



**Proyecto de restauración fluvial del río
Manzanares entre el Arroyo de la Trofa y el
Puente de San Fernando (Madrid)**

Índice

| | | |
|----------|--|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES..... | 7 |
| 2. | LOCALIZACIÓN Y ÁMBITO DEL PROYECTO | 8 |
| 2.1. | Descripción del ámbito..... | 8 |
| 2.2. | Características del tramo de proyecto | 9 |
| 3. | PATRIMONIO HISTÓRICO-ARQUEOLÓGICO | 11 |
| 4. | DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL..... | 15 |
| 4.1. | Análisis de la problemática actual..... | 15 |
| 4.2. | Presiones e impactos..... | 16 |
| 5. | OBJETIVOS DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA | 20 |
| 5.1. | Condición de referencia | 20 |
| 5.2. | Definición de la imagen objetivo..... | 21 |
| 5.3. | Análisis de alternativas..... | 22 |
| 5.4. | Alternativa seleccionada | 23 |
| 6. | DESCRIPCIÓN DE ACTUACIONES | 24 |
| 6.1. | Actuaciones para la recuperación y mejora de la continuidad hidrológica | 24 |
| 6.1.1. | <i>Retirada de restos de infraestructuras existentes en la antigua Playa de Madrid</i> . | 24 |
| 6.2. | Actuaciones para la recuperación de condiciones morfológicas | 28 |
| 6.2.1. | <i>Retirada de arenas y acondicionamiento de frezaderos</i> | 28 |
| 6.3. | Actuaciones para la recuperación de espacio fluvial ribereño | 29 |
| 6.3.1. | <i>Recuperación del Dominio Público Hidráulico y retranqueo de vallados</i> | 29 |
| 6.3.2. | <i>Instalación de nuevo vallado y puertas</i> | 32 |
| 6.3.3. | <i>Retirada de zona de acopio de materiales y basuras</i> | 35 |
| 6.3.4. | <i>Retirada de vallas y puertas existentes en Dominio Público Hidráulico</i> | 37 |
| 6.4. | Actuaciones para mejora de la cubierta vegetal..... | 38 |
| 6.4.1. | <i>Trabajos selvícolas y eliminación de vegetación exótica</i> | 38 |
| 6.5. | Uso público e interpretación de la naturaleza | 39 |
| 6.5.1. | <i>Creación y adecuación de caminos</i> | 39 |
| 6.5.1.1. | Movimientos de tierras para adecuación del camino..... | 43 |
| 6.5.1.2. | Reposición de muro en P.D. Puerta de Hierro | 46 |



MEMORIA



Proyecto de restauración fluvial del río Manzanares entre el arroyo de la Trofa y el puente de San Fernando (Madrid)

| | | |
|----------|--|----|
| 6.5.1.3. | Tratamientos selvícolas de tramos de camino..... | 47 |
| 6.5.1.4. | Acondicionamiento del paso debajo de puentes..... | 47 |
| 6.5.2. | <i>Material interpretativo. Cartelería y señalética</i> | 48 |
| 6.6. | Mejora de la cuenca del arroyo de la Trofa | 48 |
| 6.6.1. | <i>Hidrotecnias</i> | 48 |
| 6.6.2. | <i>Canal de derivación junto a las hidrotecnias</i> | 50 |
| 6.6.3. | <i>Protección de taludes mediante el uso de restos vegetales y/o piedras</i> | 52 |
| 6.6.4. | <i>Restauración de la vegetación de la ribera</i> | 52 |
| 6.6.5. | <i>Acondicionamiento hidráulico de la desembocadura del Arroyo de la Trofa</i> | 56 |
| 6.6.6. | <i>Mantenimiento del cerramiento cinagético</i> | 59 |
| 1.1. | Mantenimiento y conservación..... | 61 |
| 1.1.1. | <i>Mantenimiento de caminos</i> | 61 |
| 1.1.2. | <i>Trabajos de saneamiento de vegetación de ribera</i> | 61 |
| 1.1.3. | <i>Mantenimiento de la vegetación</i> | 61 |
| 1.1.4. | <i>Trabajos de reposición de vallados</i> | 61 |
| 1.1.5. | <i>Trabajos de mantenimiento de señalización</i> | 62 |
| 6.7.8. | <i>Trabajos de mantenimiento de las actuaciones en la confluencia Trofa-Manzanares</i> 62 | |
| 6.8. | Seguimiento ambiental | 62 |
| 6.9. | Seguimiento arqueológico – paleontológico..... | 66 |
| 7. | INTEGRACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO | 67 |
| 8. | PROGRAMA DE TRABAJO Y PLAZO DE EJECUCIÓN..... | 72 |
| 9. | DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA..... | 75 |
| 10. | PRESUPUESTO | 76 |
| 11. | DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO..... | 77 |
| 12. | EQUIPO REDACTOR | 83 |
| 13. | CONCLUSIONES Y FIRMAS..... | 84 |

Índice de figuras

| | |
|---|---|
| Figura 1. Localización del tramo del proyecto | 9 |
|---|---|

| | |
|--|----|
| Figura 2. Plano de situación del tramo de proyecto | 10 |
| Figura 3. Zona de acopio de materiales en P. D. Puerta de Hierro | 17 |
| Figura 4. Restos vegetales en zona de Dominio Público Hidráulico..... | 17 |
| Figura 5. Zona de acopio de materiales, vallado y puertas en zona de Dominio Público Hidráulico | 18 |
| Figura 6. Aliviadero de Fuentelarreina en zona de Playa de Madrid | 18 |
| Figura 7. Paso de la M-40 sobre el río Manzanares | 19 |
| Figura 8. Restos de la infraestructura de la antigua Playa de Madrid | 19 |
| Figura 9. Estado del río en el siglo pasado con cauce trenzado y sotos ribereños | 20 |
| Figura 10. Restos de la infraestructura que impiden la continuidad longitudinal del río..... | 25 |
| Figura 11. Fotografías del vuelo del drone sobre la infraestructura (izqda.) y del drone (dcha.) | 26 |
| Figura 12. Imagen de la nube de puntos en el que se aprecia la infraestructura de Playa de Madrid..... | 26 |
| Figura 13. Imagen procesada de la nube de puntos en el que se aprecia la antigua infraestructura de Playa de Madrid | 27 |
| Figura 14. Imagen procesada de la nube de puntos en el que se aprecia la antigua infraestructura de Playa de Madrid | 27 |
| Figura 15. Imagen procesada de la nube de puntos en el que se aprecia la antigua infraestructura de Playa de Madrid | 28 |
| Figura 16. Croquis de las zonas vinculadas al Dominio Público Hidráulico (Fuente: www.mapama.gob.es) | 30 |
| Figura 17. Colocación de estacas para marcar donde se colocará el nuevo vallado | 31 |
| Figura 18. Estaca que indica donde se colocará el nuevo vallado | 31 |
| Figura 19. Colocación de tornillos en zonas de mucho tránsito | 32 |
| Figura 20. Postes de madera tratada empelados durante la ejecución de las obras de la Fase I | 33 |
| Figura 21. Acopio de materiales para la ejecución del cerramiento durante la ejecución de las obras de la Fase I..... | 33 |

| | |
|--|----|
| Figura 22. Ubicación del nuevo vallado en la margen derecha de Playa de Madrid | 34 |
| Figura 23. Vallado existente en las instalaciones de Playa de Madrid..... | 34 |
| Figura 24. Malla tipo cyclone | 35 |
| Figura 25. Restos leñosos almacenados en zona de servidumbre..... | 35 |
| Figura 26. Maquinaria y materiales de construcción almacenados en zona de servidumbre.... | 36 |
| Figura 27. Antigua torre de vigilancia en Playa de Madrid | 36 |
| Figura 28. Puertas en zonas de doble vallado..... | 37 |
| Figura 29. Tarima y talanquera de madera existentes en la zona de P.D. de Puerta de Hierro . | 37 |
| Figura 30. Árboles se mueren y caen al cauce | 38 |
| Figura 31. Árboles cruzados en el cauce | 39 |
| Figura 32. Camino consolidado dentro de DPH | 40 |
| Figura 33. Camino entre moreras en zona de servidumbre | 40 |
| Figura 34. Camino en zona de servidumbre..... | 41 |
| Figura 35. Croquis del camino de 3 m de ancho | 41 |
| Figura 36. Croquis del camino cuyo ancho es de 1,5 m | 42 |
| Figura 37. Fotografía de un camino en el que se ha empleado Aripaq | 43 |
| Figura 38. Desmante en P. D. Puerta de Hierro (zona 1) | 44 |
| Figura 39. Vaguada detrás del aliviadero de Fuentelarreina (zona 2) | 44 |
| Figura 40. Cárcava que se debe rellenar y compactar (zona 3) | 45 |
| Figura 41. Cárcava que se debe rellenar y acondicionar (zona 4)..... | 45 |
| Figura 42. Cordón de tierras producto de acumulación de escombros y restos vegetales..... | 46 |
| Figura 43. Estado actual del muro en P.D. Puerta de Hierro | 47 |
| Figura 44. Hidrotecnia ejecutada en Fase I..... | 50 |
| Figura 45. Hidrotecnia en funcionamiento | 50 |
| Figura 46. Llanura de inundación desconexionada..... | 51 |
| Figura 47. Llanura de inundación desconexionada..... | 51 |

| | |
|--|----|
| Figura 48. Llanura de inundación desconexionada..... | 52 |
| Figura 49. Actuaciones realizadas en la confluencia del arroyo de Trofa con el río Manzanares | 56 |
| Figura 50. Croquis de la solución adoptada en la confluencia del río Manzanares y el Arroyo de Trofa | 58 |
| Figura 51. Zona de depósito de materiales en Barranco de Freijo | 59 |
| Figura 52. Línea azul que muestra la ubicación del cerramiento cinagético | 59 |
| Figura 53. Cerramiento en la cuenca del arroyo de la Trofa..... | 60 |
| Figura 54. Materiales usados en el cerramiento de la cuenca del arroyo de la Trofa | 60 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Revegetación primera banda | 54 |
| Tabla 2. Revegetación segunda banda..... | 55 |
| Tabla 3. Revegetación tercera banda..... | 55 |
| Tabla 4. Plan de obra simplificado por trimestres | 73 |



MEMORIA



Proyecto de restauración fluvial del río Manzanares entre el arroyo de la Trofa y el puente de San Fernando (Madrid)

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El río Manzanares y sus riberas han sufrido importantes alteraciones hidromorfológicas debido al uso intensivo que han tenido, siendo más acusada su antropización en la segunda mitad del siglo XX.

El uso del río Manzanares históricamente ha estado ligado a diferentes oficios, la mayoría desaparecidos actualmente, como las lavanderas, areneros, bañeros, pescadores, barqueros y hortelanos. Sus caudales se han regulado mediante el embalse de Santillana (1907) y el embalse de El Pardo (1969).

Además, el río desempeñó un papel fundamental en la vida de la ciudad como elemento recreativo, ya que los madrileños han tenido costumbre de bañarse en el río y en las piscinas públicas construidas en sus riberas. En 1931 se construyó la Piscina de la Isla ubicada junto al puente del Rey, en 1932 se construyó la Playa de Madrid en las cercanías del Hipódromo de la Zarzuela quedando aún restos de la estructura de la infraestructura hidráulica en el tramo del proyecto y muy cerca de allí se construyó el Parque Sindical, en 1955, para dar acceso a las clases trabajadoras.

La Dirección General del Agua del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente y la Confederación Hidrográfica del Tajo, con la colaboración de la Oficina Española de Cambio Climático del MAPAMA, impulsan la redacción de un proyecto de restauración ambiental de la zona, que permita iniciar los trabajos de recuperación ambiental y la adaptación al cambio climático del tramo del río Manzanares comprendido desde la confluencia con el arroyo de la Trofa hasta el puente de San Fernando, en el noroeste del municipio de Madrid.

Se han coordinado diversos estudios iniciales diagnosticando las alteraciones y presiones del tramo, y se tiene en cuenta la experiencia piloto llevada a cabo en el tramo inmediatamente aguas arriba que discurre entre el embalse de El Pardo y la confluencia con el arroyo de la Trofa, ya que también se enmarca en el Plan PIMA Adapta que tiene por objetivo evitar el agravamiento de la situación del río por los efectos derivados del cambio climático.

2. LOCALIZACIÓN Y ÁMBITO DEL PROYECTO

2.1. Descripción del ámbito

El área de actuación sobre la que se propone llevar a cabo las diversas obras se ubica en el municipio de Madrid, aguas abajo de El Pardo, en el tramo comprendido entre la desembocadura del arroyo de la Trofa y el puente de San Fernando, incluyendo también dicho Arroyo. Dentro del ámbito total del proyecto se pueden diferenciar varias zonas:

- Desde la confluencia del río Manzanares con el arroyo de la Trofa hasta la M-40, donde el río presenta un perfil de calado reducido y recorrido lineal. En la margen izquierda se encuentra la zona de acceso a la Zarzuela, las instalaciones de la Federación Madrileña de Hockey y el área deportiva del Tejar de Somontes que impiden su movimiento.
- Desde la carretera M-40 hasta los restos de la infraestructura de la antigua Playa de Madrid. Se trata de un tramo con algo más de espacio fluvial debido a que el agua embalsada por la infraestructura existente obligaba a ubicar las construcciones más lejos del eje del cauce.
- Desde la infraestructura existente de la antigua Playa de Madrid hasta el enlace de la M-30 y la A-6 y el puente de San Fernando. Es un tramo en el que se observan dos brazos del río, aunque solo uno es el que mantiene caudal constante. Persisten islas en el centro del cauce y antiguas infraestructuras que están en desuso. En su margen izquierda están las instalaciones del Parque Deportivo de Puerto de Hierro.
- Arroyo de la Trofa, desde el cruce bajo la vía del ferrocarril hasta la confluencia con el río Manzanares. En esta zona se continuará con las actuaciones realizadas durante la fase I para mejorar su estado, como hidrotecnias, plantaciones, etc.

El área de intervención se localiza en el municipio de Madrid, en el barrio de El Pardo perteneciente al distrito de Fuencarral –El Pardo y en el barrio de Ciudad Universitaria perteneciente al distrito de Moncloa-Aravaca.



Figura 1. Localización del tramo del proyecto

2.2. Características del tramo de proyecto

El trazado geomorfológico del cauce del Manzanares ha pasado de estar constituido por un cauce trezado con gran tendencia a la sedimentación en forma de depósitos de arena a un trazado en el que la mayor parte del tramo del proyecto es un canal único (pérdida de brazos secundarios), más estrecho y de mayor calado.

