

CONAMA 2024

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Contribución de la rehabilitación de espacios mineros a la conservación de humedales.

Casos de Holcim España.



CONAMA 2024

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

Autor Principal: Pilar Gegúndez (Holcim España).

Otros autores: Raúl Alonso (Brinzal); Raquel Sánchez (Brinzal); Beltrán Ceballos (Plegadis); Jesús Gallardo (Cinclus); Eduardo de Miguel (FGN); Manuel García (UNED); Luis Moreno (IGME_CSIC); Laura Martín (Holcim España).

● ÍNDICE.

1. TÍTULO.
2. RESUMEN.
3. PORQUÉ LA MINERÍA PUEDE AYUDAR A LOS HUMEDALES.
4. HUMEDALES EN LA REHABILITACIÓN DE CANTERAS DE HOLCIM ESPAÑA.
5. CONCLUSIONES.
6. BIBLIOGRAFÍA.

1. TITULO.

Contribución de la rehabilitación de espacios mineros a la conservación de humedales. Casos de Holcim España.

2. RESUMEN.

El cambio global ha acelerado la desaparición de los humedales, enclaves críticos como para la alimentación y reproducción de multitud de especies de plantas y animales pertenecientes a numerosos grupos de aves migratorias, anfibios e invertebrados. Además, los humedales tienen un importante papel como sumideros de carbono, aspecto crítico hoy en día.

En este contexto, la rehabilitación de canteras puede jugar un papel importante creando humedales artificiales que dan cobijo a especies que han perdido sus hábitats naturales. Además, la situación de las canteras, frecuentemente desconectadas de ríos u otros humedales contaminados o invadidos por especies exóticas, las hacen un lugar idóneo para practicar viverismo y apoyar la recuperación de especies nativas en regresión o en peligro de extinción, facilitando la conectividad ecológica.

En este artículo se describen casos concretos de rehabilitación de canteras de Holcim España que han generado humedales artificiales, enriqueciendo notablemente la biodiversidad local. Destacan, entre otras, La Chanta, hoy incluida en el Catálogo de Humedales de la Comunidad de Madrid; El Charco del Tamujo, actualmente gestionado por Fundación Global Nature, expertos en conservación de humedales; y Alba Jerez, con varias lagunas en transición a la Laguna Medina, sitio RAMSAR.

3. ¿POR QUÉ LA MINERÍA PUEDE AYUDAR A LOS HUMEDALES?

En esta comunicación nos vamos a referir a humedales someros, normalmente temporales que pueden ser definidos como¹: *“Ecosistemas singulares con unas particulares condiciones hidrológicas y que se caracterizan por la gran riqueza y diversidad de sus componentes bióticos y abióticos, que hacen que se encuentren entre los ecosistemas más complejos y dinámicos, aunque también más frágiles y vulnerables, del planeta”*.

La importancia de la temporalidad en los humedales en ambientes mediterráneos está reconocida en la Directiva Europea de Hábitats, que los clasifica como “hábitat prioritario”, debido a su grado de amenaza.

Es cada vez más conocido por todo el mundo la importancia que tienen los humedales en la mitigación y adaptación al cambio global, pues:

- Intervienen en el ciclo del agua, recibiendo, almacenando y liberando agua depurada. Regulando los flujos y cantidades, y atenuando inundaciones.
- Actúan como sumidero de carbono, limitando la cantidad de carbono presente en la atmósfera.
- Son un filtro de ciertos metales y de nutrientes, como el nitrógeno y fósforo.
- Amortiguan los efectos de eventos climáticos extremos incrementando la resiliencia del ecosistema ante los nuevos patrones relativos a aridez y temperaturas extremas.

En esta comunicación centraremos nuestra atención en la **función de los humedales artificiales como (i) reservorios de biodiversidad y refugio climático de muchas especies y (ii) en la conectividad ecológica.**

Y, sin embargo, también se reconoce desde hace décadas, la continua degradación de los humedales vinculada con:

- Su desecación en favor de la explotación agraria.
- Contaminación, al recibir los residuos de las actividades agropecuarias que les rodea.
- Extracción excesiva de agua, que agrava los efectos del cambio climático.
- Proliferación de especies invasoras o banales que comprometen la riqueza biológica de estos sistemas.

Esta ruptura del equilibrio ecológico, repercute seriamente en la extinción y enrarecimiento de numerosas especies que dependen de ellos.

¹ Santos Cirujano, 2024: Los humedales españoles. Paisaje vegetal y gestión. 2024

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

Ante esta situación surgen las oportunidades que ofrece la minería tanto durante el ejercicio de su actividad como tras la obligada rehabilitación:

- La apertura de huecos mineros puede conectar masas de agua subterránea con la superficie, creando humedales funcionales.
- La recreación de cuencas endorreicas, donde se acumula agua de lluvia. Operación sencilla, capaz de recrear, tanto hábitats temporales mientras la explotación está activa, como hábitats permanentes en el proceso de rehabilitación final.
- Las láminas de agua creadas, generalmente temporales, tienen buena calidad pues se encuentran desconectadas de fuentes de contaminación que afecta a algunos hábitats naturales.
- Se encuentran desconectados de especies invasoras.
- Están adquiriendo una enorme importancia como reservorio de biodiversidad, destacando los efectos para las poblaciones de anfibios y generando un núcleo trófico que da soporte a mayor rango de grupos faunísticos.
- Por otro lado, la variedad de minerales y rocas que son objeto de extracciones mineras en diversos yacimientos geológicos amplían el potencial de diversidad de humedales (aguas ácidas, básicas, salinos, con más o menos mineralización...).

Es decir, se crea un nuevo espacio y se le da la oportunidad de comenzar a escribir su propia historia como ecosistema acuático con sus dinámicas asociada.

4. HUMEDALES EN LA REHABILITACIÓN DE CANTERAS DE HOLCIM ESPAÑA.

Tras indicar las consideraciones que motivan su recreación y recuperación, a continuación, se exponen varios casos de canteras, en actividad o finalizadas y rehabilitadas, en los que se ha configurado un humedal donde las comunidades biológicas se van organizando progresivamente hacia un ecosistema acuático funcional.

La presencia de agua en los humedales responde al resultado del balance hídrico del sistema entre las entradas y salidas de agua. Las entradas son: la precipitación directa, la escorrentía superficial del área de influencia del humedal, la escorrentía subterránea y las aportaciones antrópicas (si fuera el caso). Las salidas del sistema tienen lugar por la evapotranspiración directa desde el humedal, por escorrentía superficial si hay desbordamiento, por infiltración y por drenajes artificiales, si los hubiera. Cuando las entradas superan las salidas se produce una variación positiva del almacenamiento de agua en el humedal. Y, al contrario, si las salidas superan las entradas, el volumen de agua disminuye hasta poder desaparecer por completo quedando el humedal temporalmente seco.

