de conservación.

8. Bibliografía

Aguilella, A., & Riera, J. (1997). Estudios sobre la vegetación y flora halófilas de las saladas de el plano"(Alcañiz-Calanda, Aragón, España).

Anadón Monforte, M. S., Ascaso Martorell, J., & Yera Posa, F. J. (2021). Catálogo florístico de la Reserva Natural de las Saladas de Chiprana.

Anento, J. L. (1991). Endorreísmo en el Bajo Aragón: apuntes sobre la singularidad natural de los focos de la laguna de Chiprana y de las saladas de Alcañiz. *Teruel*, 82(1), 161-182.

Anento, J. L., & Ponz, A. (1992). Un complejo estepario a conservar. Cuadernos de Estudios Caspolinos XVIII, 247-278.

Artieda, O., Herrero, J., & Drohan, P. J. (2006). Refinement of the Differential Water Loss Method for Gypsum Determination in Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 70(6), 1932-1935. <https://doi.org/10.2136/sssaj2006.0043N>

Beltrán Cabrera, F.J., Lanaja del Busto, J.M., Ríos Aragüés, L.M. (1977). Mapa geológico de la Hoja nº 468 (29-18) (Albalate del Arzobispo). Mapa Geológico de España hoja E. 1:50.000. Segunda Serie (MAGNA). IGME. Recuperado de: [https://urldefense.com/v3/https://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50.aspx;!!D9dNQwwGXtA!Qzl4Qk41fapaoYRB-0UBhsHIPbsK1MLbikayxCi0MmLfujtPd60EzkC7B3ZF_yKEQm8J5FdcfFiNLwhyNIEecjvD\\$](https://urldefense.com/v3/https://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50.aspx;!!D9dNQwwGXtA!Qzl4Qk41fapaoYRB-0UBhsHIPbsK1MLbikayxCi0MmLfujtPd60EzkC7B3ZF_yKEQm8J5FdcfFiNLwhyNIEecjvD$)

Benavente Serrano, J. A., Navarro Cases, C., Ponz Palacios, J. L., & Villanueva Herrero, J. C. (1991). El poblamiento antiguo del área endorreica de Alcañiz (Teruel). *Al-Qannis*, (2), 36-92.

Benito Alonso, J. L. (2011). Cartografía de los hábitats CORINE de Aragón. Lista de hábitats de Aragón, versión 4.09. 4. Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón.

Bourrut Lacouture, H. (1991). La fauna y la flora del complejo endorreico de las saladas de Alcañiz (Teruel). *Boletín del Taller de Arqueología de Alcañiz* (2), 93-107.

Casby-Horton, S., Herrero, J., & Rolong, N. A. (2015). Chapter Four—Gypsum Soils—Their Morphology, Classification, Function, and Landscapes. *Advances in Agronomy* (pp. 231-290). <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2014.10.002>

Castañeda, C., & Herrero, J. (2008). Assessing the degradation of saline wetlands in an arid agricultural region in Spain. *CATENA*, 72(2), 205-213. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2007.05.007>

Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Ortofotos Oliestat. Recuperado de: <https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/ortofotos-olistat>

Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Ortofotos PNOA Anuales. Recuperado de: <https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/ortofotos-historicas-pnoa>

Conesa Mor, J. A., Castañeda del Álamo, C., & Pedrol Solanes, J. (2011). Las saladas de Monegros y su entorno: hábitats y paisaje vegetal. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, Zaragoza.

Cuchi Oterino, J. A. (1986). Aportaciones al conocimiento de los suelos salinos en Aragón.

Cuchi Oterino, J. A. (1989). Aportaciones al conocimiento de los suelos salinos en Aragón. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA), Madrid.

DGA. (1974). Estudio de suelos en la zona regable del canal de Calanda (provincia de Teruel). Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes.