Los restos de la infraestructura de la antigua Playa de Madrid dificultan la continuidad longitudinal del río, además del impacto visual que suponen.

Las obras longitudinales llevadas a cabo, como dragados y eliminación de islas en el cauce, motas o diques longitudinales para evitar el desbordamiento y la inundación y facilitar la ocupación urbanística de la llanura de inundación, han generado pérdida de espacio fluvial, simplificación de biotopos acuáticos y riparios, pérdida de conectividad

transversal, pérdida de accesibilidad a las orillas, pérdida de valor escénico y de oportunidad de contacto con el río.

Respecto al estado ecológico, la vegetación de ribera ha ido variando adaptándose a las nuevas condiciones. La regulación derivada de la construcción del embalse de El Pardo y de Santillana, el tapón de sedimentos generado en la confluencia del arroyo de la Trofa y el río Manzanares supone la presencia más continuada de agua y sin estiajes, propiciando la consolidación de un bosque de galería denso como el que hoy en día existe en algunos tramos del ámbito del proyecto.



Figura 2. Plano de situación del tramo de proyecto

3. PATRIMONIO HISTÓRICO-ARQUEOLÓGICO

El río Manzanares tiene gran importancia histórico-arqueológica por ser el cauce principal de la capital de España.

La buena calidad del agua procedente de los macizos graníticos del Guadarrama, y la frondosidad del bosque mediterráneo a sus pies, han constituido desde siempre un excelente ecosistema. La práctica totalidad del ámbito de estudio se encuentra dentro de la zona declarada Bien de Interés Cultural (BIC) denominada “Terrazas del Manzanares”, en la categoría de Zona Arqueológica, por el Decreto 113/1993 de 25 de noviembre.

El área de protección abarca ambas márgenes del río Manzanares, desde el límite con El Pardo, al norte, hasta el término municipal de Getafe, al sur, casi siempre dentro de la cota de 600 m. Dentro de este área se localizan numerosos yacimientos, tanto arqueológicos como paleontológicos, que hacen de las terrazas del Manzanares uno de los lugares más ricos en vestigios del pasado más remoto del hombre; así, al final del Cuaternario, hace unos 100.000 años, en el Paleolítico medio, neandertales ocupan las terrazas más bajas y próximas al río, hoy perfectamente visibles, dejando un rastro inconfundible en lo que fueron las antiguas orillas del Manzanares (aproximadamente 18 metros por encima de las actuales riberas).

Hasta la llegada de la época romana, durante la Edad de los Metales, se encuentran documentados numerosos yacimientos a lo largo de toda la cuenca del río. Estos se identifican con un alto número de poblados amurallados que son muy numerosos (sobre todo ya en época del Hierro) que nos hablan ya de un establecimiento y sedentarización en el territorio.

Continuando con estos establecimientos permanentes, ya en Época Romana, se localizan un buen número de asentamientos agrícolas y ganaderos, las famosas villae, que a lo largo de todo este periodo se dedicarán al abastecimiento de las grandes urbes y de las diferentes legiones establecidas en la Península.

Una vez se desestabiliza el Imperio Romano, con la irrupción de los visigodos en la Alta Edad Media, comienza la decadencia de las citadas villae, las cuales en numerosas ocasiones son, a su vez, reutilizadas e incluso fortificadas debido a la creciente ausencia de poder e inestabilidad política existente durante el Reino Visigodo de Toledo. Muestra de ello son los numerosos vestigios hallados en las zonas limítrofes a las villae madrileñas en forma de necrópolis adscribibles a estas cronologías.

Tras el establecimiento musulmán del que apenas tenemos noticias en esta zona, exceptuando restos de torres defensivas localizadas en puntos muy concretos, acontece la reconquista cristiana de estas tierras, la Baja Edad Media, cuando la actual Madrid se vuelve a fortificar y la zona perteneciente al “campo” (coincidente con la cuenca del Manzanares) se encuentra ocupada por pequeños núcleos poblacionales que darán lugar a los primeros concejos de la zona. En la zona que nos ocupa la realeza castellana fue habitual de la zona, atraída por su riqueza cinegética, habilitando para su estancia el Alcázar que habían erigido los musulmanes en el s. IX sobre un risco que dominaba la vega del Manzanares, y construyendo el Palacio de El Pardo, específicamente para practicar la caza.

Ya en Época Moderna, a partir del Renacimiento, los monarcas españoles hacen de Madrid la capital de sus reinos, Felipe II la convierte en sede administrativa de su Imperio, y el río Manzanares comienza a ser citado en obras de los grandes escritores españoles, y realmente a convertirse en el cauce fluvial más importante de la capital; se construye el Real Canal del Manzanares, cuyos restos arqueológicos permanecen al completo en el Parque Lineal del Manzanares. También este pequeño río ha servido de fondo escénico de alguna de las obras maestras de la pintura española, como los cuadros del pintor Francisco de Goya, en los cuales se muestra a los habitantes de Madrid con indumentaria tradicional en actividades tales como juegos, romerías o verbenas junto a él.

En Época Contemporánea, con la llegada de la Guerra de la Independencia, parte de las instalaciones del Canal del Manzanares son arrasadas y serán reconstruidas por Fernando VII tras el conflicto.

Con la llegada de la Época Actual, al ser la zona uno de los principales frentes de la Guerra Civil, existen numerosos restos y vestigios de la contienda, además de una extensa bibliografía y filmografía centrada en este entorno. Por ejemplo, en referencias escritas en octubre de 1938, se cita la existencia de al menos 18 casamatas de hormigón entre las colinas de Somontes y el Campo de Polo (actual Club Puerta de Hierro), que corresponde aproximadamente a la mitad sur del tramo en estudio. E igualmente hacia el norte se cita la construcción de numerosas obras de defensa entre Somontes y La Marmota, en el entorno del embalse de El Pardo, todo ello construido por unidades de ingenieros del II Cuerpo de Ejército republicano, obedeciendo a un plan común de blindaje del acceso a Madrid desde el oeste.

La historia de la zona que nos ocupa ha estado vinculada siempre al ocio, y ya desde los siglos XVIII y XIX, discurre paralelamente a la costumbre de bañarse en las aguas del

Manzanares por parte de los madrileños, pero es durante el siglo XX cuando esta afición se muestra más arraigada, concretamente en áreas no urbanizadas como Puerta de Hierro o El Pardo, que los madrileños elegían en primera instancia por la mayor calidad de las aguas y la existencia de parajes naturales. Esta costumbre de bañarse en el río no desapareció cuando se pusieron en marcha las primeras piscinas públicas, sino que se popularizó aún más, al construirse la mayoría de ellas en sus riberas. Es el caso de la singular Piscina de la Isla que estuvo ubicada junto al Puente del Rey.

En cuanto a la legislación vigente en materia de patrimonio arqueológico y paleontológico, para la zona afectada por el presente proyecto debemos remitirnos a la Ley 3/2013, de 18 de junio, de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid, la cual en su Título V, Capítulo I se refiere a los Regímenes especiales de protección y Del patrimonio arqueológico y paleontológico, en el cual, en su Artículo 30 dice:

“Será necesaria la autorización previa de la Consejería competente en materia de patrimonio histórico para la realización de las intervenciones arqueológicas y paleontológicas que se establecen en el artículo 29. Con carácter previo, se podrá solicitar hoja informativa a la Dirección General competente en materia de patrimonio histórico sobre los criterios técnicos, científicos y administrativos a los que se han de sujetar las intervenciones arqueológicas y paleontológicas. 2. Para el otorgamiento de la autorización de intervenciones será precisa la presentación de una solicitud de autorización firmada por el promotor y por la dirección de la intervención arqueológica o paleontológica. 3. La autorización establecerá las prescripciones técnicas necesarias para el mejor desarrollo de la intervención, el plazo de vigencia, la delimitación de la zona de trabajo, las condiciones de ingreso de los materiales arqueológicos o paleontológicos en los museos o centros que se determinen y la obligación de redactar un informe final de los trabajos realizados, así como el plazo de entrega del mismo”.

Estos trabajos se han llevado a cabo ya en la Fase I de la Restauración Fluvial del río Manzanares en el entorno del Real Sitio de El Pardo, mediante la realización de una prospección arqueológica tras la que, una vez visto el pertinente informe de la misma, la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Comunidad Autónoma de Madrid emitió una Resolución por la que dictaminaba la realización de un control arqueológico y paleontológico de los movimientos de tierra a realizar en la misma, el cual se está llevando a cabo en estos momentos.

Así, para esta segunda fase, la metodología de intervención en materia arqueológica y del patrimonio histórico deberá ser la misma, en cumplimiento con la Ley 3/2013, de

MEMORIA



18 de junio, de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid. El promotor de la obra, durante la fase de ejecución de la misma deberá tener en cuenta las fases a seguir como los plazos de las mismas.

Además, debido a la especial zona de afección de esta segunda fase, se deberá tener en cuenta el Título IV, Capítulo I, de la citada ley, el cual trata del Régimen específico de protección de los Bienes de Interés Cultural, caso de las terrazas fluviales del río Manzanares. En concreto el artículo 19 dice lo siguiente: “Autorización de intervenciones. La Consejería competente en materia de patrimonio histórico debe autorizar las intervenciones en los bienes muebles e inmuebles de Interés Cultural y en los entornos de protección delimitados de estos últimos. El plazo máximo para resolver será de dos meses, transcurridos los cuales sin haber sido notificada la resolución los interesados podrán entender desestimada la solicitud por silencio administrativo”.

4. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Análisis de la problemática actual

La alteración del régimen de caudales en el río Manzanares tras la construcción de las presas de Santillana y El Pardo es un hecho evidente. El efecto directo del embalse mediante la regulación del caudal ha sido la transformación de un régimen de características torrenciales a otro mucho más homogéneo en cuanto a su rango de caudales extremos.

El descenso en el aporte de sedimentos, debido a los procesos de colmatación del embalse y al sellado del territorio, da lugar a aguas limpias o libres de sedimentos, efecto conocido como “hungry water” (Kondolf, 1995).

En efecto, el trazado geomorfológico del cauce del Manzanares ha pasado de estar constituido por un cauce trenzado con gran tendencia a la sedimentación en forma de depósitos de arena a un canal único, más estrecho y de mayor calado mejorando su estabilidad y capacidad de transporte de sedimentos. Tanto la menor frecuencia con la que ahora se producen las avenidas mayores como la mayor frecuencia de caudales bajos ha provocado una mejora en la estabilidad del tramo y una variación significativa en su morfología. El resultado de todos estos procesos es una gran pérdida de diversidad geomorfológica, algo clave en el sistema fluvial, ya que es la respuesta al funcionamiento de la cuenca y a su vez, origen de la diversidad biológica.

En el caso de la evolución de la vegetación riparia, como consecuencia de la reducción del número y caudal punta de las crecidas se ha producido la estabilidad morfológica del cauce, lo que ha favorecido el rápido desarrollo de una vegetación de ribera madura. Esta vegetación, debido al mencionado descenso del freático, se ha visto obligada a aproximarse progresivamente al cauce, colonizando las orillas, islas y barras del cauce.

Los efectos derivados del cambio climático, para la estructura del sistema fluvial los podemos simplificar en tres fenómenos principales: incremento de temperaturas, descenso de aportaciones e incremento de los fenómenos puntuales de alta precipitación. Estos efectos, llevarán derivado un agravamiento de la situación actual, puesto que:

- El incremento de temperaturas llevará una mayor eutrofia del cauce y al aumento de la mortandad del bosque de ribera.

- La disminución de las aportaciones conllevará que, en general, el sistema de embalses aguas arriba de este tramo habitualmente disponga de mayor capacidad de resguardo frente a avenidas, por lo que el funcionamiento del río aguas abajo se parecerá cada vez más a un humedal con un caudal constante. La ausencia de avenidas fomentará la colmatación de los lechos y del desarrollo de vegetación dentro del cauce.

Por lo tanto, el efecto del cambio climático agravará la situación actual, necesitándose impulsar actuaciones y medidas de gestión conjunta entre todas las Administraciones implicadas como una estrategia clara de adaptación al cambio climático.

Además, dada la gran potencialidad que tiene el río Manzanares para el uso público y la educación ambiental, por su proximidad a la ciudad de Madrid, se considera de gran interés llevar a cabo la restauración del río, contribuyendo con ello a la mejora del estado ecológico del río y la recuperación de este espacio de gran valor ambiental.

4.2. Presiones e impactos

De acuerdo con la revisión del Plan Hidrológico del Tajo, aprobada por el RD 1/2016, la masa de agua presente en la zona del proyecto no cumple los objetivos medioambientales de la Directiva Marco del Agua (DMA), necesitándose realizar actuaciones para mejorar su estado ecológico.

Las presiones existentes derivan de problemas de funcionamiento de la cuenca hidrográfica, que abarcan la regulación de caudales en la cuenca, problemas en la generación y transporte de sedimentos, invasión del Dominio Público Hidráulico con vallados, instalaciones y acopio de materiales que limitan la continuidad transversal del río y que han generado actualmente un cauce incompatible con los requisitos ambientales de la DMA.



Figura 3. Zona de acopio de materiales en P. D. Puerta de Hierro



Figura 4. Restos vegetales en zona de Dominio Público Hidráulico



Figura 5. Zona de acopio de materiales, vallado y puertas en zona de Dominio Público Hidráulico

Existen varios aliviaderos y colectores que son fuente de contaminación puntual, algunos vierten aguas residuales y otros, aguas pluviales.



Figura 6. Aliviadero de Fuentelarreina en zona de Playa de Madrid

Varias vías de comunicación pasan a distinto nivel sobre el río afectando tanto a nivel sonoro como contaminación atmosférica.



Figura 7. Paso de la M-40 sobre el río Manzanares

La infraestructura existente de Playa de Madrid supone una alteración morfológica en la continuidad del río ya que el agua se remansa aguas arriba, a pesar de que en la actualidad solo quedan los restos de la estructura de hormigón y la cimentación, pero no quedan las compuertas.



Figura 8. Restos de la infraestructura de la antigua Playa de Madrid

En el *Anejo 6. Presiones* del presente documento se detallan las presiones que afectan al tramo de río del proyecto.

5. OBJETIVOS DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

5.1. Condición de referencia

La imagen que evoca el río Manzanares es la de un río con un caudal inestable, con fuertes avenidas y de un gran poder erosivo que conforma un cauce trenzado. Este hecho, unido al sustrato arenoso del lecho y de las márgenes, da lugar a cauces anchos y encajados en la llanura, confinados entre los terraplenes naturales de ambas orillas.