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

En cada caso indicaremos el funcionamiento hidrogeológico mediante un sencillo esquema con los siguientes términos:

P: Precipitación atmosférica (formas de agua en estado líquido (lluvia) o sólido (nieve o granizo) que caen directamente sobre la superficie terrestre).

ET: Evapotranspiración (pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación).

I: Infiltración (proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo).

E. sup.: Escorrentía superficial (lámina de agua que circula sobre la superficie).

E. sub.: Escorrentía subterránea (cuando el agua infiltrada alcanza mayor profundidad y circula por las capas inferiores del suelo).

También aportaremos imágenes comparativas del antes y el después de su configuración e información de algunas de las especies que los están utilizando.

4.1. HUMEDAL DE “LA CHANTA”.



Figura 1. Imagen del humedal de La Chanta en la actualidad.

Está situado en la Alcarria madrileña, en el municipio de Corpa, y su origen parte de una cantera abierta en las “Calizas del Páramo” para producción de áridos.

En las siguientes imágenes se compara la zona antes de abrir el hueco minero (uso agrícola) y actualmente (con el humedal en la cantera rehabilitada).

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.



Figura 2. Ortofotos de Google Earth 2006 y 2023.

El hueco minero profundizó hasta alcanzar la base del paquete calizo, en su contacto con materiales de naturaleza impermeable. La profundidad del hueco es variable, entre 5 y 20 metros de profundidad, debido a que los materiales calcáreos se encuentran deformados por tensiones tectónicas posteriores a su sedimentación generando pliegues y fracturas que fueron afectados por procesos de disolución y erosión, que generaron una superficie de arrasamiento (Páramo de la Alcarria).



Figura 3. Plegamiento de calizas y superficie de arrasamiento del Páramo (Cinclus).

Las calizas constituyen un acuífero que se recarga con facilidad, gracias a los fenómenos de disolución de los carbonatos, con el agua de lluvia y de la escorrentía superficial. El agua fluye hasta alcanzar niveles impermeables donde se acumula y forma el humedal.

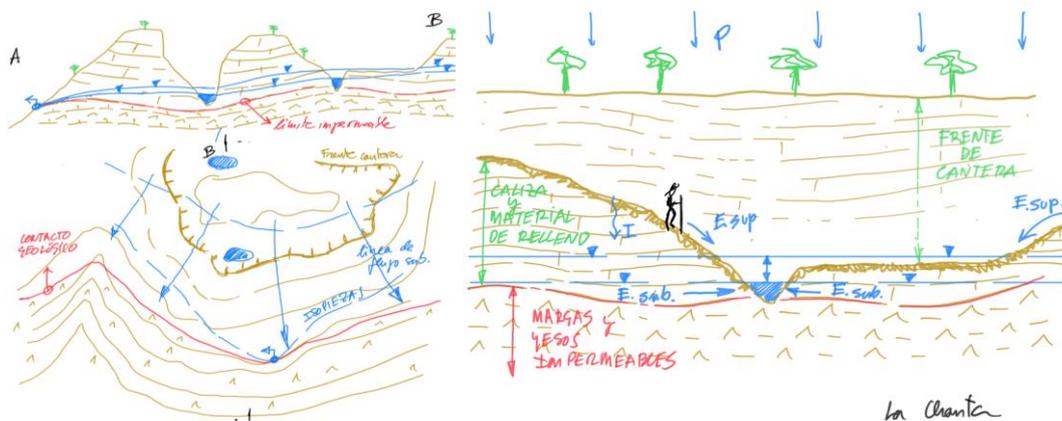


Figura 4. Esquema y perfil hidrogeológico (Manuel García).

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

En la plaza de cantera la recarga del humedal es tanto directa, por el agua de lluvia, como indirecta, gracias al agua que percola desde el acuífero de Las Calizas del Páramo, hasta alcanzar las cotas más bajas del hueco minero. La profundidad y extensión del humedal oscila en función de la recarga estacional de agua y la morfología de la plaza de cantera que se adapta a la base del paquete calcáreo, en su contacto con los materiales impermeables.

La conductividad del agua está alrededor de 700 microS/cm., por tanto, agua dulce.

En enero de 2023 se colocó una escala limnimétrica en la laguna más grande para medir la variación en la profundidad de la lámina de agua, estableciendo el nivel de desborde en el momento que el agua se extiende ocupando toda la superficie de la plaza de cantera del hueco minero.



Figura 5. Oscilación altura y extensión humedal de “La Chanta” 2023 y 2024 (Brinzal).

Como puede observarse en el gráfico, el humedal en 2023 se redujo de forma importante, quedando confinado a partir de junio a su área de menor extensión (zona de agua permanente), para volver a “desbordarse” a final de año y en 2024 mantenerse hasta la actualidad en su máxima expansión, como se aprecia en la fotografía.

Para dar más diversidad al humedal, en la plaza de cantera, tras el desmantelamiento de la planta de tratamiento, se crearon isletas irregulares con material calcoarcilloso, se maximizó el perímetro de las orillas, suavizando además su pendiente, y se buscó una heterogeneidad en la profundidad del agua. Asimismo, se mantuvo parte del hormigón basal del área urbanizada para controlar la extensión de los carrizos, permitiendo mayor permanencia de lámina de agua.

En la web de La Chanta hay varios vídeos del proceso de restauración y creación del humedal: <https://lachanta.org/lachanta/>

Tras algo menos de cuatro años desde que se finalizó la restauración, el humedal principal de La Chanta muestra ya una buena capacidad para albergar a la fauna. Como es natural, el catálogo de especies que la habitan va creciendo cada año y es esperable que lo siga haciendo a lo largo de los próximos años. La inexistencia de masas importantes de agua en los alrededores es clave para entender el efecto llamada que este humedal produce en la fauna del territorio.

En la actualidad, la **vegetación** que forma la ribera del humedal está desarrollándose. Mucho más avanzada se encuentra la subacuática o que forma parte de islas. El carrizo *Phragmites australis* ocupa extensas áreas junto a una pequeña parte de enneas *Typha latifolia*. Juncos de

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

diversas especies cubren las orillas e islas. Las characeas y otros macrófitos cubren la práctica totalidad de los fondos de aguas abiertas.