Domínguez-Beisiegel, M., Herrero, J., & Castañeda, C. (2013). Saline wetlands' fate in inland deserts: an example of 80 years' decline in Monegros, Spain. *Land Degradation & Development*, 24(3), 250-265. <https://doi.org/10.1002/ldr.1122>

FAO. (s.f). El pH del Suelo. Recuperado de: <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/>

Gobierno de Aragón. (2021). Plan básico de gestión y conservación del Espacio Protegido Red Natura 2000 LIC/ZEC – ES2420114 – Saladas de Alcañiz. <https://aplicaciones.aragon.es/prw/pages/menu.xhtml>

González Bernáldez, F. (1992). Los Paisajes del Agua: Terminología Popular De Los Humedales. Madrid: J.M. Reyero.

Herrero Isern, J. (2008). *Salinidad edáfica en varios salobres de Aragón*. Real Sociedad Española de Historia Natural.

Ibáñez, J. (1973). Contribución al estudio del endorreísmo de la depresión del Ebro: El foco endorreico al W. y SW. de Alcañiz (Teruel). 21-32.

Ibáñez, M.J. (197). El endorreísmo del sector central de la depresión del Ebro aragonés. Cuadernos de Aragón 8-9: 35-48.

<https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/07/49/02ibanez.pdf>.

Lerános, B. (1994). Suelos ordenados en las saladas de Alcañiz. En: Jornadas sobre el futuro de las Saladas de los Monegros y el Bajo Aragón. Ed. IFC-CECBAC. *Grupo Cultural Caspolino, Actas*, (pp. 123-136).

[https://urldefense.com/v3/https://cecbac.e.telefonica.net/p75.htm;!!D9dNQwwGXtA!QzI4Qk41fapaoYRB-0UBhsHIPbsK1MLbikayxCi0MmLfUjTpd60EzkC7B3ZF_yKEQm8J5FdcfFiNLwhyNIFQHfKp\\$](https://urldefense.com/v3/https://cecbac.e.telefonica.net/p75.htm;!!D9dNQwwGXtA!QzI4Qk41fapaoYRB-0UBhsHIPbsK1MLbikayxCi0MmLfUjTpd60EzkC7B3ZF_yKEQm8J5FdcfFiNLwhyNIFQHfKp$)

MAPA. (1994) Métodos oficiales de análisis de aguas de bebidas envasadas, aguas potables de consumo público y hielos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

MAPA. (2001). Canal de Calanda-Alcañiz 1ª Parte-Teruel. Plan Nacional de regadíos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación Recuperado de: <https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/gestion-sostenible-regadios/mapa24.aspx>

MOLERO, J. (1986). *Taxonomía del género Microcnemum Ung.-Sternb.* Collect. Bot. 16(2): 327-336.

Nogués, J., Robinson, D. A., & Herrero, J. (2006). Incorporating Electromagnetic Induction Methods into Regional Soil Salinity Survey of Irrigation Districts. *Soil Science Society of America Journal*, 70(6), 2075-2085. <https://doi.org/10.2136/sssaj2005.0405>

Priyashree, S., Jha, S., & Pattanayak, S. P. (2010). *A review on Cressa cretica Linn.: A halophytic plant.* Pharmacognosy reviews, 4(8), 161–166. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.70910>

Real Jardín Botánico. CSIC. Anthos: Information system of the plants of Spain. <http://www.anthos.es/index.php?lang=en>

Sánchez-navarro, J.A., San Román. J. & Garrido, E. (1991). Las lagunas del Sector Alcañiz-Calanda como una manifestación hidrogeológica del drenaje de la Cordillera Ibérica en la depresión terciaria del Ebro. *Al-Qannís*, 2, (pp. 16-24).

Serra Laliga, L. & Hernández Bravo, J.C. (2022). *Sonchus crassifolius* willd. en la comunidad valenciana. *Flora Montiberica*, (84), 63-66. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8521175.pdf>

Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR). (2025). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://servicio.mapa.gob.es/websiar/SeleccionParametrosMap.aspx?dst=1>

Soil Survey Staff. (2022). Keys to Soil Taxonomy, 13th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service.