Los caudales exigüos e inestables no permiten el establecimiento de una masa continua, que queda reducida a pequeños golpes, salvo en las situaciones en las que el río corre menos encajado y el nivel freático es más accesible para la vegetación ribereña. Es entonces el momento en el que la primera línea de sauces se encuentra secundada por un bosque de galería con una estructura más desarrollada, gracias a la protección que le confiere la primera banda arbustiva. En muchas ocasiones la vegetación zonal se acerca prácticamente hasta el cauce, favorecida por el clima y el sustrato arenoso que drena rápidamente el agua.



Figura 9. Estado del río en el siglo pasado con cauce trenzado y sotos ribereños

El objetivo se plantea muy difícil ya que el tramo de estudio se encuentra encorsetado entre una presa y una canalización a través de la cual el río cruza la capital. Además, en las márgenes del tramo existen instalaciones de los complejos deportivos de El Tejar de Somontes, La Playa de Madrid y el P. D. Puerta de Hierro que no permiten el

movimiento libre del río y que en mayor o menor medida interrumpen la servidumbre de paso. Si bien la imagen de referencia se complica por esta situación, debería marcarse como objetivo devolver el río a los madrileños, aunque sea en pequeños tramos, hacer participe al ciudadano y ayudarle a recuperar ese vínculo que ha existido a lo largo de la historia.

5.2. Definición de la imagen objetivo

De acuerdo con la normativa vigente, entre los objetivos que persigue este plan cabe destacar los siguientes:

- Contribuir al cumplimiento de los objetivos ambientales del Plan Hidrológico del Tajo de acuerdo con la Directiva Marco del Agua (DMA), compatibilizando y mejorando el estado de la masa de agua y su entorno conforme a la Directiva Hábitat y la Red Natura 2000.
- Disminuir los riesgos de inundación en la zona y, especialmente, aguas abajo, en la ciudad de Madrid.
- Adaptarse al cambio climático mediante un impulso a la gestión del medio fluvial.
- Ser ejemplo de actuación de recuperación ambiental y ordenación y fomento del uso público sostenible, y con ello, facilitar la gestión del espacio a las Administraciones competentes, propiciando además un marco de colaboración entre ellas que beneficie a todos los usuarios.
- Disminuir, a medio plazo, los costos de mantenimiento de los distintos espacios a las Administraciones competentes.
- Mejorar la comunicación entre el río y sus usuarios, de cara a aumentar el conocimiento de su singularidad, sus problemas y potencialidades.
- Contribuir, mediante la mejora de este tramo del río, a la creación de un corredor ambiental que, a través del parque lineal del Manzanares en la ciudad de Madrid, conecte espacios de interés como el Parque Regional del Sureste, la Cuenca Alta del Manzanares, e incluso el Parque Nacional de la Sierra del Guadarrama.
- Hacer compatible todas estas actuaciones con los requerimientos del tramo urbano aguas abajo y de seguridad de los espacios asociados a la Jefatura del Estado.

5.3. Análisis de alternativas

Se han analizado diferentes escenarios para decidir qué nivel de actuación es el más efectivo a la hora de alcanzar los objetivos del proyecto:

- Alternativa 0 - Escenario Tendencial.

Si no se realiza ninguna actuación se prevé un incremento de la vegetación riparia que conllevaría un aumento del peligro de incendio y de inundación, así como de un deterioro de la calidad del agua.

Además, el carácter limitado de los servicios ambientales proporcionados por el río en la actualidad hace tender hacia la marginalización de determinados enclaves del corredor fluvial.

- Alternativa 1 - Renaturalización total.

El intenso uso de las riberas y el cauce del Manzanares han configurado un paisaje cultural ya muy humanizado antes de los cambios estructurales producidos a lo largo del siglo XX, principalmente en su segunda mitad. Por otra parte, la intensa regulación a la que ha sido sometido el río modifica sustancialmente el comportamiento hidromorfológico de la zona.

Por lo tanto, tratar de llegar a recuperar el río en su carácter primigenio, con un macrocauce trenzado, con barras e islas activas (sin vegetación estable) y brazos secundarios dinámicos, sin afectar a los usos y edificaciones próximas y sin poder contar con un régimen de caudales adecuado, se considera demasiado complicado de llevar a cabo y se descarta para el desarrollo del proyecto.

- Alternativa 2 - Recuperación de zonas en peor estado y potenciación del entorno.

A lo largo del ámbito se han localizado los vallados y construcciones que hay presentes dentro del Dominio Público Hidráulico impidiendo el uso correspondiente, así como la conectividad longitudinal y transversal del río.

Es por esto que se considera concentrar las principales actuaciones en la eliminación o retranqueo de estos elementos y llevar a cabo trabajos dedicados a la potenciación del entorno desde el punto de vista ambiental y social (señalización, mejora de caminos, tratamientos selvícolas, etc.).

5.4. Alternativa seleccionada

Tras analizar los problemas que conllevaría no realizar ningún tipo de actuación y la complejidad técnica y ambiental precisa para alcanzar un estado completamente natural, del que no se tienen ni siquiera referencias históricas, se considera como más adecuada el desarrollo de la alternativa 2, de actuación en las zonas en peor estado, con el compromiso de un seguimiento del funcionamiento de las actuaciones para su optimización futura.

En el presente proyecto solo se actuará en la margen izquierda del río Manzanares.

6. DESCRIPCIÓN DE ACTUACIONES

6.1. Actuaciones para la recuperación y mejora de la continuidad hidrológica

6.1.1. Retirada de restos de infraestructuras existentes en la antigua Playa de Madrid

El sistema fluvial está afectado por una estructura transversal al cauce que en su origen sirvió de infraestructura hidráulica para la antigua Playa de Madrid. En la actualidad se encuentra abandonada y aunque faltan los paramentos verticales y tiene cierta permeabilidad, puede retener materiales, dificulta la conectividad longitudinal del tramo y aumenta los riesgos de inundación de la zona y aguas abajo, en la ciudad de Madrid.

Con la retirada de restos de esta estructura se cumplirán algunos de los principales objetivos del Plan PIMA Adapta, como minimizar los riesgos aumentando la resiliencia del sistema fluvial frente al cambio climático.

Posteriormente a la retirada de los restos de la antigua infraestructura se procederá al reperfilado del talud de la margen izquierda.

La Estrategia Nacional de Restauración de Ríos del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, siguiendo directrices de la Directiva marco del Agua, tiene como principal objetivo la conservación y, en su caso recuperación de la calidad ecológica y paisajística de las cuencas fluviales.

Conforme a estas directrices, esta actuación tiene los siguientes objetivos:

- Recuperar la continuidad longitudinal del sistema fluvial, mediante la eliminación de barreras transversales.
- Incrementar la conectividad lateral del cauce con sus riberas y la llanura de inundación.
- Mejorar la conectividad vertical del cauce con su medio hiporreico, retirando los materiales acumulados.

La eliminación de la estructura de 80 m de longitud y una altura de 6 m puede suponer una modificación de lecho y una movilización de sedimentos al retirar el basamento.

Crearé un lecho natural con mayor complejidad estructural e hidráulica que permitirá la aparición de nuevos hábitats y el aumento de especies de fauna.

Las operaciones dentro del cauce se han de realizar informando a la Confederación Hidrográfica del Tajo para intentar que el caudal que suelte el embalse de El Pardo sea el mínimo posible. Si en el momento de la ejecución el río transportase caudales que pudiesen poner en peligro al personal, la maquinaria o el trabajo, se podrá realizar una zanja para encauzar el agua. Al finalizar los trabajos de retirada del azud se devolverá la morfología original al cauce.

La maquinaria tiene acceso a la zona por la margen izquierda de la infraestructura y es por donde se trasladarán los materiales del derribo a vertedero.

Se trata de la retirada de 276 m³ de escombros de la infraestructura y 1.275 m³ de basamento.



Figura 10. Restos de la infraestructura que impiden la continuidad longitudinal del río

Ante las dificultades para acceder a la estructura, se ha optado por realizar un levantamiento topográfico mediante el vuelo de un dron para conocer las dimensiones de la estructura.



Figura 11. Fotografías del vuelo del drone sobre la infraestructura (izqda.) y del drone (dcha.)

En campo se han colocado dianas como apoyo topográfico y se han tomado fotografías (sistema de referencia WGS84). Tras procesar los datos capturados se ha generado una nube de puntos en formato LAS (sistema de referencia ETRS89 UTMH30) que permite la extracción de los diferentes elementos y la posterior reconstrucción en 3D.



Figura 12. Imagen de la nube de puntos en el que se aprecia la infraestructura de Playa de Madrid



Figura 13. Imagen procesada de la nube de puntos en el que se aprecia la antigua infraestructura de Playa de Madrid

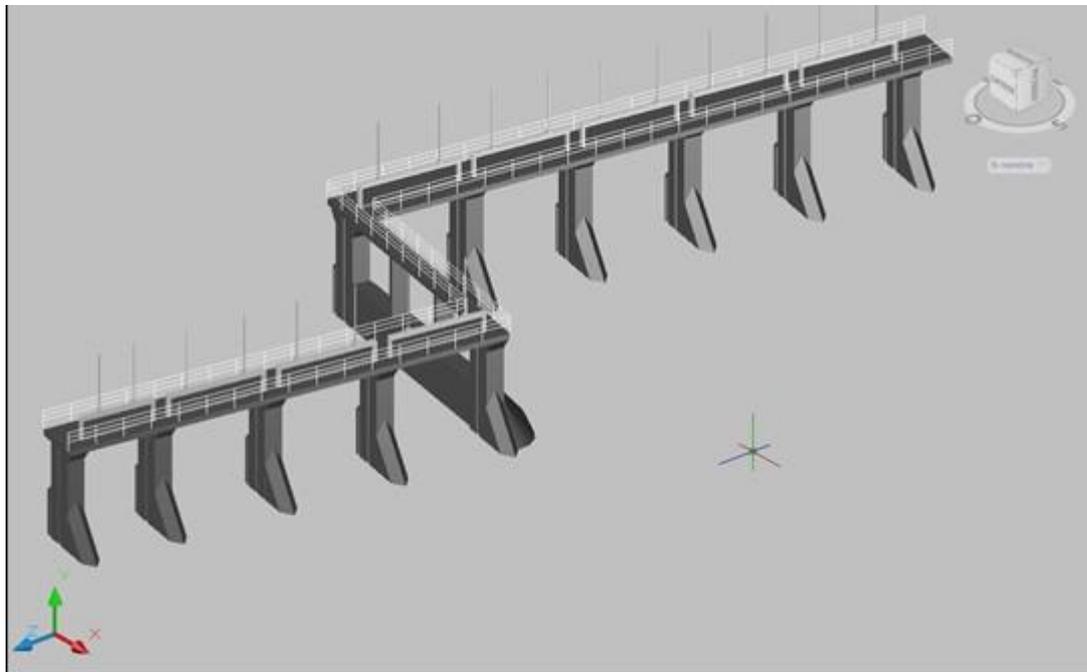


Figura 14. Imagen procesada de la nube de puntos en el que se aprecia la antigua infraestructura de Playa de Madrid

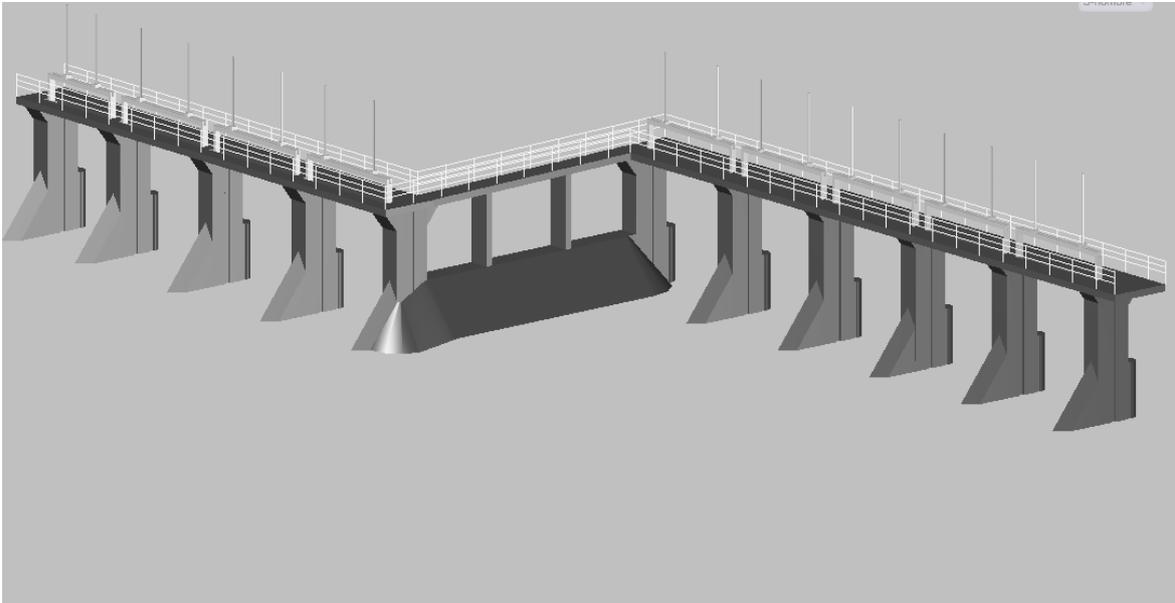


Figura 15. Imagen procesada de la nube de puntos en el que se aprecia la antigua infraestructura de Playa de Madrid

Una vez obtenidos todos los elementos de la antigua infraestructura se ha estimado que el volumen total es de 1.551 m³.

6.2. Actuaciones para la recuperación de condiciones morfológicas

6.2.1. Retirada de arenas y acondicionamiento de frezaderos

La estructura y sustrato del lecho son elementos esenciales en el ecosistema fluvial, puesto que de ellos depende el desarrollo de una gran parte de los ciclos biológicos asociados al cauce. Por ello se estudia dentro del apartado de caracterización de las condiciones morfológicas del cauce del *Protocolo de Caracterización Hidromorfológica de Masas de Agua de la Categoría Ríos*.

Se valoran el grado de alteración de la naturalidad del lecho en relación al origen, tamaño y clasificación del sedimento, el grado de alteración de la estructura longitudinal del lecho y el grado de incisión o dinámica vertical acelerada.

En la aplicación de este protocolo en el tramo hidromorfológico objeto de estudio en el presente Proyecto se ha detectado una moderada alteración de la naturalidad del lecho en relación al origen, tamaño y clasificación del sedimento, lo que perjudica al desarrollo de multitud de organismos y a la freza de la ictiofauna autóctona. Ésta

necesita que el suelo disponga de abundante grava, cuyo tamaño sea algo superior a 2 centímetros, pero no deben tener un tamaño excesivo para que prosperen los huevos posados; además debe fluir el agua y circular el oxígeno entre las piedras.