Entre la fauna detectada en el humedal, en **vertebrados** destacamos:

AVES. El humedal acoge un considerable número de especies. Muchas se reproducen en la vegetación palustre, las islas o en el soto del perímetro. Otras usan este hábitat exclusivamente para alimentarse, durante la migración, mientras que otras pasan el invierno, formando algunas especies dormideros invernales: (i) *Anas platyrhynchos* Ánade azulón. Crían una decena de parejas; (ii) *Alectoris rufa*. Perdiz común. Muy habitual bebiendo durante el verano; (iii) *Tachybaptus ruficollis*. Zampullín común. Se reproducen dos parejas; (iv) *Ardea cinérea*. Garza real. Observaciones puntuales en otoño; (v) *Ardea purpurea*. Garza imperial. Una observación en verano.; (vi) *Circus aeruginosus*. Aguilucho lagunero occidental. Se reproduce una pareja con intentos de reproducción de una segunda pareja. En el humedal secundario se reproduce otra pareja; *Circus cyaneus* Aguilucho pálido. Presencia regular de un ejemplar durante el invierno, que se alimenta de las aves que usan el carrizal (fringílicos, lavanderas, gorriones morunos, etc.); (vii) *Circus pygargus*. Aguilucho cenizo. Presencia regular del macho de una pareja que se reproduce por la zona; (viii) *Accipiter gentilis* Azor común. Presencia habitual de ejemplares alimentándose de las aves del humedal; (ix) *Accipiter nisus*. Gavilán común. Atraído durante el invierno por los paseriformes que habitan el humedal; (x) *Falco tinnunculus*. Cernícalo vulgar. Habitual; (xi) *Falco columbarius*. Esmerejón. Presencia invernal, observaciones puntuales; (xii) *Rallus aquaticus*. Rascón europeo. Se han detectado tres territorios; (xiii) *Gallinula chloropus*. Gallineta común. Habitual; (xiv) *Himantopus himantopus*. Cigüeñuela común. Observaciones puntuales en primavera y final del verano; (xv) *Charadrius dubius*. Chorlito chico. Se reproduce un número aproximado de 5-8 parejas; (xvi) *Tringa ochropus*. Andarríos grande. Presencia habitual sin reproducción comprobada; (xvii) *Pterocles alchata*. Ganga ibérica. Observación de un ejemplar bebiendo al amanecer en la laguna; (xviii) *Columba livia*. Paloma bravía. *Columba palumbus* Paloma torcaz. Se reproduce y forma además un dormidero otoñal en los chopos del soto; (xix) *Streptopelia decaocto*. Tórtola turca. *Streptopelia turtur* Tórtola europea. Se reproduce una decena aproximada en los árboles de la ribera; (xx) *Cuculus canorus*. Cuco común. Presencia habitual durante el verano; (xxi) *Bubo bubo* Búho real. Caza y se baña en el humedal; (xxii) *Caprimulgus ruficollis* Chotacabras cuellirrojo. Observaciones regulares de los ejemplares que se reproducen en La Chanta alimentándose sobre el humedal. También durante el paso postnupcial; (xxiii) *Apus apus* Vencejo común. Se alimenta a primera y última hora sobre el humedal. Se reproduce en las cercanías; (xxiv) *Upupa epops* Abubilla común; (xxv) *Merops apiaster* Abejaruco europeo. Presencia habitual de grupos durante el verano, alimentándose y bebiendo en el humedal; (xxvi) *Dendrocopos major* Pico picapinos; (xxvii) *Picus sharpei* Pito real ibérico; (xxviii) *Riparia riparia* Avión zapador. Pequeño dormidero postnupcial. Se alimenta habitualmente sobre el humedal. Se ha instalado una colonia artificial para esta especie; (xxix) *Hirundo rustica* Golondrina común. Zona de alimentación y dormidero postnupcial; (xxx) *Delichon urbicum* Avión común occidental. Se alimenta habitualmente sobre el humedal; (xxxi) *Cecropis daurica* Golondrina dáurica. Se alimenta habitualmente sobre el humedal. Se ha llegado a reproducir en la caseta de transformación eléctrica; (xxxii) *Motacilla alba* Lavandera blanca. Presencia habitual en otoño y pequeño dormidero invernal; (xxxiii) *Anthus pratensis* Bisbita pratense. Presencia invernal; (xxxiv) *Erithacus rubecula*. petirrojo. Presencia habitual durante el invierno; (xxxv) *Luscinia megarhynchos* Ruiseñor común. Reproductor y paso migratorio; (xxxvi) *Ficedula hypoleuca* Papamoscas cerrojillo. Paso migratorio postnupcial; (xxxvii) *Phoenicurus ochruros* Colirrojo tizón; (xxxviii) *Turdus merula* Mirlo común. Común. (xxxix) *Turdus philomelos*

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

Zorzal común. Muy habitual durante el invierno; (xl) *Turdus viscivorus* Zorzal charlo. Presencia esporádica invernial; (xli) *Sylvia atricapilla* Curruca capirotada *Sylvia borin* Curruca mosquitera *Sylvia melanocephala* Curruca cabecinegra; (xlii) *Acrocephalus scirpaceus* Carricero común. Se reproduce en el humedal (xliii) *Cettia cetti* Cetta ruiseñor; (xliv) *Cisticola juncidis* Cistícola buitrón; (xlv) *Hippolais polyglotta* Zarcero políglota. reproductor y paso postnupcial; (xlvi) *Phylloscopus trochilus* Mosquitero musical. Paso postnupcial; (xlvii) *Phylloscopus collybita* Mosquitero común. Presencia invernial; (xlviii) *Regulus ignicapilla* Reyezuelo listado. Presencia otoñal; (xlix) *Troglodytes troglodytes* Chochín paleártico; (l) *Cyanistes caeruleus* Herrerillo común; (li) *Parus major* Carbonero común; (lii) *Aegithalos caudatus* Mito común (liii) *Certhia brachydactyla*; (liv) Agateador europeo *Lanius senator*; (lv) Alcaudón común. Se reproducen algunas parejas en el arbolado del soto; (lvi) *Lanius meridionalis*. Alcaudón meridional. Observaciones otoñales; (lvii) *Pica pica*. Urraca común; (lviii) *Sturnus unicolor* Estornino negro; (lix) *Oriolus oriolus* Oropéndola europea. Se reproducen varias parejas; (lx) *Passer domesticus* Gorrión común; (lxi) *Passer hispaniolensis* Gorrión moruno. Se reproduce en los carrizos. Dormidero invernial de varios cientos de ejemplares; (lxii) *Petronia petronia* Gorrión chillón. Forman dormideros postnupciales. Se reproducen en la zona; (lxiii) *Fringilla coelebs* Pinzón vulgar; (lxiv) *Chloris chloris* Verderón común; (lxv) *Linaria cannabina* Pardillo común; (lxvi) *Carduelis carduelis* Jilguero europeo; (lxvii) *Serinus serinus* Serín verdecillo. Los fringílidos forman enormes bandos mixtos en otoño y dormideros durante el invierno; (lxviii) *Emberiza calandra* Escribano triguero. Muy habitual. Forma dormideros en el humedal.



Figura 6. Aves que se relacionan con el humedal de La Chanta (Brinzal).

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

REPTILES. *Natrix maura*. Muy habitual.



Figura 7. Reptil Culebra viperina en el entorno del humedal de La Chanta (Brinzal).