Stevenson, A. C., Macklin, M.G., Passmore, D.G. & Benavente, J.A. (1991). Respuesta de los sistemas lacustres y fluviales a los cambios medioambientales y a la actividad humana en Alcañiz (Teruel). *Al-Qannís*, 2, (pp. 25-35).

Suárez, F. & Saez-Royuela, C. (1982). *Un medio natural a proteger: Las Saladas de Alcañiz*. 67. 153-162.

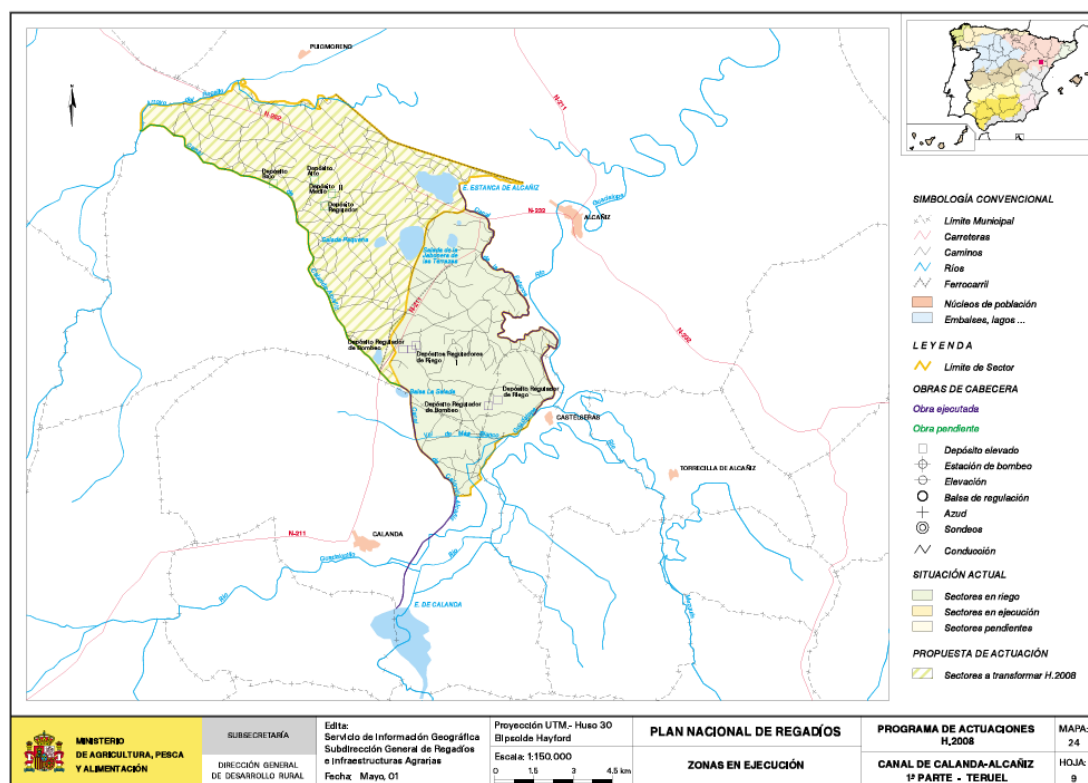
Unión Europea (1992). *Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres*. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, L 206, 7-50.