El río Manzanares se encuentra regulado por la presa de El Pardo y de Santillana, limitando el aporte de gravas al cauce y las avenidas que favorecen la remoción del suelo.

Con esta actuación se retirarán arenas y se aportarán gravas adecuadas para la freza. En las zonas que existen gravas, pero se encuentran colmatadas, se romperá la capa del fondo mediante rastrillos y barras de hierro. Con esta operación se mejorará la oxigenación para los huevos que allí se depositen tras la freza de los peces.

6.3. Actuaciones para la recuperación de espacio fluvial ribereño

6.3.1. Recuperación del Dominio Público Hidráulico y retranqueo de vallados

El Dominio Público Hidráulico está constituido por el conjunto de bienes que siendo propiedad de un ente público están afectos a un uso público, a un servicio público o al fomento de la riqueza nacional (aguas, montes), tal y como se recoge en la Constitución, que indica que será cada Ley la que determine estos bienes.

De acuerdo con el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001 de 20 de julio, constituyen el dominio público hidráulico, entre otros bienes, los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas como es el caso del río Manzanares.

La zona de servidumbre es la franja situada lindante con el cauce, dentro de la zona de policía, tiene una anchura de cinco metros y se reserva para usos de vigilancia, pesca y salvamento.

La zona de policía es una franja de cien metros de anchura a cada lado del cauce, en las que se condiciona el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen.

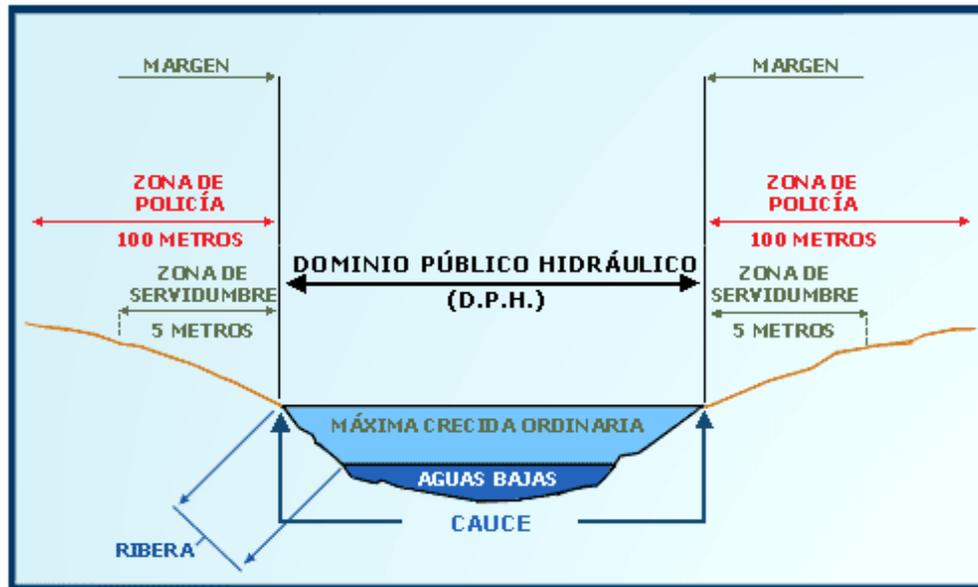


Figura 16. Croquis de las zonas vinculadas al Dominio Público Hidráulico (Fuente: www.mapama.gob.es)

En este proyecto se han estudiado varios tramos de la margen izquierda rectificándose la delimitación del DPH teniendo en cuenta la máxima crecida ordinaria y la geomorfología de la zona.

Atendiendo a la delimitación de la zona de servidumbre y coordinando Administración y afectados se ha llegado a un acuerdo de la colocación de los nuevos vallados que permitirán reestablecer el acceso para el público en general a este tramo de río y la conexión con otros tramos que ya están en uso.

Se han llevado a cabo varias reuniones informativas con Patrimonio Nacional, que es el propietario de los terrenos sobre los que se va actuar. Se suministran planos que muestran la ubicación de los nuevos vallados y para informar a los arrendatarios de las instalaciones deportivas de la margen izquierda del río se han colocado estacas y en aquellos tramos de mucho tránsito de personas y/o vehículos, se han utilizado tornillos con grandes arandelas.

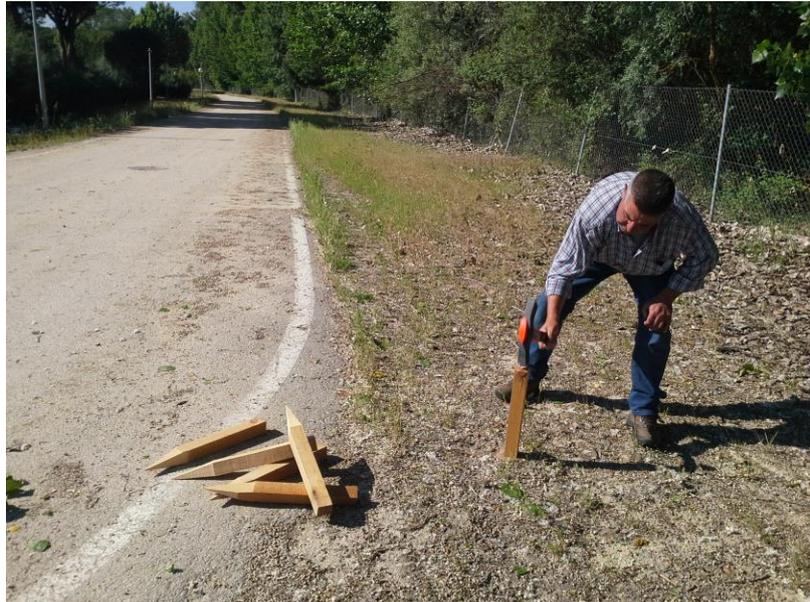


Figura 17. Colocación de estacas para marcar donde se colocará el nuevo vallado



Figura 18. Estaca que indica donde se colocará el nuevo vallado



Figura 19. Colocación de tornillos en zonas de mucho tránsito

6.3.2. Instalación de nuevo vallado y puertas

Una vez determinados los límites del DPH y de la zona de servidumbre, se ha analizado el número de puertas necesarias para que las distintas Administraciones, propietarios y usuarios de las fincas colindantes accedan al cauce.

El tipo de malla elegida para delimitar la zona y el camino será malla de simple torsión de 2,0-2,5 m de altura. En función del lugar en el que se vaya a instalar el vallado se podrá elegir entre postes metálicos, galvanizados y plastificados o postes torneados de madera de pino tratados en autoclave.

La malla se reforzará en la base con barras horizontales de acero corrugado, fijadas al suelo mediante piquetas de acero corrugado de 8 mm de diámetro y con una longitud de 40 cm colocadas cada 5 m, para evitar que sea levantada por los jabalíes. Las piquetas estarán dobladas en forma de ángulo (10 cm +30 cm) para facilitar el agarre de la malla. Además, en las zonas de vaguada o desnivel se reforzará la protección con mallazo de cuadro de 15x15 cm y 4 mm de diámetro.

La longitud total de valla en la margen izquierda del río Manzanares es de 3.489 m.

También se instalarán un total de 15 puertas de 2,5 m de altura y 3 m de anchura.



Figura 20. Postes de madera tratada empelados durante la ejecución de las obras de la Fase I



Figura 21. Acopio de materiales para la ejecución del cerramiento durante la ejecución de las obras de la Fase I

Además de estos vallados que afectan a la zona ribereña de la margen izquierda del río, también se actuará puntualmente en la margen derecha en el entorno de Playa de Madrid, en la zona que se puede observar en la imagen inferior:



Figura 22. Ubicación del nuevo vallado en la margen derecha de Playa de Madrid

En esta zona, existe actualmente un vallado que se encuentra en mal estado de conservación, tal y como se puede observar en la siguiente imagen:



Figura 23. Vallado existente en las instalaciones de Playa de Madrid

Se propone la instalación de aproximadamente 600 metros de malla cinegética tipo Cyclone de 2 metros de altura, con postes de madera tratada de 3 metros de altura, colocados cada 5 metros y anclados el 20% en los cambios de dirección o en lugares donde sea necesario. Se añadirán dos alambres galvanizados en la parte superior hasta alcanzar los 2,30 metros de altura.



Figura 24. Malla tipo cyclone

6.3.3. Retirada de zona de acopio de materiales y basuras

Se han localizado varias zonas de acopio de materiales y basuras en la zona de servidumbre. Representan una presión significativa por lo que se retirarán o se eliminarán.

Se ha contabilizado un total de 464 m³ localizados en la margen izquierda del río.



Figura 25. Restos leñosos almacenados en zona de servidumbre



Figura 26. Maquinaria y materiales de construcción almacenados en zona de servidumbre

También se retirará una antigua torre de vigilancia que existe en los terrenos de la Playa de Madrid que supone un peligro para los usuarios del camino.

Se trata de 2.700 kg de hierro que se debe desmontar y eliminar.



Figura 27. Antigua torre de vigilancia en Playa de Madrid

6.3.4. Retirada de vallas y puertas existentes en Dominio Público Hidráulico

Se procederá a la retirada de las vallas y puertas existentes en zona de Dominio Público Hidráulico y zona de servidumbre de la margen izquierda del río Manzanares. En la zona del Tejar de Somontes existe un doble vallado y en la zona de P. D. de Puerta de Hierro existe talanquera de madera y tarima de madera que también se debe retirar.

En total se deben retirar 3.497,38 m de vallado, 6 puertas y 145,97 m de tarima de madera.



Figura 28. Puertas en zonas de doble vallado



Figura 29. Tarima y talanquera de madera existentes en la zona de P.D. de Puerta de Hierro

6.4. Actuaciones para mejora de la cubierta vegetal

6.4.1. Trabajos selvícolas y eliminación de vegetación exótica

Consiste en realizar un saneamiento de la vegetación de ribera del río Manzanares con una densidad baja a lo largo de toda la margen izquierda del río. Esta densidad permitirá conservar el alto grado de naturalidad de la masa existente y de la fauna asociada, pero a su vez disminuirá el riesgo de plagas e inundaciones.

En estos trabajos se incluye la corta de toda la vegetación seca y la poda mediante el empleo de motodesbrozadora manual y motosierra. El material resultante será eliminado mediante su quema controlada o trituradora. Existen árboles muertos con peligro de caída y algunos que ya se encuentran cruzados sobre el cauce que se deberán retirar.

Se realizará poda en altura en los ejemplares de mayor altura situados en el borde del camino y a los que se pueda tener acceso sin peligro.

Además, en distintos enclaves distribuidos a lo largo del corredor se han localizado ejemplares en mal estado fitosanitario y especies exóticas (principalmente ailantos, falsas acacias, arces negundos, chopos híbridos americanos y catalpas). Se propone un análisis para seleccionar los ejemplares en peor estado para su posterior eliminación y retirada.



Figura 30. Árboles se mueren y caen al cauce



Figura 31. Árboles cruzados en el cauce

6.5. Uso público e interpretación de la naturaleza

6.5.1. Creación y adecuación de caminos

Para mejorar el uso social y recreativo del tramo, se procederá a la construcción de un camino que conecte con el camino ejecutado por el *Proyecto de restauración fluvial del río Manzanares en el entorno del Real Sitio de El Pardo*, generando un corredor que se unirá al de Madrid Río, completando así otros itinerarios de la ciudad de Madrid (Casa de Campo, Dehesa de la Villa...).

Este camino discurrirá en paralelo al río y en algunos tramos se apoyará en un camino existente pero restringido al público.

El objetivo principal ha sido que el camino discorra por la zona de servidumbre y que su anchura mínima sea de 3 m. Pero teniendo en cuenta las instalaciones deportivas existentes que habría que eliminar y la existencia de tramos de un camino consolidado, se han propuesto distintas alternativas consensuadas entre las Administraciones y Patrimonio Nacional.

Después de estudiar las diferentes alternativas, la longitud total del camino es de 3.770 m, siendo 2.700 m de camino de 3 m de anchura en zona de servidumbre y 1.070 m de camino de al menos 1,5 m de anchura dentro del DPH.

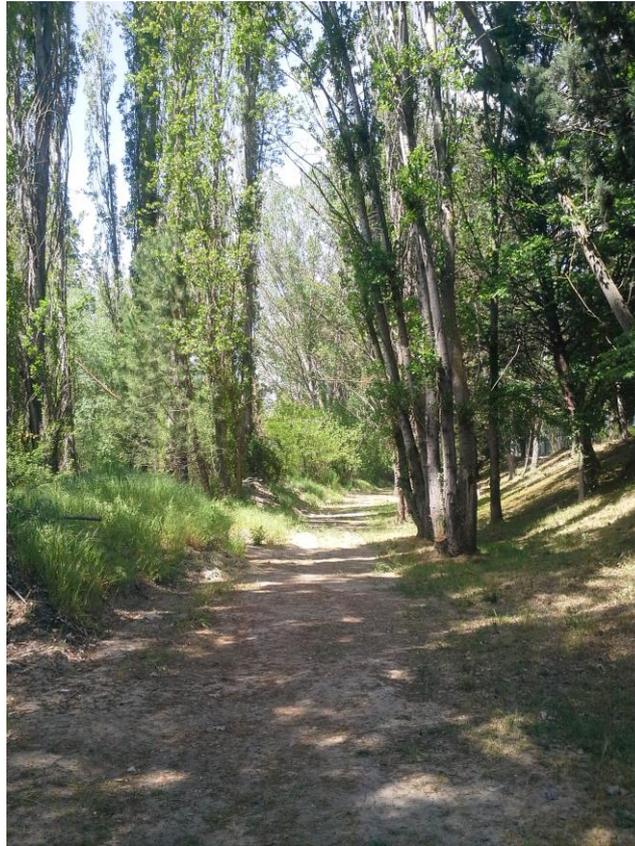


Figura 32. Camino consolidado dentro de DPH



Figura 33. Camino entre moreras en zona de servidumbre



Figura 34. Camino en zona de servidumbre



Figura 35. Croquis del camino de 3 m de ancho

MEMORIA

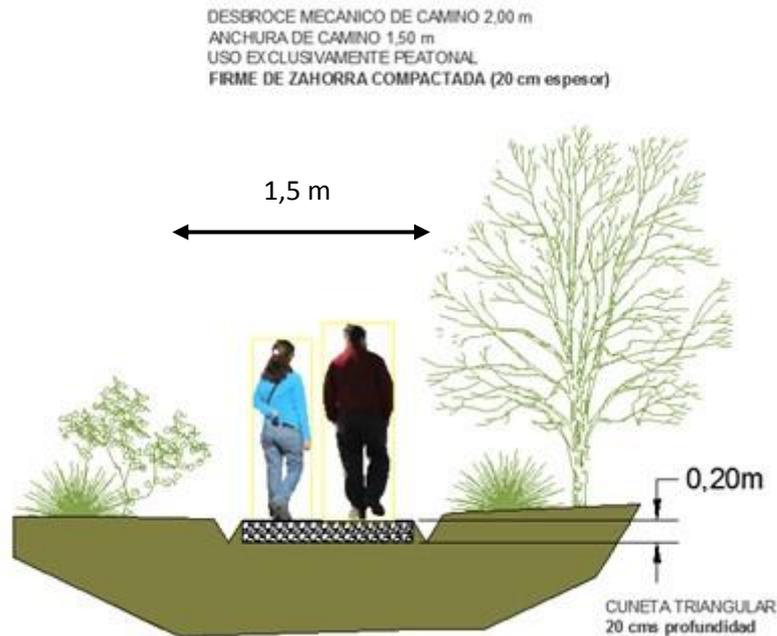


Figura 36. Croquis del camino cuyo ancho es de 1,5 m

El material elegido para la construcción del camino es el ARIPAQ. Se trata de un pavimento terrizo continuo natural, estético y resistente, con patente europea con el que se logra una estabilización de suelos, de manera respetuosa con el medio ambiente, gracias a su composición.