ANFIBIOS. Se reproducen cuatro especies de anfibios en el humedal principal: (i) *Pelodytes punctatus*. Muy abundante en la actualidad. Se han detectado más de 40 puestas en 2022, habiendo intentado la reproducción incluso en pequeñas charcas artificiales que se han construido por la finca temporales; (ii) *Bufo spinosus*. Muy abundante; (iii) *Epidalea calamita*. Muy abundante. Ocupa el humedal principal y las charcas aledañas; (iv) *Rana perezi*. Ocupa el humedal principal y las charcas aledañas.

Hasta la fecha no se han registrado casos de quitridiomycosis, ni ranavirus en el humedal.



Figura 8. Sapillo moteado y sapo corredor en el humedal de La Chanta (Brinzal).

MAMÍFEROS. (i) Murciélagos. Se localizan en los refugios instalados, así como en los frentes. Se alimentan centenares de ellos sobre la lámina de agua y la vegetación palustre. A través del estudio de ultrasonidos se han identificado los siguientes grupos fónicos: *Pipistrellus kuhli* / *natushi*, *Pipistrellus pygmaeus*, *Pipistrellus pipistrellus* / *Miniopterus schreibersii*, *Hypsugo savii* / *Tadarida teniotis*, *Tadarida teniotis* / *Nyctalus lasiopterus*, e *Hypsugo savii* / *Myotis dasycneme*; (ii) Micromamíferos. Además de otros micromamíferos, se ha detectado *Arvicola sapidus*; (iii) Otros. Acuden con frecuencia a beber zorros, gato montés, corzos, ginetas, garduñas, jabalíes, y tejones.

Aparición puntual de nutria en 2019, para alimentarse de *Epidalea calamita*.

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.



Figura 9. Mamíferos en el humedal de La Chanta (Brinzal).

En cuanto a **invertebrados**:

COLEÓPTEROS. Existe una gran cantidad de escarabajos acuáticos, lo que indica una buena calidad del agua. En los alrededores se pueden encontrar Malvas trilobadas *Lavatera triloba*, así como su hospedador, el amenazado *Neoplacionotus marcae*. *Placionotus andrei*.

ORTÓPTEROS. Se han encontrado hasta la fecha 13 especies de ortópteros, entre los que destaca el grillo de visera *Sciobia lusitanica*, un endemismo Iberomarroquí poco común y escasamente conocido, catalogado como “Sensible a la alteración de su hábitat” (Decreto 18/92 de la Comunidad de Madrid).

ODONATOS. Se han detectado 21 especies de odonatos.

LEPIDÓPTEROS. Aunque no se encuentra ligada al humedal, merece la pena destacar la presencia de *Zerynthia rumina* en La Chanta.



Figura 10. Invertebrados en el humedal de La Chanta (Brinzal).

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

Hasta la fecha no se han encontrado especies exóticas o invasoras en La Chanta. Se monitoriza cada verano la presencia de cangrejos de río y peces a través de nasas, con resultados negativos.



Figura 11. Seguimiento presencia cangrejos de río y peces en el humedal de La Chanta (Brinzal)

Las orillas están monitorizadas con cámaras de fototrampeo, y se complementa con rastreo sistemático y trampas de huella, no habiéndose detectado visón americano o mapache. El único organismo exótico detectado son ejemplares de *Ulmus pumila*, que se están erradicando a través de sistemas no nocivos para el medio.

En 2023 La Chanta ha sido incorporada al Catálogo de Humedales de la Comunidad de Madrid², destacando su relevancia faunística, geológica, hidrológica y educativa.

4.2. HUMEDAL DEL “CHARCO DEL TAMUJO”.



Figura 12. Humedal de Charco del Tamujo tras finalizar su restauración en 2018 (Cinclus).

² https://gestiona.comunidad.madrid/rlma_web/html/webb/FichaNormativa.icm?ID=6802

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

Está situado en el término municipal de Fuente El Fresno, en la provincia de Ciudad Real. Su origen parte de una gravera abierta en depósitos aluviales tipo “raña” (cantos de cuarcita con una matriz arcillosa) que se aprovechaban como áridos.

En el comparador PNOA histórico entre el vuelo americano (1956-1957) y la imagen actual, se comprueba que el uso del suelo era agrícola antes de la apertura de la gravera, como el que rodea actualmente al humedal.



Figura 13. Imágenes del comparador PNOA 1956-1957 y actualidad.

La extracción de los cantos cuarcíticos ha dejado al descubierto la lámina de agua del nivel freático somero.

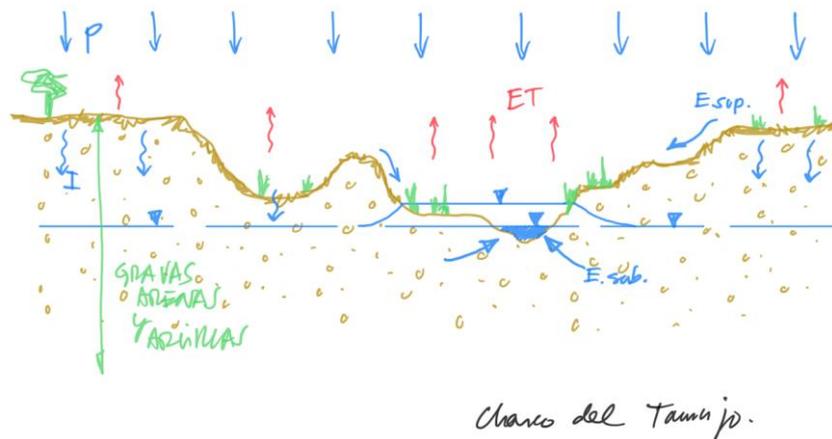


Figura 14. Perfil hidrogeológico (Manuel García).

El espesor de estos sedimentos aluviales, de unos 3-4 metros, marca la máxima profundidad del humedal actual. La gruesa granulometría de los cantos hacía que sólo unos pocos fuesen aprovechables, por lo que la explotación di lugar a grandes acopios de cantos estériles.

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.



Figura 15. Imágenes de la gravera antes de su restauración (Cinclus).

Sin embargo, **el agua presentaba buena calidad, con caudales permanentes, lo que marcó la forma de rehabilitar la gravera para conformar un humedal funcional.**

La restauración se orientó a la integración morfológica con movimientos de tierra que suavizaran las pendientes perimetrales y que crearan láminas de agua de diferente profundidad intercaladas con islotes de tierra natural. Un objetivo fundamental fue garantizar la circulación del agua en el brazo del Arroyo del Cortijo que atraviesa la parcela de actuación.

En el siguiente vídeo se puede ver el proceso de creación del humedal:
<https://www.youtube.com/watch?v=r1G9BvIloLM>

Como premisas de los trabajos se planteó preservar la vegetación de buena calidad que espontáneamente había surgido, evitar enturbiar el agua durante los movimientos de tierra y minimizar las molestias que se pudieran producir a la fauna que ya albergaba el sitio.