United States Salinity Laboratory Staff. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agriculture Handbook 60. USDA, Washington DC. [https://urldefense.com/v3/https://www.ars.usda.gov/ARSTUserFiles/20360500/hb60_pdf/hb60complete.pdf;!!D9dNQwwGXtA!Qzl4Qk41fapaoYRB-0UBhsHIPbsK1MLbikayxCi0MmLfJtPd60EzkC7B3ZF_yKEQm8J5FdcfFiNLwhyNhVpuUu3\\$](https://urldefense.com/v3/https://www.ars.usda.gov/ARSTUserFiles/20360500/hb60_pdf/hb60complete.pdf;!!D9dNQwwGXtA!Qzl4Qk41fapaoYRB-0UBhsHIPbsK1MLbikayxCi0MmLfJtPd60EzkC7B3ZF_yKEQm8J5FdcfFiNLwhyNhVpuUu3$).

VV.AA. (1994). *Jornadas sobre el futuro de las Saladas de los Monegros y el Bajo Aragón*. Actas. Centro de Estudios Comarcales del Bajo Aragón-Caspe, nº 1616. [https://urldefense.com/v3/https://ifc.dpz.es/publicaciones/ver/id/1908;!!D9dNQwwGXtA!Qzl4Qk41fapaoYRB-0UBhsHIPbsK1MLbikayxCi0MmLfJtPd60EzkC7B3ZF_yKEQm8J5FdcfFiNLwhyNtgSyv5h\\$](https://urldefense.com/v3/https://ifc.dpz.es/publicaciones/ver/id/1908;!!D9dNQwwGXtA!Qzl4Qk41fapaoYRB-0UBhsHIPbsK1MLbikayxCi0MmLfJtPd60EzkC7B3ZF_yKEQm8J5FdcfFiNLwhyNtgSyv5h$)

Anejos

Anejo 1. Mapa del Plan de Regadío del Canal de Calanda



Fuente: <https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/gestion-sostenible-regadios/mapa24>

Anejo 2. Descripción de HIC

Relación de hábitats de interés comunitario (HIC) incluidos en el Anexo I de la Directiva 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestres, representados en las Saladas de Alcañiz.

Código	Descripción
1310	Vegetación anual pionera con <i>Salicornia</i> y otras especies de zonas fangosas o arenosas
1410	Pastizales salinos mediterráneos (<i>Juncetalia maritimi</i>)
1420	Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (<i>Sacocornietea fruticosi</i>)
1430	Matorrales halonitrófilos (<i>Pegano-Salsolietea</i>)
1510	Estepas salinas mediterráneas (<i>Limonietalia</i>)
5210	Matorral arborescente con <i>Juniperus spp.</i>
92D0	Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (<i>NerioTamaricetea</i> y <i>Securinegion tinctoriae</i>)

Anejo 3. Descripción de hábitats halófilos

A continuación, se detallan los hábitats halófilos, con una breve descripción según Conesa et al. (2011).

➤ **14.1:** Fondos salinos de cubetas endorreicas desnudos de vegetación vascular. Corresponde al terreno plano de los fondos de cubetas. Este hábitat contacta con salicorniars herbáceos de *Halopeplis amplexicaulis* (15.1143) y salicorniars herbáceos de *Salicornia patula* (15.1142). Pero si el fondo permanece un periodo más largo de tiempo inundando, el contacto se establece con 15.613; Salicorniars sufruticosos de *Arthrocnemum macrostachyum*.

➤ **15.1142:** Salicorniars herbáceos de *Salicornia patula*, de suelos salinos, inundables, de las tierras interiores áridas. La vegetación de este hábitat se desarrolla sobre un suelo de elevada salinidad, durante la primavera e invierno cuando el suelo está temporalmente inundado. Contacta con 15.1143; Salicorniar herbáceo de *Halopeplis amplexicaulis*, y con 15.613; Salicorniar sufruticoso de *Arthrocnemum macrostachyum*.

➤ **15.1143:** Salicorniars herbáceos de *Halopeplis amplexicaulis*. Se sitúan en los fondos salinos donde el suelo permanece más tiempo inundado, en suelos de gran salinidad. Contactan con 14.1 “Fondos salinos de cubetas endorreicas desnudos de vegetación”, y con 15.1142 “Salicorniars herbáceos de *Salicornia patula*”.