Permite una fácil y rápida instalación y ofrece un resultado duradero y resistente a las distintas condiciones climatológicas. Por otro lado, sus características técnicas le confieren un alto grado de resistencia para estabilizar superficies con pendientes de hasta el 15%. Conserva el aspecto natural, la textura y el color del árido utilizado, lo que le permite integrarse perfectamente con el paisaje y el entorno urbano.

Se utilizarán espesores de entre 6 y 8 cm y se estabilizará con ligante incoloro a base de calcín de vidrio y reactivos básicos. Se considera necesaria la colocación de bordillos a ambos lados del camino para que su vida útil sea mayor.



Figura 37. Fotografía de un camino en el que se ha empleado Aripaq

Se instalarán talanqueras en aquellos tramos de camino que suponga algún riesgo para los usuarios.

El camino contará con un espesor de zahorra de 20 centímetros y cunetas laterales de 25 cm de anchura. Se empleará en motoniveladora.

En toda la zona de actuación del Manzanares se revisará el estado de todos los caminos, de tal manera que se mantengan unas condiciones de anchura y estado del pavimento homogéneas. Para ello se procederá a los desbroces, repasos y acondicionamientos necesarios.

A continuación se describen las actuaciones necesarias para la creación y adecuación del camino.

6.5.1.1. Movimientos de tierras para adecuación del camino

Existen cuatro zonas donde se realizarán movimientos de tierra. En la zona 1, se realizará un desmonte para conectar dos tramos de camino reduciendo la pendiente.



Figura 38. Desmante en P. D. Puerta de Hierro (zona 1)

En la zona 2 existe una depresión detrás del aliviadero de Fuentelarreina por lo que se realizará un terraplén que reducirá la pendiente.



Figura 39. Vaguada detrás del aliviadero de Fuentelarreina (zona 2)

En las zonas 3 y 4 existen cárcavas originadas por erosión hídrica que se rellenarán y compactarán para que el camino pueda pasar por dichas zonas.



Figura 40. Cárcava que se debe rellenar y compactar (zona 3)



Figura 41. Cárcava que se debe rellenar y acondicionar (zona 4)

El balance total de movimiento de tierras y las zonas en las que se realizará se pueden consultar en el *Anejo 10. Movimiento de tierras*.

Además, se recomienda la retirada de escombros y restos vegetales que se han ido acumulando en un tramo de 1.120 m en el P. D. Puerta de Hierro y que actúan como un cordón de acumulación de tierras.



Figura 42. Cordón de tierras producto de acumulación de escombros y restos vegetales

6.5.1.2. Reposición de muro en P.D. Puerta de Hierro

El trazado de la nueva senda dentro de las instalaciones del P.D. Puerta de Hierro requiere la reparación de aproximadamente 110 metros del muro de granito existente en sus instalaciones, que se encuentra en mal estado y supone un peligro para los viandantes que circulan bajo el mismo, por la senda proyectada.



Figura 43. Estado actual del muro en P.D. Puerta de Hierro

Para la reparación de este tramo de muro se realizará el llagueado con mortero de cemento en las zonas que sea necesario junto con la instalación de un mallado de simple torsión de refuerzo y fijación.

6.5.1.3. Tratamientos selvícolas de tramos de camino

Para la construcción, adecuación o uso del camino se debe cortar, podar y desbrozar de forma intensa en un total de 3.987 m y con la anchura requerida en cada tramo. Se realizará con motodesbrozadora, motosierra y con retroexcavadora. El material resultante será eliminado mediante quema controlada o trituradora.

Todas estas actuaciones suponen un total de 17.500 m².

6.5.1.4. Acondicionamiento del paso debajo de puentes

El camino pasa por debajo de varios puentes que requieren un tratamiento especial. Existe la posibilidad de que el río llegue hasta el camino, por lo que se realizará una solera de hormigón cuidando que la terminación sea similar al material utilizado en el resto del camino. Así no requerirá mantenimiento y permanecerá inalterable con el agua. Se trata de 60 m² de camino que necesitan este tratamiento.

En algunos casos los puentes son de altura reducida, por lo que no se podrá elevar la solera. En ambos casos se deberá señalar por el peligro de inundación y por el peligro de golpearse, especialmente para los ciclistas, que deberían pasar andando.

Además, para evitar que los ciclistas que circulan por la senda sufran golpes bajo los puentes se colocarán dos talanqueras a la entrada y a la salida de cada uno de los puentes para obligar a éstos a bajarse de la bicicleta y no pasar montados. Estas talanqueras se acompañarán de carteles indicativos de “bajarse de la bicicleta”.

6.5.2. Material interpretativo. Cartelería y señalética

Se pretende señalar la red de caminos creada y/o acondicionada mediante diversas señales repartidas a lo largo de toda la actuación en el río Manzanares marcando el camino correcto y las recomendaciones que deben seguir los usuarios.

Ante la posibilidad de desaparición tras crecidas del río, se instalarán balizas de madera de 1,20 m de altura que permitan seguir al viandante el trazado.

En las zonas que se consideren con mayor pendiente se instalarán barreras de guiado peatonal, con postes de madera torneada cada 3 metros y cuerda cableada de 14 mm.

Además, se colocarán diversas señales informativas en todo el entorno de la actuación en el río Manzanares en las que recalquen las principales características naturales y/o culturales que se encuentran en todo el tramo.

Además, como mobiliario urbano también se instalarán bancos rústicos de madera tipo “medio tronco” y papeleras rústicas de madera, repartidos a lo largo de todo el recorrido.

6.6. Mejora de la cuenca del arroyo de la Trofa

El proyecto contempla una serie de actuaciones destinadas a mejorar la cuenca del arroyo de la Trofa en la que se ha actuado previamente con el *Proyecto de restauración fluvial del río Manzanares en el entorno del Real Sitio de El Pardo* (Fase I).

Se trata de conservar y mantener las actuaciones ya ejecutadas asegurando el estado de conservación de estas medidas, así como certificar sus efectos positivos sobre el medio.

Además, se seguirán desarrollando aquellas actuaciones que mejores resultados han tenido en el control de la erosión y la recuperación de la vegetación.

6.6.1. Hidrotecnias

Estas hidrotecnias son estructuras graníticas en forma de A que se han probado de manera experimental en el proyecto de la Fase I. Son el resultado de un estudio de investigación desarrollado con la colaboración de la Confederación Hidrográfica del

Tajo, la Dirección General del Agua (MAPAMA), la Universidad Politécnica de Madrid, el CEDEX y el Grupo Tragsa. Están basadas en unas estructuras, denominadas Cross-Vane tipo-A, utilizadas en Canadá y E.E.U.U. para frenar la erosión y que se han adaptado a las condiciones de esta cuenca y los objetivos que se persiguen.

El principal problema que presenta el arroyo de la Trofa es la incisión provocada por el incremento de los caudales punta consecuencia de la impermeabilización de la cuenca y la carga cinegética en el monte de El Pardo.

Adicionalmente se ha ido produciendo incisión en los arroyos laterales, inestabilidad de taludes por la erosión originada en el pie del talud, pérdida de conexión con la llanura de inundación reduciendo la capacidad de laminación y la disminución de la vegetación de ribera.

Con estas estructuras se estabiliza el pie de los taludes al propiciar el depósito de sedimentos aguas arriba de la estructura, se reducen los cortantes en las orillas, el flujo se concentra en el centro del cauce y se disipa mejor la energía del flujo.

Se ejecutarán cuatro hidrotecnias localizadas en aquellas secciones inmediatamente aguas abajo de la confluencia de arroyos laterales, riberas arboladas afectadas por la desconexión aluvial y/o con orillas inestables. Una de ellas será con canal de derivación y las otras tres serán sin canal de derivación.

Además, se propone la realización de las labores de reparación y mantenimiento en las hidrotecnias ya ejecutadas durante los trabajos de la Fase I que resulten necesarias para garantizar el correcto funcionamiento y efectividad de las mismas.



Figura 44. Hidrotecnia ejecutada en Fase I



Figura 45. Hidrotecnia en funcionamiento

6.6.2. Canal de derivación junto a las hidrotecnias

En la selección de la ubicación de las hidrotecnias se valora la posibilidad de abrir un canal de derivación en el lateral de una de las estructuras para activar la llanura de inundación en avenidas ordinarias. Al subir la cota de humedad freática asociada al cauce, se mejorará el estado de la vegetación riparia, en especial algunos bosquetes de fresnos que muestran signos de decaimiento.

Por lo tanto, serán 3 las hidrotecnias sin canal de derivación y una con canal de derivación que se construirán a lo largo del Arroyo de la Trofa.



Figura 46. Llanura de inundación desconexionada



Figura 47. Llanura de inundación desconexionada



Figura 48. Llanura de inundación desconexionada

6.6.3. Protección de taludes mediante el uso de restos vegetales y/o piedras

El proceso de incisión desarrollado en el cauce del arroyo de la Trofa ha producido gran inestabilidad en sus taludes. Se han seleccionado cuatro curvas significativas por su grado de socavación y por su localización en tramos próximos a las hidrotecnias ejecutadas y las que se van a ejecutar.

Para la protección de estas curvas y de un fresno singular que se encuentra en riesgo de caída, se emplearán pies de árboles caídos en el cauce, cepellones o cualquier resto que disminuya la velocidad del agua y además contribuya al establecimiento de nuevos hábitats en la zona.

Para la sujeción de estas estructuras se utilizarán bolos de piedra de distintos tamaños, además se estudiará la dirección de los restos para no afectar la orilla contraria.

6.6.4. Restauración de la vegetación de la ribera

Para acompañar al arroyo en los primeros pasos de recuperación de su vegetación riparia, se estaquillará y plantará en la zona acotada a la fauna silvestre. Se trata de ayudar al sistema en su primera fase de autorrecuperación.

En el entorno de las hidrotecnias puede producirse una competencia inicial notable con plantas heliófilas y ruderales, en algunas áreas ahora solo cubiertas por especies

poco palatables. En estos enclaves y en las zonas más próximas al cauce se introducirán estaquillas para que el sombreado controle la extensión inicial de las oportunistas.

La técnica de estaquillado está basada en la reproducción de planta por vía vegetativa. El material para la propagación se obtiene de una planta madre y puede proceder del tallo principal o de las ramas.

No todas las especies están indicadas para la manipulación o propagación vegetativa por eso se recomienda el uso de especies autóctonas del género *Salix* que tiene facilidad para enraizar y rebrotar y que deben ser recolectadas en varias zonas que se encuentren cerca de la actuación.

La época de recolección será a finales de la parada vegetativa invernal.

Complementariamente, en las zonas más alejadas del arroyo, se apoyará la recuperación del sotobosque propio de la zona mediante la plantación de matorrales, arbustos y árboles de especies autóctonas propias de la zona.

No se considera conveniente realizar plantaciones excesivamente densas a lo largo del arroyo, por cuanto esto puede contravenir la idea general de aportar dinamismo reduciendo la incisión y erosión en los lechos y márgenes. Con la finalidad de aportar mayor naturalidad, se plantará por bosquetes irregulares de vegetación que favorezcan la regeneración natural.