En las siguientes figuras se indica la remodelación realizada con los movimientos de tierra:

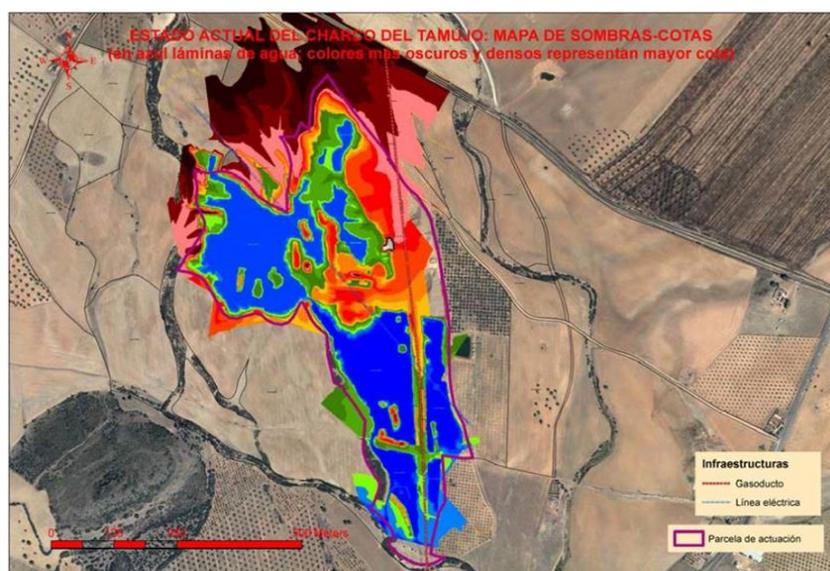


Figura 16. Mapa antes restauración: azul (cotas bajas) / rojo y negro (cotas altas) (Cinclus).

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

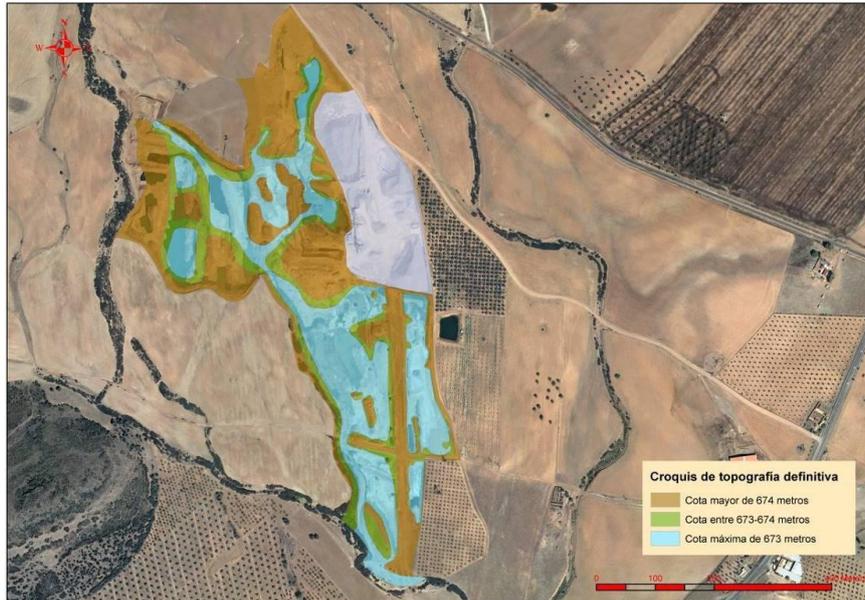


Figura 17. Mapa topografía final (Cinclus).

Se buscó crear diversidad en las diferentes charcas, temporales vs permanentes, de diferente profundidad, tanto entre las distintas charcas como dentro de cada charca, buscando satisfacer las demandas de necesidad de agua de todas las especies). Se favorece así la diversidad de ecotonos y, por tanto, la capacidad de albergar un espectro faunístico más amplio y diverso.



Figura 18. Láminas de agua a distinta profundidad en el humedal de La Chanta (Cinclus).

Se llevaron a cabo plantaciones de especies riparias (*Salix* sp., *Populus* sp., *Tamarix* sp., etc.) y se facilitó la regeneración espontánea de vegetación perilagunar palustre (*Phragmites*, *Typha*, *Scirpus*,....). También se plantaron especies pertenecientes a la vegetación zonal entre las que destacan los géneros *Quercus*, *Retama*, *Phillyrea*, *Rhamnus*, etc.

Tras la rehabilitación, se observaba que en el humedal criaban especies de avifauna muy interesante como el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*), el chorlito chico (*Charadrius dubius*), el martín pescador (*Alcedo athiis*) o una buena colonia de abejarucos (*Merops apiaster*). Asimismo, era lugar de invernada de anátidas y diferentes limícolas y zona de campeo de interesantes ardeidos.

El objetivo inicial era que el Charco del Tamujo se convirtiera en una zona refugio de muchas especies de aves; de algunos mamíferos, como la nutria; o reptiles, como el Galápagu Europeo.

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

El hecho de encontrarse aislada, en medio de una cuenca fluvial como la del Guadiana castigada por la introducción de peces exóticos, le confiere asimismo la oportunidad de proveer un espacio único para la recuperación de ciertas especies autóctonas.

En 2023 se cedió el humedal del Charco del Tamujo a la Fundación Global Nature para asegurar su conservación y aumento de biodiversidad³.

Las actuaciones que se han llevado a cabo desde 2023 han sido:

- Cambio de uso de suelo de la parcela donde se ubica la cantera. El uso de suelo estaba catalogado como suelo agrícola y se ha realizado el cambio a “Agua”. Ello ha posibilitado la declaración del espacio dentro de la figura de protección “Refugio de fauna”, estableciéndose como un lugar prioritario para la biodiversidad. En noviembre-diciembre de 2024 quedará finalizado este proceso con su declaración en el DOCM (Diario Oficial de Castilla – La Mancha).
- Charlas y talleres en los distintos municipios para dar a conocer el espacio del Charco del Tamujo, la importancia de la restauración ambiental y la conservación de la naturaleza. Se ha llegado a más de 300 alumnos de los municipios cercanos al Charco del Tamujo.
- Trabajos de adecuación del espacio para su utilidad pública. Dentro de este bloque se han llevado a cabo acciones como la retirada de los restos de vallados perimetrales de la antigua cantera, la creación de una zona de parking y su delimitación espacial o la preparación del terreno para un espacio recreativo.
- Un total de 6 jornadas de anillamiento en la época estival e invernal, acompañadas de un censo del resto de aves de la zona.
- Estudio de la entomofauna mediante los protocolos establecidos en la World Biodiversity Association (WBA).
- Campaña divulgación general, generando materiales para prensa, televisión y redes sociales.

³ <https://fundacionglobalnature.org/global-nature-se-hace-cargo-del-charco-del-tamujio-para-preservar-su-biodiversidad/>

CONAMA 2024

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.