➤ **15.12:** Comunidades herbáceas de *Frankenia pulverulenta*, *Salsola soda*, *Hordeum marinum*..., nitrófilas, de suelos salinos. La aparición de este hábitat está relacionada con la presencia de suelos salinos, con compuestos nitrogenados. Su presencia puede darse tanto en los márgenes de las saladas como en campos abandonados si existe la presencia de sales. En saladares inundados periódicamente, se relaciona con el matorral de sosa (15.6151).

➤ **15.51:** Juncals de *Juncus maritimus*, de suelos poco salinos, largamente inundados, de las áreas interiores. Este hábitat aparece en zonas que tengan más periodo de inundación, coinciden con zonas de llegada de aguas de escorrentía superficial. Normalmente, está en contacto con salicorniars herbáceos si el juncal permanece encharcado hasta finales de primavera (15.11) y con pastizales de *Puccinellia sp./ Aeluropus littoralis* (15.54) o con matorrales de sosa (15.6151) si el periodo de permanencia de agua es más corto.

- **15.54:** Pastos dominados por *Puccinellia fasciculata* o *Aeluropus litoralis*, de depresiones húmedas salinas, de las tierras interiores áridas

La presencia de este hábitat se relaciona con áreas de descarga de acuíferos que le proporcionan aguas con abundantes sales disueltas. El contacto con otros hábitats los establece con los matorrales de sosa (15.6151) o con comunidades sufruticosas postradas de *Frankenia laevis* (15.6153) cuando hay una breve elevación del suelo. O con juncuales halófilos (15.51) si hay mayor acumulación de agua.

- **15.57:** Comunidades y poblaciones de *Elymus* o *Artemisia* (p. ej. *A. gallica*), de suelos salobrosos poco húmedos

Este hábitat se sitúa en las zonas en las que la llegada de volúmenes de agua por escorrentía es mayor. Contacta con pastos dominados por *Puccinellia fasciculata* o *Aeluropus litoralis* (15.54) o con matorrales de sosa (15.6151) cuando el suelo presenta un breve descenso. Cuando el suelo presenta una breve elevación, contacta con matorrales halonitrófilos (15.721).

- **15.6151:** Matorrales de sosa (*Suaeda vera* subsp. *braun-blanchetii*), de suelos arcillosos muy salinos, temporalmente inundados, de las tierras interiores áridas

Este hábitat aparece en las lagunas salinas encharcadas, desarrollándose en el borde interior. Contacta con matorral halonitrófilo (15.721) o el tomillar de *Frankenia thymifolia* (15.6152), hacia la parte exterior. Hacia el interior, contacta con el salicorniar sufruticoso de *Arthrocnemum macrostachyum* (15.613), o con fondo desnudo de vegetación (14.1).

- **15.721:** Matorrales con dominancia de *Salsola vermiculata* (sisallares), ontina (*Artemisia hierba-alba*), sisallo royo (*Kochia prostrata*), cenizo (*Atriplex halimus*), nitrohalófilos, de suelos áridos de la Depresión del Ebro.

Este hábitat se desarrolla en lugares cuyo sustrato sea muy seco, además de encontrarse en zonas alteradas por la actividad antrópica como campos de cultivos (márgenes). Este hábitat contacta con espartales de albardín (34.621) y con matorrales halófilos (15.6151 y 15.6152) si se encuentra próximo a los fondos de las cubetas salinas.

- **15.8213:** Espartales o albardinares (estepas con *Lygeum spartum*), de suelos salinos, muy secos en verano, del valle del Ebro.

Este hábitat se desarrolla en suelos salinos secos, es decir, cuyo período de saturación por agua es corto. Cuando se dan las situaciones de inundación de los suelos, este hábitat se sitúa entre matorrales de sosa (15.6151) y comunidades de limonios (15.8131).

Anejo 4. Mapas de ubicación de las especies de flora de interés