Por lo tanto, se establecen tres bandas de repoblaciones según su distancia al cauce:

- Repoblaciones de orilla de cauce (1ª Banda). Se estaquillará esta banda con las especies autóctonas *Salix salviifolia* y *Salix atrocinerea*.

| REVEGETACIÓN 1ª BANDA | | | |
|--------------------------|---|----------------|--------------------|
| Especie | Presentación de la planta | Porcentaje (%) | Densidad (pies/ha) |
| <i>Salix atrocinerea</i> | Estaquilla de 1,5 m-2 m y entre 6-12 cm (f) | 10 | 2.000 |
| <i>Salix salviifolia</i> | Estaquilla de 1,5 m-2 m y entre 6-12 cm (f) | 90 | |

Tabla 1. Revegetación primera banda

- Repoblaciones de las llanuras de inundación (2ª Banda). Se plantará con las siguientes especies autóctonas *Salix salviifolia*, *Salix atrocinerea*, *Fraxinus angustifolia*, *Populus nigra*, *Populus alba*, *Sambucus nigra*, *Rosa canina*, *Rubus ulmifolius*, *Crataegus monogyna*.

| REVEGETACIÓN 2ª BANDA | | | | |
|------------------------------------|---|----------------|--------------------|---|
| Especie | Presentación de la planta | Porcentaje (%) | Densidad (pies/ha) | Preparación del terreno |
| <i>Salix atrocinerea</i> | Planta de 0,5 a 0,6 m de altura en contenedor | 10 | 250 | Hoyos de 40 cm de profundidad, de forma troncopiramidal con 40x40 cm en su base superior y 20x20 cm en su base inferior |
| <i>Salix salviifolia</i> | Planta de 0,5 a 0,6 m de altura en contenedor | 3020 | | Hoyos de 40 cm de profundidad, de forma troncopiramidal con 40x40 cm en su base superior y 20x20 cm en su base inferior |
| <i>Fraxinus angustifolia</i> | Planta de 0,4 a 0,5 m de altura en contenedor | 2030 | | Hoyos de 40 cm de profundidad, de forma troncopiramidal con 40x40 cm en su base superior y 20x20 cm en su base inferior |
| <i>Populus nigra</i> | Planta de 0,5 a 0,6 m de altura en contenedor | 3010 | | Hoyos de 40 cm de profundidad, de forma troncopiramidal con 40x40 cm en su base superior y 20x20 cm en su base inferior |
| <i>Populus alba</i> | Planta de 0,5 a 0,6 m de altura en contenedor | 10 | | Hoyos de 40 cm de profundidad, de forma troncopiramidal con 40x40 cm en su base superior y 20x20 cm en su base inferior |
| <i>Sambucus nigra</i> | Planta de 0,5 a 0,6 m de altura en contenedor | 5 | | Casillas picadas de 40 cm de diámetro y profundidad mínima de 20 cm |
| <i>Rosa Canina</i> | Planta de 0,5 a 0,6 m de altura en contenedor | 5 | | Casillas picadas de 40 cm de diámetro y profundidad mínima de 20 cm |
| <i>Rubus ulmifolius</i> | Planta de 0,5 a 0,6 m de altura en contenedor | 5 | | Casillas picadas de 40 cm de diámetro y profundidad mínima de 20 cm |
| <i>Crataegus monogyna</i> | Planta de 0,5 a 0,6 m de altura en contenedor | 5 | | Casillas picadas de 40 cm de diámetro y profundidad mínima de 20 cm |
| Consideraciones adicionales | <ul style="list-style-type: none"> Colocación de un tubo protector biodegradable de 120 cm de altura para las plantas con una altura de 0,4 a 0,5 m y 0,5 a 0,6 m. | | | |

REVEGETACIÓN 2ª BANDA

- Colocación de un tubo protector biodegradable de 60 cm de altura para las plantas con una altura de 0,2 a 0,3 m.
- Realización de rebalseta o pequeño alcorque, alrededor de la planta, para incrementar la recogida de agua. Se realizará para todas las plantas independientemente de su tamaño.
- Riego de 20 litros de agua reciclada con manguera acoplada a camión cisterna. Se realizará para todas las plantas independientemente de su tamaño.

Tabla 2. Revegetación segunda banda

- Repoblaciones de zonas más alejadas de la lámina del agua (3ª Banda). Se plantará con las siguientes especies autóctonas *Quercus ilex subsp. Ballota*, *Retama sphaerocarpa*, *Juniperus oxycedrus*, *Acer monspesulanum* y *Arbutus unedo*.

REVEGETACIÓN 3ª BANDA

| Especie | Presentación de la planta | Porcentaje (%) | Densidad (pies/ha) | Preparación del terreno |
|------------------------------------|--|----------------|--------------------|---|
| <i>Quercus ilex subsp. Ballota</i> | Planta de 0,5 a 0,6 m de altura en contenedor | 70 | 200 | Hoyos de 40 cm de profundidad, de forma troncopiramidal con 40x40 cm en su base superior y 20x20 cm en su base inferior |
| <i>Retama sphaerocarpa</i> | Planta de 0,5 a 0,6 m de altura en contenedor | 10 | | Casillas picadas de 40 cm de diámetro y profundidad mínima de 20 cm |
| <i>Juniperus oxycedrus</i> | Planta de 0,4 a 0,5 m de altura en contenedor | 10 | | Casillas picadas de 40 cm de diámetro y profundidad mínima de 20 cm |
| <i>Acer monspesulanum</i> | Planta de 0,5 a 0,6 m de altura en contenedor | 5 | | Casillas picadas de 40 cm de diámetro y profundidad mínima de 20 cm |
| <i>Arbutus unedo</i> | Planta de 0,5 a 0,6 m de altura en contenedor | 5 | | Casillas picadas de 40 cm de diámetro y profundidad mínima de 20 cm |
| Consideraciones adicionales | <ul style="list-style-type: none"> • Colocación de un tubo protector biodegradable de 120 cm de altura para las plantas con una altura de 0,4 a 0,5 m y 0,5 a 0,6 m. • Colocación de un tubo protector biodegradable de 60 cm de altura para las plantas con una altura de 0,2 a 0,3 m. • Realización de rebalseta o pequeño alcorque, alrededor de la planta, para incrementar la recogida de agua. Se realizará para todas las plantas independientemente de su tamaño. • Riego de 20 litros de agua reciclada con manguera acoplada a camión cisterna. Se realizará para todas las plantas independientemente de su tamaño. | | | |

Tabla 3. Revegetación tercera banda

6.6.5. Acondicionamiento hidráulico de la desembocadura del Arroyo de la Trofa

Una de las actuaciones ejecutadas en el *Proyecto de Restauración fluvial del río Manzanares en el entorno del Real Sitio de El Pardo* (Fase I) ha sido el cerramiento de la confluencia del Arroyo de la Trofa. Esta es una de las actuaciones que, junto al cerramiento cinegético que permitirá el descenso de la carga ganadera y las distintas actuaciones realizadas en el arroyo como movimientos de tierras, construcción de hidrotecnias, plantaciones, etc. permitirán solucionar el problema de incisión del arroyo.

En el punto de confluencia del arroyo de la Trofa y el río Manzanares se instaló una valla de perfiles metálicos, capaces de soportar grandes pesos e inclinados hacia adelante para favorecer el arrastre de flotantes. En los extremos de este vallado se instaló una malla de triple torsión.

Durante los episodios de lluvias ocurridos en los meses de enero, febrero y principalmente a primeros de marzo de 2018 se producen los siguientes efectos:

- El cauce abierto sobre la traza del antiguo Trofa, como consecuencia del paso de agua bajo la valla convencional, llega perpendicularmente al nuevo cauce de Trofa y refluye al Manzanares generando un importante delta que ha supuesto un incremento considerable de la lámina de agua en el Manzanares.
- Los restos vegetales obstruyen el vertedero



Figura 49. Actuaciones realizadas en la confluencia del arroyo de Trofa con el río Manzanares

A la vista de los fenómenos ocurridos durante el periodo de funcionamiento y de los resultados observados se ha optado por ampliar la longitud de valla de perfiles junto con una serie de actuaciones complementarias que se desarrollan a continuación:

- Aguas arriba del cerramiento
 - Se ampliará el lecho de escollera a lo largo del todo el cerramiento una anchura mínima de 5 m. En el cauce abierto por la margen izquierda del arroyo, se extenderá también un lecho de escollera para evitar que se active de nuevo.
 - Se afirmará un camino de acceso hasta el cerramiento, practicable por maquinaria pesada y camiones para poder acceder en labores de reparación y mantenimiento.

- Aguas abajo del cerramiento
 - Teniendo en cuenta la posibilidad de que el vertido se produzca desde una altura significativa como consecuencia de la acumulación de restos vegetales, ambas márgenes se protegerán con un lecho de escollera a lo largo de todo el cerramiento, con una anchura mínima de 10 metros, anchura que irá aumentando, con una pendiente suave que concentre el flujo en brazos y cauce principal. En esa anchura mínima, el lecho de escollera tendrá un espesor que será de 4 veces el diámetro mediano de los escollos.
 - Se plantará con juncos y/o estaquillado en las zonas en las que quede el suelo desnudo como consecuencia de la intervención.

- Cerramiento
 - Se ampliará la zona de vallado de perfiles metálicos, con perfiles iguales en geometría, tamaño y disposición a los actualmente instalados.
 - Además, se instalará un tramo de valla débil para que, llegado el caso, colapse y permita la evacuación libre y controlada de agua, restos vegetales y sedimentos. Aguas abajo de ese “*TRAMO DÉBIL*” o “*FUSIBLE*” se habilitará un brazo convenientemente protegido con lecho de escollera para que facilite la evacuación de agua, sedimentos y restos vegetales cuando el colapso se produzca.

- En ambas márgenes, aguas arriba, se reforzará con escollera el encuentro con los taludes.

Esta solución implica un mantenimiento habitual y otro en caso de avenidas. El mantenimiento habitual consistirá en la retirada de restos vegetales que se queden retenidos en el vallado (se estima que la frecuencia sea de un promedio de 2 veces al año durante 3 años). El mantenimiento adicional en caso de avenida consistirá en la retirada de restos vegetales y reposición del “tramo débil” y se estima que, de promedio, su frecuencia sea una vez cada cinco años.

A continuación se puede observar un croquis¹ de la solución planteada:

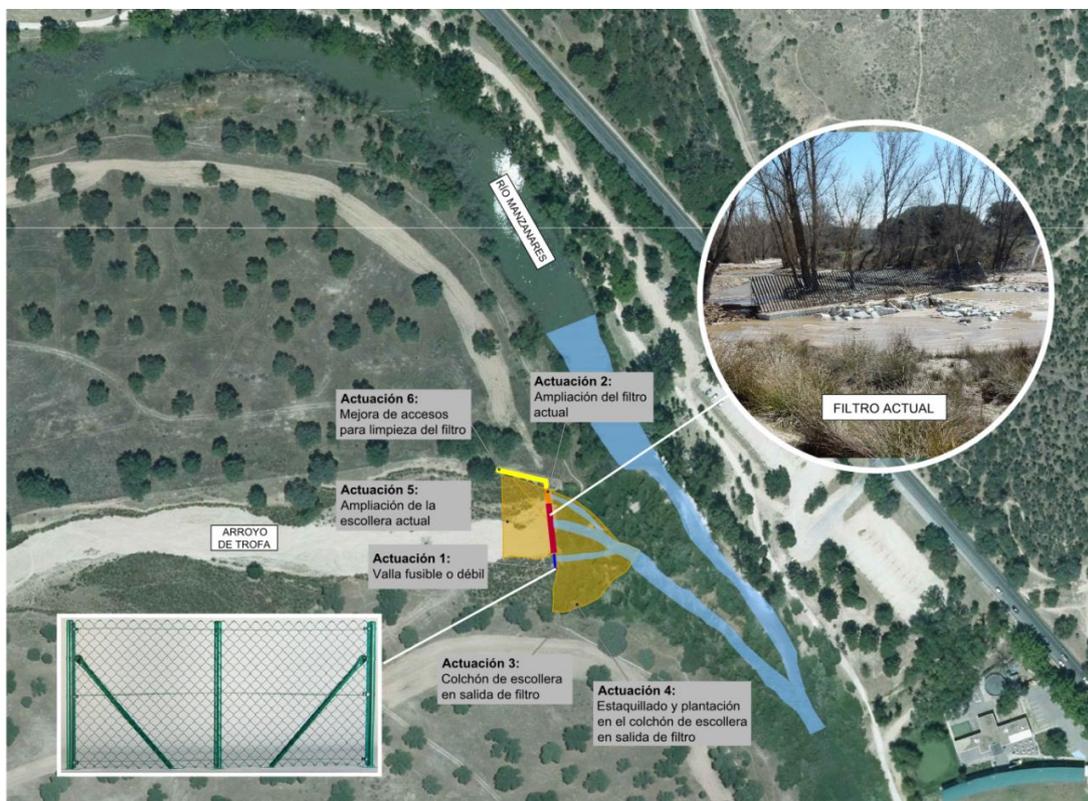


Figura 50. Croquis de la solución adoptada en la confluencia del río Manzanares y el Arroyo de Trofa

Además, las tierras acumuladas en la confluencia del Arroyo de la Trofa con el Río Manzanares se trasladarán al mirador de Freijo, actualmente abandonado, donde se procederá a su depósito y a la posterior rehabilitación de la zona.

¹ Este croquis es una representación esquemática de la planta de las propuestas de actuación. Ninguna dimensión tiene escala ni pueden establecerse proporciones relativas. Se ofrece únicamente como referencia visual para ubicar las actuaciones.



Figura 51. Zona de depósito de materiales en Barranco de Freijo

6.6.6. Mantenimiento del cerramiento cinagético

En proyecto de la Fase I se ha instalado un cerramiento cinagético de protección con malla especial reforzada para proteger gran parte de la cuenca del arroyo de Trofa de la fuerte presión ganadera existente en el monte y permitir la regeneración de la vegetación. La longitud total del cerramiento es de 6.965 m.

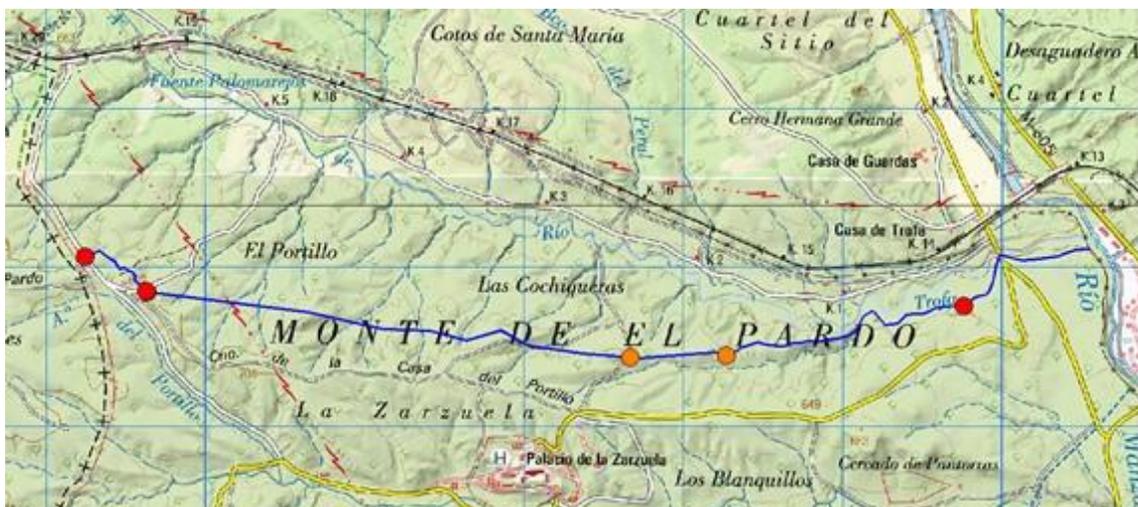


Figura 52. Línea azul que muestra la ubicación del cerramiento cinagético

Se debe vigilar el estado del cerramiento y reparar los desperfectos para evitar la entrada de fauna silvestre a la zona acotada. Se ha previsto la reposición y mantenimiento de 6 km del vallado instalado durante la Fase I.

También se deben mantener las puertas para el paso de caballería y los pasos canadienses que se instalaron durante la Fase I. Además de estas puertas para caballería, se instalarán otras 5 adicionales.



Figura 53. Cerramiento en la cuenca del arroyo de la Trofa



Figura 54. Materiales usados en el cerramiento de la cuenca del arroyo de la Trofa

Además, también se instalarán 7 puntos de agua para reses en las inmediaciones del Arroyo de la Trofa mediante abrevaderos prefabricados de hormigón junto con su red de suministro de agua correspondiente.