Figura 19. Fotos de diversas acciones llevadas a cabo en El Charco del Tamujo en 2024 (Fundación Global Nature).

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

4.3. HUMEDAL DE “ALBA JEREZ”.



Figura 20. Imagen de una de las 5 charcas del complejo lagunar de Alba Jerez (Cinclus).

Está situado en el término municipal de Jerez de la Frontera, en la provincia de Cádiz. Su origen parte de una cantera de margas que abastece a la Fábrica de Cemento de Holcim.

En las siguientes imágenes se compara la zona ocupada por la cantera en 2016 y el actual rosario de lagunas conformado tras su rehabilitación

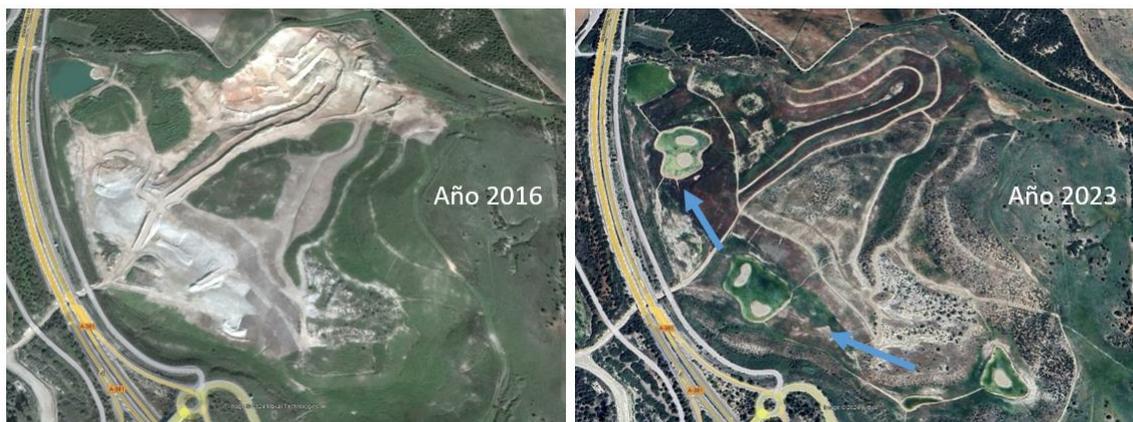


Figura 21. Ortofotos de Google Earth 2016 y 2023,  flujo del agua por rebose.

La ubicación de la cantera junto a la Reserva Natural de la Laguna de Medina, hacía interesante la modificación del proyecto de restauración original que consistía en dejar una superficie homogénea y, por el contrario, crear una serie de pequeñas cuencas endorreicas conectadas, que recogieran agua de lluvia, conformando un pequeño humedal de transición.

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

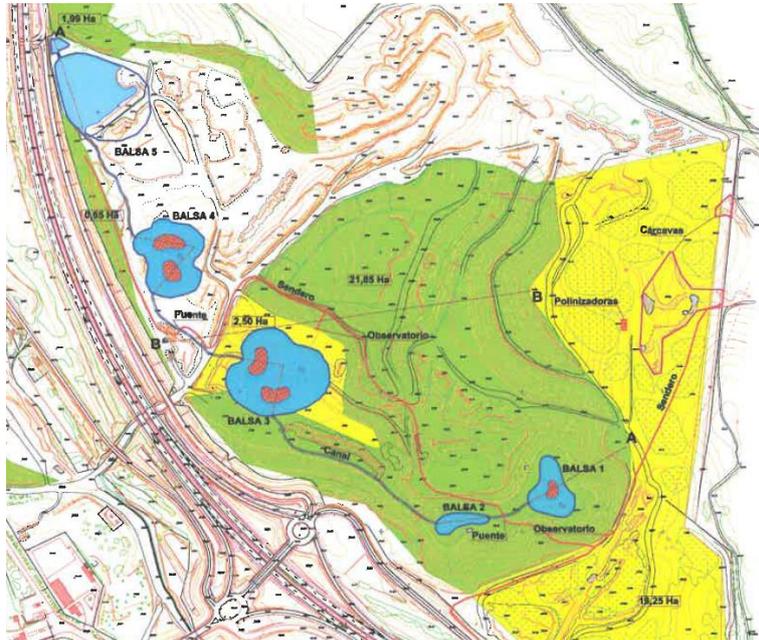


Figura 22. Rosario de lagunas conectadas sobre mapa topográfico (Fulgencio Pérez).

En el siguiente vídeo se observa la creación del humedal:
<https://www.youtube.com/watch?v=dZgSPCW37go>

Las margas objeto de extracción de la cantera son de naturaleza arcillosa y, por tanto, muy impermeables, facilitando que el agua de lluvia o escorrentía no se infiltre en el terreno y su única pérdida sea por evapotranspiración.

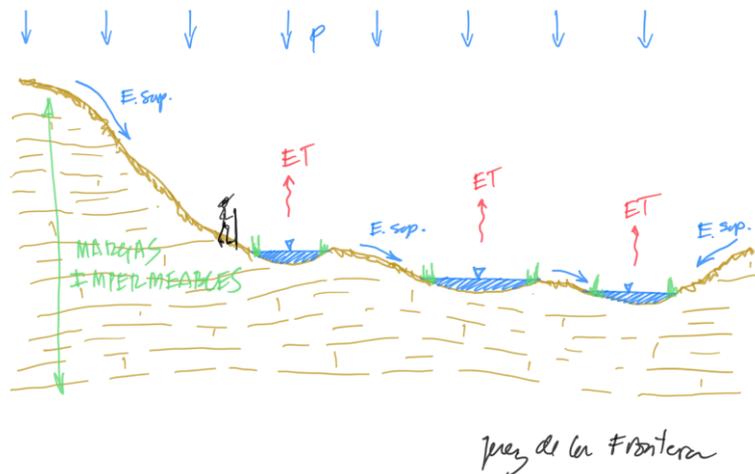


Figura 23. Perfil hidrogeológico (Manuel García).

Por tanto, las balsas creadas son estacionarias y su comunicación garantiza la calidad y transparencia del agua gracias a la renovación periódica. Su profundidad, de unos 1,5 metros, permite que en una parte de la balsa permanezca una lámina de agua libre, así como crear un espacio que pueda acoger fenómenos de anoxia en periodos de alta tasa de descomposición.

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

Asimismo, se han creado islas intermedias en las charcas, con polietileno y gravas en superficie para evitar la proliferación excesiva de vegetación, y potenciar la creación de zonas de cría de larolimícolos como la Avoceta (*Recurvirostra avosseta*), la Cigüeñuela (*Himantopus himantopus*), la Pagaza piconegra (*Gelochelidon nilotica*) y el chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*).

Las suaves pendientes facilitan la entrada y salida de fauna.

En el cinturón perilagunar se han plantado arbustos como tarajes (*Tamarix*) emergentes o helófitas como enneas (*Typha*), higrófitos como juncos (*Scirpoides holoschoenus*) y sauces de porte arbóreo (*Salix alba*).



Figura 24. Laguna del humedal Alba Jerez (Holcim)

Este tipo de vegetación permite la cría de anátidas con el Ánade real (*Anas platyrinchos*), Ánade friso (*Anas streppera*), Porrón común (*Aythya ferina*) y Pato colorado (*Netta rufina*). Por otro lado, las profundidades de las lagunas permiten acoger distintas especies de limícolos y anátidas en migración y apoyar la presencia de anfibios como sapos parteros, corredores y de espuelas y con toda probabilidad de gallipatos.

Como hecho relevante, la cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*), especie catalogada "En peligro de extinción" de acuerdo al Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas y declarada "En Situación Crítica" a nivel nacional, está utilizando este humedal para la cría.

Ayudando la estrategia de conservación de este espacio, en 2024 se ha firmado un Acuerdo de Custodia del Territorio con la Sociedad Gaditana de Historia Natural (SGHN) que permitirá el cuidado y monitorización de los procesos ecológicos del lugar, a la vez que la puesta en marcha de nuevas actuaciones para el fomento de la biodiversidad.

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

4.4. HUMEDALES EN PROYECTO

En varias canteras activas se están dando pasos para que, a medida que se avanza la explotación del recurso mineral, se vayan recreando pequeñas charcas que terminarán formando parte del vaso de un futuro humedal de mayor envergadura.

Para eso, es necesario solicitar la preceptiva modificación de los proyectos de restauración que no contemplaban la creación de estos valiosos hábitats en su estado final.

A continuación, mostramos 2 casos interesantes.

4.4.1 HUMEDAL DE CARBONERAS



Figura 25. Imágenes del agua que aflora en la cantera de Carboneras (Holcim).

El proyecto está situado en Carboneras, junto a la Fábrica de cemento de Holcim.

El material que se extrae en la cantera son calcarenitas, de forma principal, y un material volcánico que se sitúa debajo de las calcarenitas, de naturaleza variable, con granulometría desde arenosa a arcillosa.

El agua de lluvia percola a través de las calcarenitas hasta encontrar los materiales impermeables, a favor de los cuales, se forma un pequeño acuífero libre que es expuesto a la superficie al profundizar la plaza de cantera para extraer los materiales volcánicos.

Este nuevo hábitat es utilizado por numerosas especies del entorno.



Figura 26. Especies que utilizan el agua que aflora en la cantera (Holcim).

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

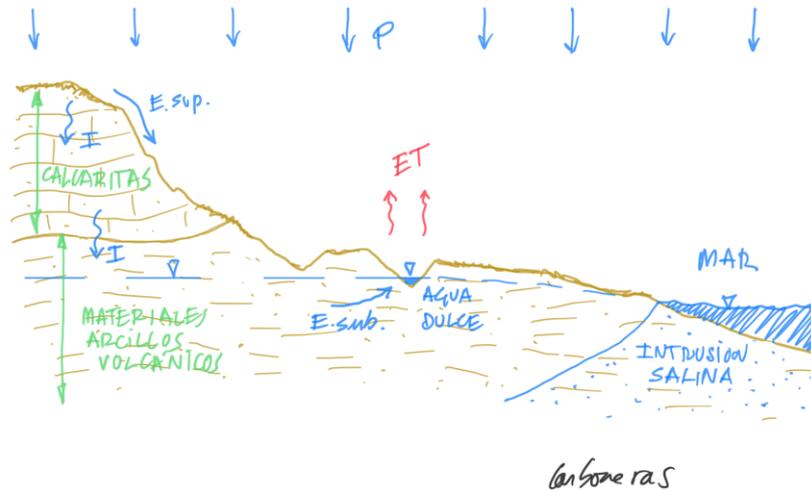


Figura 27. Perfil hidrogeológico (Manuel García).

Los análisis del agua que aflora en la plaza de cantera indican que se trata de agua dulce o ligeramente salobre (conductividad aproximada entre 1500 y 3000 microS/cm.) debido al efecto generado para intrusión salina situada por debajo de este acuífero libre con recarga de lluvia.

La meteorología extrema de esta zona hace que la lámina de agua sea temporal, en función de las escasas precipitaciones y la intensa evapotranspiración. De hecho, actualmente, las charcas están secas, aunque las calicatas realizadas en la plaza de cantera evidencian que el agua dulce aflora a 1,5 metros de profundidad.



Figura 28. Estado actual de las charcas. Agua dulce aflorando en calicata. (Holcim).

El interés que tiene la disponibilidad de agua para muchas especies en este entorno tan árido, nos ha llevado a tramitar una modificación del Plan de Restauración de la cantera recientemente aprobada. Se ha sustituido una “restauración al uso”, por otra en el que se da tratamiento a la rambla que atraviesa la cantera para devolver parcialmente su funcionalidad, a la vez que aporta recursos hídricos a un humedal creado en la plaza de cantera con una gran laguna principal.

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.



Figura 29. Configuración propuesta de la laguna principal. (Holcim).

Actualmente, con el asesoramiento del IGME_CSIC, se está instalando una red piezométrica para estudiar la evolución futura de las lagunas, el funcionamiento de las aguas subterráneas y la interfase agua dulce-agua salada.

Asimismo, se ha establecido un acuerdo con la ONG Serbal (Sociedad para el Estudio y Recuperación de la Biodiversidad Almeriense) para realizar un primer inventario de los principales valores ambientales y adecuación de la charca hacia un humedal funcional.

4.4.2 HUMEDAL DE MONTSERRAT



Figura 30. Humedal creado en la cantera de yesos Montserrat (Holcim).

El proyecto está situado en el Término Municipal de Añover del Tajo (Toledo).

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

El material que se extrae en la cantera es yeso. El hueco minero profundiza unos 10 metros hasta alcanzar el muro del paquete yesífero, en su contacto con arcillas con niveles de sulfato sódico.

El agua de lluvia y de la escorrentía superficial percola a través de los yesos, material que se disuelve fácilmente y permite discurrir el agua de lluvia por su interior hasta encontrar los materiales impermeables, a favor de los cuales, se forma un pequeño un acuífero libre que es expuesto a la superficie con la apertura del hueco minero.