6.7. Mantenimiento y conservación

El proyecto contempla una serie de actuaciones destinadas a asegurar la conservación y mantenimiento de varias de las medidas tomadas dentro del proyecto los tres años siguientes a su ejecución. De este modo, se pretende asegurar el estado de conservación de estas medidas, así como sus efectos positivos sobre el medio.

6.7.1. Mantenimiento de caminos

Los caminos y senderos de la zona serán sometidos a labores de mantenimiento durante los tres años siguientes a la ejecución del proyecto.

Durante la ejecución de las obras de la Fase I se ha observado la aparición de restos de escombros en las zonas próximas al sendero donde se han realizado plantaciones. Con el fin de acondicionar estas zonas, está prevista la extensión de una capa de abono y tierra vegetal en una superficie de aproximadamente 14.000 m².

Trabajos de saneamiento de vegetación de ribera

Se realizará un saneamiento de la vegetación de ribera del río Manzanares, tanto de la sometida a revegetación como de aquella con densidad baja, durante los tres años siguientes al proyecto. En estos trabajos se incluye la corta de toda la vegetación seca, poda y eliminación de residuos mediante trituración o quema de los mismos, teniendo en cuenta la normativa vigente al respecto.

1.1.1. Mantenimiento de la vegetación

Para conseguir el correcto desarrollo y mantenimiento de las plantaciones realizadas en el proyecto se realizarán dos riegos al mes durante los tres meses de verano. Estas labores se realizarán durante los tres años de seguimiento del proyecto.

1.1.2. Trabajos de reposición de vallados

Se llevará a cabo la reposición de los vallados cinegéticos que puedan resultar dañados por inclemencias meteorológicas o por la fauna que intente entrar en las zonas acotadas. Se ha estimado que el 20 % de la longitud puede resultar afectada.

1.1.3. Trabajos de mantenimiento de señalización

Se llevará a cabo la reposición de las señales que sufran actos de vandalismo o cualquier otro tipo de daño. Se ha estimado que el 20 % de las señales colocadas puede necesitar ser repuesta.

6.7.8. Trabajos de mantenimiento de las actuaciones en la confluencia Trofa-Manzanares

Se realizará un mantenimiento del peine y de la valla fusible instalados en la confluencia del arroyo de la Trofa y el río Manzanares. Para ello se propone la retirada periódica, 2 veces al año, de los restos vegetales que lo obstruyen y la reposición, una vez durante los 3 años, de la valla fusible en caso de que sufra algún daño o desperfecto.

6.8. Seguimiento ambiental

Para analizar el resultado de las actuaciones realizadas tanto en el proyecto de “Restauración fluvial del río Manzanares en el entorno del Real Sitio de El Pardo” (Fase I), como las planteadas en el presente proyecto de “Restauración fluvial del río Manzanares entre el Arroyo de la Trofa y el Puente de San Fernando” (Fase II) y detectar posibles nuevas actuaciones para mejorar el estado del río se realizará el seguimiento ambiental en el río Manzanares y en el Arroyo de la Trofa.

El seguimiento ambiental propuesto resultará de gran interés para avalar la eficacia de las actuaciones realizadas, no solo en componentes abióticos del ecosistema fluvial (geomorfología, sustrato, calidad físico-química) sino también en otros componentes como vegetación ribereña y avifauna.

6.8.8. Arroyo de la Trofa

Se estudiará la evolución de la cota de lecho, de la vegetación y del estado ecológico del tramo del arroyo en el que se ha actuado y se va a actuar para evaluar el efecto de las medidas.

- **Seguimiento topo-batimétrico:** Se ha previsto la realización de una topobatimetría en cada año de seguimiento para ver como las medidas han permitido elevar la cota del lecho y reconexionar el cauce con la llanura de inundación. Estas

medidas se materializan en 6 hidrotecnias agrupadas en dos tramos de actuación, con tres hidrotecnias por tramo.

El seguimiento topo-batimétrico se realizará en los dos tramos de actuación y un tercer tramo de referencia, representativo de la situación de partida o “no intervención”, del que ya se tiene su topografía (2017).

El periodo de seguimiento es de 3 años.

- **Seguimiento de la vegetación:** Se evaluará el desarrollo de la vegetación en los tramos en los que se ha actuado teniendo en cuenta la regeneración natural, las especies con mayor porcentaje de éxito y posibles especies alóctonas.

Además, también será conveniente analizar la evolución de las plantaciones y de las actuaciones de bioingeniería realizadas. En cada uno de los dos tramos de actuación se concretarán dos recintos por tramo, con un total de 4 recintos que comprenderán toda la zona de influencia de las actuaciones, prestando especial atención a las llanuras de inundación habilitadas.

De la misma manera que en el caso del seguimiento topo-batimétrico se realizará el seguimiento en un quinto recinto representativo de la situación de partida o “no intervención” que si bien no estará afectado por la influencia de las hidrotecnias, sí que recogerá el efecto del acotado al ganado y de la mejora del comportamiento hidrológico de la cuenca.

La periodicidad será anual a lo largo de los 3 años de seguimiento.

- **Seguimiento del estado ecológico:** Se procederá al seguimiento para la evaluación de estado ecológico, conforme a la Directiva Marco del Agua, en un punto afectado directamente con una hidrotecnia, es decir inmediatamente aguas arriba. El seguimiento se realizará mediante la toma de muestras, identificación y cálculo de índices de diatomeas, macroinvertebrados y macrófitos, y análisis fisicoquímico de amonio, fosfatos y nitratos y ensayo in situ para la determinación de pH, Tª, conductividad y oxígeno disuelto.

El seguimiento del estado ecológico necesitará dos puntos de muestreo. Es conveniente estudiar la posición relativa de la zona de actuación respecto a los vertidos autorizados en la masa de agua, la ubicación del punto de la red de control de la calidad biológica y el punto de muestreo inicial realizado por CIMERA en 2015.

Por ello, además del actual punto de muestreo que puede servir para seguir caracterizando el estado de referencia previo a las actuaciones, sería necesario un segundo punto de muestreo, bien dentro de la zona de actuación o aguas abajo de la misma.

La periodicidad será anual a lo largo de los 3 años de seguimiento.

- **Seguimiento de la composición granulométrica del sustrato:** Para realizar el seguimiento de la composición granulométrica del lecho deberán seleccionarse 3 puntos de muestreo con arreglo a los siguientes criterios:
 - 1 punto de referencia de la situación inicial en una zona no afectada por las actuaciones
 - 1 punto aguas arriba de una hidrotecnia
 - 1 punto aguas abajo de la misma hidrotecnia.

La periodicidad será anual a lo largo de los 3 años de seguimiento.

- **Seguimiento de la avifauna:** Tras las últimas visitas a campo realizadas durante la fase de proyecto se ha observado un uso por parte de la avifauna de la zona de remanso generada aguas arriba de las hidrotecnias.

Se realizará un seguimiento en la zona de actuación para obtener información sobre especies presentes, densidades, ubicaciones, etc.

La periodicidad será anual a lo largo de los 3 años de seguimiento.

6.8.9. Río Manzanares

- **Seguimiento para evaluación de estado hidromorfológico:** Evaluación del estado hidromorfológico con caracterización topo-batimétrica, visitas a campo y redacción de informes anuales durante el periodo de seguimiento del proyecto establecido en 3 años.
- **Seguimiento de la ictiofauna:** Muestreos anuales a ejecutar de acuerdo al “*Protocolo de muestreo de fauna ictiológica en ríos*” (Código ML-R-FI-2015) que deben permitir realizar el seguimiento del estado ecológico de la masa y de la continuidad fluvial. Los trabajos incluyen la toma de muestras, la determinación y cálculo de índices asociados al elemento de calidad “fauna ictiológica” de acuerdo al mencionado protocolo.

Los muestreos se realizarán anualmente en los puntos de muestreo durante el periodo de seguimiento del proyecto establecido en 3 años.

- **Seguimiento para la evaluación de estado ecológico en puntos de muestreo:** Seguimiento para la evaluación de estado ecológico mediante la toma de muestras, identificación y cálculo de índices de diatomeas, macroinvertebrados y macrófitos, incluido el cálculo del índice QBR y análisis fisicoquímico de amonio fosfatos y nitratos y ensayo in situ para la determinación de pH, Tª, conductividad y oxígeno disuelto.

Se realizará un muestreo anual en los puntos de muestreo durante un periodo de seguimiento de 3 años.

- **Evaluación de la efectividad de la rampa de peces en el azud del Pardo:** Se realizará la evaluación de la efectividad de la rampa construida en el azud del Pardo dentro de las obras de la Fase I.

Los trabajos se llevarán a cabo durante los dos años siguientes a su construcción.



Figura 55. Rampa de peces en el azud del Pardo

6.8.10. Redacción de informes de seguimiento ambiental y técnico del proyecto

Durante la ejecución de las obras y en los tres años posteriores de seguimiento del proyecto se redactarán los correspondientes informes que contengan los resultados

obtenidos en las observaciones y las tomas de datos realizadas durante las distintas partes del seguimiento, tanto en el río Manzanares como en el arroyo de la Trofa.

Con estos informes se pretende analizar los resultados de todas las actuaciones realizadas y detectar posibles mejoras.

6.9. Seguimiento arqueológico – paleontológico

Se realizará el control y vigilancia arqueo-paleontológico en todos los movimientos de tierras necesarios para la ejecución del proyecto.

Para ello se llevarán a cabo 6 jornadas de seguimiento o control, tanto arqueológico como paleontológico durante las operaciones de movimiento de tierras. Además se redactará el proyecto previo para la solicitud de permiso de intervención ante la Comunidad de Madrid y se elaborará un informe final de los trabajos realizados.

Si en el transcurso de las obras resultase necesario, se procederá a la recogida y análisis de muestras paleontológicas.

7. INTEGRACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

La Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental, modificada por Ley 9/2018, en su *Artículo 7. Ámbito de aplicación de la evaluación de impacto ambiental, apartado 2*, indica que serán objeto de una evaluación de impacto ambiental simplificada:

- a) Los proyectos comprendidos en el anexo II.
- b) Los proyectos no incluidos ni en el anexo I ni el anexo II que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000.
- c) Cualquier modificación de las características de un proyecto del anexo I o del anexo II, distinta de las modificaciones descritas en el artículo 7.1.c) ya autorizados, ejecutados o en proceso de ejecución, que pueda tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente. Se entenderá que esta modificación puede tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente cuando suponga:
 - 1.º Un incremento significativo de las emisiones a la atmósfera.
 - 2.º Un incremento significativo de los vertidos a cauces públicos o al litoral.
 - 3.º Incremento significativo de la generación de residuos.
 - 4.º Un incremento significativo en la utilización de recursos naturales.
 - 5.º Una afección a Espacios Protegidos Red Natura 2000.
 - 6.º Una afección significativa al patrimonio cultural.

El presente Proyecto de Restauración Fluvial del río Manzanares, Fase II, ha sido objeto de evaluación ambiental simplificada al tratarse de un proyecto del *apartado b) del Artículo 7 de la Ley 21/2013 proyectos que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000.*

Mediante la publicación en BOE de 22 de marzo de 2019 se publica la *Resolución de 4 de marzo de 2019, de la Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental, por la que se formula informe de impacto ambiental del proyecto Restauración fluvial del río Manzanares entre el arroyo de la Trofa y el puente de San Fernando (Madrid)*, en dónde la Subdirección General de Evaluación Ambiental, de la Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica, resuelve que:

*“De acuerdo con los antecedentes de hecho y fundamentos de derecho alegados y como resultado de la evaluación de impacto ambiental practicada, que **no es necesario el sometimiento al procedimiento de evaluación ambiental ordinaria del proyecto “Restauración fluvial del río Manzanares entre el arroyo de la Trofa y el puente de San Fernando (Madrid)”**, ya que no se prevén efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, siempre y cuando se cumplan las medidas y condiciones establecidas en el documento ambiental y en la presente resolución”.*

A continuación se describe el modo en que el proyecto recoge lo establecido en la misma. En primer lugar se recoge lo solicitado en la resolución ambiental por parte de los diferentes organismos consultados y, a continuación, se indica el modo en que queda reflejado en el proyecto:

Dirección de Inmuebles y Medio Natural, de Patrimonio Nacional

En relación al arroyo de la Trofa:

“Se propone ampliar la partida de refuerzo y reparación del cerramiento cinegético de la Trofa de los 800 metros lineales incluidos en el proyecto a los aproximadamente 6.000 metros de perímetro de ésta”

- Se ha modificado la partida del proyecto hasta los 6.000 m de vallado cinegético tipo Cyclone para la reparación, refuerzo y fijación del cerramiento en caso de daños.

“Se ha de estudiar la posibilidad de llevar agua a distintos puntos repartidos estratégicamente fuera de la zona de exclusión para las reses desplazadas, ya que se ha comprobado que los planteados en la fase anterior han resultado escasos y deficientes. Lo ideal es que estos suministros tengan enganche a la red de suministro de agua, de forma que a través de un zanjeo pueda garantizarse el suministro constante a un abrevadero. En algunos casos esta posibilidad se estima inviable, por tanto, se realiza una propuesta para incluir en el proyecto la instalación de siete nuevos puntos de abrevadero en la zona externa al arroyo de la Trofa, mediante la instalación de elementos prefabricados conectados en lo posible a una red de agua con presión, para evitar servidumbres de uso”.

- Se han incluido en el proyecto una partida correspondiente a la instalación de 7 puntos de agua para reses, en la que se incluye el suministro e instalación de abrevaderos prefabricados de hormigón junto con la instalación de la red de agua.

“Las actuaciones estarán condicionadas por las épocas de prohibición/limitación de actividad como consecuencia de los períodos de puesta y cría del águila imperial u otros animales protegidos”

- Esta consideración se ha tenido en cuenta a la hora de realizar el plan de trabajos, evitando la realización de cualquier actividad en el Arroyo de la Trofa en el periodo comprendido entre principios del mes de marzo y finales del mes de junio para evitar daños durante la nidificación y la cría del águila imperial.

En relación a la creación de la senda dentro del DPH:

“Proponen considerar nuevas propuestas más naturales en el cerramiento en lugar de la utilización de postes metálicos de acero galvanizado, y así mejorar el impacto visual y paisajístico”

- Se ha incluido en el proyecto la sustitución de un porcentaje de vallado metálico por vallado con postes torneados de madera, en un 20% de la longitud total, a instalar en aquellas zonas que puedan tener un mayor impacto visual y paisajístico y sea compatible con su uso.