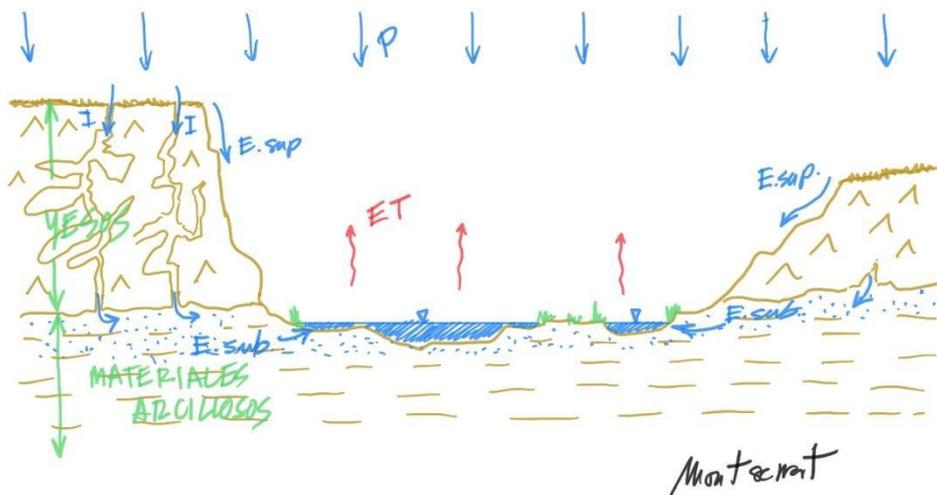


Figura 31. Perfil hidrogeológico (Manuel García).

Por tanto, este pequeño humedal ha surgido como consecuencia de la apertura de la cantera y es temporal, condicionado a las condiciones meteorológicas, y con agua ligeramente salina, debido a los materiales por los que circula.

Tal y como indica el comparador PNOA histórico, en la ubicación donde hoy se encuentra la cantera, el uso del suelo era previamente agrícola.



Figura 32. Imágenes del comparador PNOA 1956-1957 y actualidad.

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

En la cantera se forman dos zonas con agua. La más pequeña (0,25 ha) tiene especies acuáticas como *Chara* sp. y *Potamogeton pectinatus*; helófitos como *Typha latifolia* y especies arbóreas y arbustivas como *Populus alba*, *Tamarix gallica* y *Tamarix africana*. Otras especies frecuentes en sus orillas son *Limonium echioides*, *Spergularia* cf. *marina*, *Polypogon* sp. y *Dittrichia viscosa*.

La laguna más amplia (0.80 ha) presenta una pradera de carófitos (*Chara* spp.) y *Potamogeton pectinatus* en su parte más profunda), una superficie colonizada por espadaña *Typha latifolia* (figura 13), de carácter oligotrófico, y otra con tarayes de tres especies, *Tamarix africana* y *Tamarix gallica*, de aparición espontánea pero también algunos ejemplares plantados, y *Tamarix boveana*, todos ellos plantados por el Dr. Santiago Sardinero y sus alumnos, de la Universidad de Castilla-La Mancha. *Tamarix boveana* es una especie ibero-norteafricana, declarada “Vulnerable” por la IUCN, de la que se conocen muy escasas poblaciones en el valle del río Tajo.



Figura 33. Imágenes laguna menor (izq.) y mayor (centro y derecha) (Loreto García).

En un ambiente árido, como el circundante, estas lagunas tienen especial importancia como refugio para fauna, ya sea de invertebrados acuáticos, como libélulas y odonatos, o de vertebrados, como anfibios y limícolas. Se han observado rana común (*Pelophylax perezi*), cigüeñuela (*Himantopus himantopus*) y chorlito chico (*Charadrius dubius*), posiblemente reproductores en la cantera.

Los interesantes datos sobre la biodiversidad en este humedal incipiente nos llevarán a solicitar la modificación del Proyecto de Restauración actual que plantea tapar las láminas de agua con estériles de la cantera.

4.5. OTROS PEQUEÑOS HUMEDALES ARTIFICIALES

Más allá de los humedales de cierta índole que se puedan configurar en la rehabilitación de una cantera, también se pueden crear pequeñas charcas o charcones en el piso de la cantera, como un hábitat temporal, o construir una charca artificial para apoyar a especies vulnerables ligadas a estos medios escasos, como los anfibios.

En la siguiente fotografía se muestra una charca artificial construida sobre geotextil como actuación del plan de gestión de biodiversidad de una cantera de Holcim, situada cerca del Parque Natural de los Alcornocales. Visitada en verano de 2024, en plena sequía, retenía aún una pequeña lámina de agua disponible.

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.



Figura 34. Pequeña charca artificial, construida sobre geotextil (Holcim).

En 2021 Holcim publicó el “Manual de recreación de hábitats para anfibios en la restauración de canteras”, donde se exponían algunos ejemplos entre las páginas 67 y 85.

Este manual muestra las maravillosas especies de anfibios presentes en territorio ibérico, sus hábitos, necesidades y problemas y anima al sector minero a que colabore a su preservación a través de pequeñas actuaciones, como las indicadas en esta comunicación.



Figura 35. Manual de recreación de hábitats para anfibios en la restauración de canteras (<https://www.holcim.es/biodiversidad-manual-recreacion-habitats-para-anfibios-en-canteras>)

CONTRIBUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS A LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES. CASOS DE HOLCIM ESPAÑA.

5. CONCLUSIONES.

A lo largo de esta comunicación se han expuesto varios casos de humedales, de muy diversa índole, creados en el ejercicio de la actividad minera de Holcim.

De estas experiencias, sabemos que **en el desarrollo de una explotación minera se presentan múltiples oportunidades para crear humedales temporales**, bien por interceptar pequeños acuíferos libres, bien por disponer de materiales impermeables con los que configurar pequeñas cuencas endorreicas donde se acumule el agua de lluvia o escorrentía.

La biodiversidad que se ha generado alrededor de los mismos, demuestra **el interés de los humedales artificiales en canteras como refugios para la flora y la fauna acuáticas, elementos estructurantes de la conectividad territorial y elementos clave para apoyar las estrategias ecosistémicas de adaptación climática dotando a los espacios mayor capacidad de amortiguación y recuperación**

Esta misma conclusión se alcanzó durante el foro de diálogo del evento realizado en La Chanta sobre la "Contribución de los procesos de restauración minera a la conservación de humedales".



Figura 36. Jornada de presentación de La Chanta como humedal catalogado (Holcim).

En esta jornada se intercambiaron ideas y reflexiones sobre la rehabilitación de canteras desde responsabilidades muy variadas (administración nacional y autonómica de medioambiente y minas, promotores-asociaciones mineras, tercer sector experto en conservación), concluyendo el **interés de que el sector minero apoye la conservación de humedales desde su actividad.**

En este enlace se puede acceder a la grabación de la jornada: <https://youtu.be/FcToqULVkos>.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] Cirujano Bracamonte, S. 2024. Los humedales españoles. Paisaje vegetal y gestión.
- [2] Rodríguez Rodríguez, E J; Ferri Vila, V; de Ceballos Vázquez, B. 2021. Manual de recreación de hábitats para anfibios en la restauración de canteras. Guía para la Península Ibérica.
- [3] Resolución WCC-2020-Res-088: Conservación de la diversidad natural y el patrimonio natural en entornos mineros
(https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2020_RES_088_ES.pdf)