“Consideran necesario incluir dentro del proyecto el cerramiento correspondiente al arrendamiento de Playa de Madrid y que, segrega la senda del pinar situado entre la M-40 y el hipódromo (margen derecha del río). Este cerramiento, de unos 600 m de longitud, debería estar especialmente reforzado para evitar el tránsito de jabalíes, especialmente debido a la proximidad de la autovía. Asimismo, deberá disponer de pasos para mesomamíferos de mediano tamaño, tales como ginetas, hurones, visones, tejones, zorros, conejos, meloncillos, etc., y reforzarlos con marcos metálicos para evitar el acceso de animales de mayor tamaño”

- Se ha incluido en el proyecto una partida correspondiente a la instalación de un cerramiento de 600 m de longitud de malla cinética tipo Cyclone en el entorno de Playa de Madrid, en la margen derecha del río. El cerramiento se reforzará con barras de acero corrugado para refuerzo y fijación al suelo de la malla mediante piquetas de acero y además se instalará una puerta para el paso de vehículos y otra para personas. Este tipo de vallado es permeable para mesomamíferos de mediano tamaño.

“Los bancos previstos en el proyecto deberán ser sencillos bancos rústicos tipo “medio tronco” sin respaldo”

- Se ha incluido en el proyecto la instalación de 10 bancos rústicos de tipo medio tronco sin respaldo distribuidos a lo largo de todo el recorrido.

“Será necesario un mayor desarrollo del plan de vigilancia ambiental (PVA), en el que figurará, antes del inicio de las unidades de obra, un análisis con mayor concreción de las posibles afecciones medioambientales, así como de las acciones que protejan o compensen de posibles daños al Monte de El Pardo o a las áreas de influencia de las márgenes de cuenca del río Manzanares. En todo caso, el PVA deberá contar con la supervisión, seguimiento y autorización de los técnicos de Patrimonio Nacional, por ser esta administración la responsable de la gestión y conservación del Monte de El Pardo, conforme a la Ley 23/82, de 16 de junio.

- El Plan de Vigilancia Ambiental incluido en el Anejo 11 del proyecto tiene en cuenta lo indicado.

Dirección General de Patrimonio Cultural de la Consejería de Cultura, Turismo y Deportes de la Comunidad de Madrid

“La Dirección General de Patrimonio Cultural de la Consejería de Cultura, Turismo y Deportes de la Comunidad de Madrid informa que el proyecto tiene incidencia sobre la Zona Arqueológica y Paleontológica “Terrazas del Manzanares” (CM/0079/797) y sobre el Puente de San Fernando (CM/0079/741), ambos bienes integrantes del Catálogo Geográfico de Bienes

Inmuebles del Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid. No obstante, ese organismo ya cuenta con el “Informe final de la prospección arqueológica”, en el marco del proyecto “Restauración Fluvial del río Manzanares en el entorno del Real Sitio de El Pardo. Fase II entre el arroyo de la Trofa y el Puente de San Fernando (Madrid)”, en el que queda reflejado que los resultados de la prospección arqueológica de cobertura total han resultado negativos desde el punto de vista arqueológico. Sin embargo, se considera necesario un control y vigilancia arqueo-paleontológico en todos los movimientos de tierras necesarios para la ejecución del proyecto”

- Dentro del seguimiento en el río Manzanares se ha incluido una partida correspondiente a la realización del seguimiento arqueológico y paleontológico durante las actuaciones de movimientos de tierras del proyecto, incluida la toma de muestras paleontológicas si resultase necesario.

Dirección General de Salud Pública, de la Consejería de Sanidad, de la Comunidad de Madrid

“Sobre la protección de la salud en la fase de las obras. Se deberán aplicar las mejores técnicas disponibles para evitar el incremento del ruido y la producción de un volumen elevado de polvo y partículas (ej. Humidificar los escombros y áreas con polvo, cubrición de camiones, etc.) en la proximidad de las áreas recreativas y deportivas de Somontes y Puerta de Hierro, y del hipódromo de la Zarzuela”

- En el Programa de Vigilancia Ambiental del Documento Ambiental se recogen múltiples medidas de protección de la atmósfera.

“Sobre los efectos previsibles del cambio climático relativos a la prevención y control de plagas. En la estimación de los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos, no se ha tenido en cuenta el impacto vinculado con la presencia de plagas relacionadas con las áreas fluviales. De este modo, se prevé una mayor incidencia de propagación y recurrencia de ciertas enfermedades infecciosas, principalmente arbovirosis. Por consiguiente es necesario profundizar en el estudio de la dinámica poblacional y establecer un sistema de indicadores que permitan detectar, evaluar y gestionar las principales amenazas de colonización relacionadas con los mismos, implantando a su vez un sistema de información geográfica (SIG) con métodos de análisis espacial. Complementando todo ello, con la implantación de medidas de mantenimiento de las masas de agua tales como labores de mantenimiento, limpieza de cauces y márgenes de las masas fluviales, las cuales son claves para evitar el establecimiento de hábitats larvarios que originen la proliferación de mosquitos”

- Se ha incluido, dentro del Programa de Vigilancia Ambiental, el seguimiento para el control de la evolución de hábitats larvarios que puedan generar la proliferación de mosquitos, permitiendo así profundizar en el conocimiento de la dinámica poblacional de los vectores con incidencia negativa en la salud de la población, debido a la transmisión de

enfermedades, a realizar en coordinación con el Departamento de Control de Vectores del Ayuntamiento de Madrid.

“Sobre la gestión de los residuos. Se han identificado diferentes actuaciones del proyecto (demolición de infraestructuras existentes en la antigua playa de Madrid, el colector sobre el corredor ambiental del Manzanares, la retirada de la antigua torre de vigilancia) que debido a su antigüedad pueden contener materiales con amianto. Por lo que, en su caso, debido a su peligrosidad, la manipulación, eliminación y gestión de este residuo será realizada obligatoriamente por empresas especializadas y registradas en el Registro de Empresas con Riesgo de Amianto (RERA) y el personal que ejecute los trabajos deberá poseer la formación adecuada conforme a la legislación vigente”

- Se ha incluido en el proyecto una partida correspondiente a la retirada y gestión de residuos con amianto (COD. LER 17.06.05) que incluye la recogida y acopio in situ de los residuos con amianto, la carga y transporte mínimos de los residuos y la gestión de la documentación y del residuo con amianto.

“Sobre la restauración de la vegetación de ribera y otros. En la repoblación vegetal deberán incluirse las directrices de gestión integrada de plagas, eligiendo aquellas especies que requieran un menor uso de productos químicos, además con un diseño más paisajístico que facilite su mantenimiento y limpieza con el fin de evitar el cobijo y proliferación de plagas. Asimismo, es importante evitar la utilización de especies con alta incidencia alérgica en la Comunidad de Madrid, como son el plátano, el olivo, las arizónicas y los cipreses”

- Para la elección de las especies de vegetación de ribera se han tenido en cuenta las directrices de gestión integradas de plagas.

8. PROGRAMA DE TRABAJO Y PLAZO DE EJECUCIÓN

La ejecución de estas actuaciones necesita ser convenientemente explicada y priorizada, para su correcta ejecución.

- En relación con el estado del cauce y las demandas sociales, es importante la realización de la retirada de árboles muertos y desbroces en todo el tramo. Sería la acción más fácil de iniciar y que tendría una muy buena acogida por la sociedad.
- Las actuaciones en la confluencia del río Manzanares con el arroyo de la Trofa tienen carácter prioritario.
- Posteriormente, convendría realizar las actuaciones sobre los restos de la antigua infraestructura de Playa de Madrid. Con ello se pretende minimizar los efectos sobre la vida piscícola.
- Por último, se procederá a la creación y adecuación de la senda.
- La creación de frezaderos y retirada de tapones de leña en el cauce debe hacerse en invierno o primavera, cuando el río lleve menos caudal, ya que se trata de un río regulado por la presa del Pardo aguas arriba de las actuaciones.
- La construcción de hidrotecnias en Trofa se realizará fuera del período de reproducción del águila imperial.
- La plantación de vegetación en la Trofa debe realizarse en invierno, por lo que será independiente del mes.
- Las actuaciones en el entorno del P.D. Puerta de Hierro no se podrán realizar en verano por la presencia de niños en el mismo.
- Se evitará realizar los trabajos en el periodo comprendido entre principios del mes de marzo y finales del mes de junio para evitar daños durante la nidificación y la cría de la fauna silvestre en el entorno del arroyo de la Trofa.
- La construcción del cerramiento se realizará al final de todas las actuaciones.
- Todas las actuaciones relativas al Arroyo de la Trofa (plantaciones, hidrotecnias, abrevaderos, microcerramientos...) quedarán supeditadas a que, por parte de

Patrimonio Nacional, se efectúe una política efectiva de eliminación de especies cinegéticas dentro del cerramiento efectuado en la cuenca del Trofa en la Fase I de la obra.

A continuación se presenta un cronograma trimestral de los grandes bloques de actuaciones a realizar durante las obras. Para un nivel de detalle mensual por actuaciones e importes mensuales habrá que consultar el Anejo nº 15. Plan de Obra.

| | AÑO 1 | | | | AÑO 2 | | | |
|--|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| | PRIMER TRIMESTRE | SEGUNDO TRIMESTRE | TERCER TRIMESTRE | CUARTO TRIMESTRE | QUINTO TRIMESTRE | SEXTO TRIMESTRE | SÉPTIMO TRIMESTRE | OCTAVO TRIMESTRE |
| MEJORA CUBIERTA VEGETAL - RÍO MANZANARES | | | | | | | | |
| RETIRADA DE RESTOS DE LA ANTIGUA INFRAESTRUCTURA DE PLAYA DE MADRID - RÍO MANZANARES | | | | | | | | |
| RECUPERACIÓN ESPACIO FLUVIAL RIBEREÑO - RÍO MANZANARES | | | | | | | | |
| RECUPERACIÓN DE HÁBITATS Y CREACIÓN DE FREZADEROS - RÍO MANZANARES | | | | | | | | |
| CREACIÓN DE SENDA EN RÍO MANZANARES | | | | | | | | |
| MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN - RÍO MANZANARES (*) | | | | | | | | |
| OBRAS DE RECUPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - ARROYO DE LA TROFA | | | | | | | | |
| SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y DIVULGACIÓN (*) | | | | | | | | |
| SEGURIDAD Y SALUD | | | | | | | | |

Tabla 4. Plan de obra simplificado por trimestres

(*) El seguimiento ambiental se realizará durante 3 años a partir del inicio de las obras.

(*) El mantenimiento y conservación de la senda, vallados, señalética y vegetación se llevará a cabo durante los 3 años siguientes a la finalización de la obra.

9. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

Conforme a la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, se hace constar expresamente que, según el Artículo 13.3, el presente Proyecto comprende una obra completa susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto y comprenderá todos y cada uno de los elementos que sean precisos para la utilización de la obra.

No obstante lo anterior, podrán contratarse obras definidas mediante proyectos independientes relativos a cada una de las partes de una obra completa, siempre que estas sean susceptibles de utilización independiente, en el sentido del uso general o del servicio, o puedan ser sustancialmente definidas y preceda autorización administrativa del órgano de contratación que funde la conveniencia de la referida contratación.

10. PRESUPUESTO

Tal y como se puede comprobar en la parte del Proyecto correspondiente el Presupuesto de Ejecución del Proyecto asciende a TRES MILLONES OCHENTA Y DOS MIL NOVENTA Y DOS EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS (3.082.092,23 €) con el siguiente desglose por capítulos:

| | | |
|----|--|-----------------------|
| C1 | Mejora cubierta vegetal – Río Manzanares | 420.413,19 € |
| C2 | Retirada de restos de la antigua infraestructura de Playa de Madrid – Río Manzanares | 113.710,26 € |
| C3 | Recuperación espacio fluvial ribereño – Río Manzanares | 144.930,26 € |
| C4 | Recuperación de hábitats y creación de frezaderos – Río Manzanares | 59.097,56 € |
| C5 | Creación de senda en río Manzanares | 343.319,40 € |
| C6 | Mantenimiento y conservación – Río Manzanares | 123.673,26 € |
| C7 | Obras de recuperación y mantenimiento – Arroyo de la Trofa | 1.097.732,65 € |
| C8 | Seguimiento ambiental y divulgación | 284.728,13 € |
| C9 | Seguridad y Salud | 91.892,99 € |
| | Costes directos totales | 2.679.497,70 € |
| | Costes indirectos (7,5 %) | 200.962,33 € |
| | Gastos generales (7 %) | 201.632,20 € |
| | Total PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL | 3.082.092,23 € |
| | Total PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR ADMINISTRACIÓN | 3.082.092,23 € |

11. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

- **MEMORIA**
- **ANEJOS A LA MEMORIA**
 - 1. Antecedentes y situación actual
 - 2. Cartografía y topografía
 - 3. Geología
 - 4. Climatología e hidrología
 - 5. Aplicación del protocolo hidromorfológico
 - 6. Anejo de presiones
 - 7. Estado ecológico
 - 8. Anejo de trazado
 - 9. Replanteo
 - 10. Movimiento de tierras
 - 11. Documentación ambiental
 - 12. Reportaje fotográfico
 - 13. Seguridad y Salud
 - 14. Justificación de precios
 - 15. Plan de obra
- **PLANOS**
 - Plano 1. Localización de la zona de proyecto
 - 1.1. Contexto regional y local
 - 1.2. División en zonas de actuación en el río Manzanares
 - División en zonas de actuación en el Arroyo de la Trofa

Plano 2. Río Manzanares. Estado actual

- 2.1. Plano Topográfico
- 2.2. Ortofoto
- 2.3. Curvas de nivel

Plano 3. Actuaciones Río Manzanares

- 3.1. Actuaciones. Planta general
- 3.2. Actuaciones. Plano llave
- 3.3. Actuaciones. Detalle Zona 1
- 3.4. Actuaciones. Detalle Zona 2
- 3.5. Actuaciones. Detalle Zona 3
- 3.6. Actuaciones. Detalle Zona 4
- 3.7. Actuaciones. Detalle Zona 5
- 3.8. Actuaciones. Detalle Zona 6
- 3.9. Actuaciones. Detalle Zona 7
- 3.10. Actuaciones. Detalle Zona 8
- 3.11. Actuaciones. Detalle Zona 9
- 3.12. Actuaciones. Detalle Zona 10
- 3.13. Actuaciones. Detalle Zona 11
- 3.14. Actuaciones. Detalle Zona 12
- 3.15. Actuaciones. Detalle Zona 13

Plano 4. Levantamiento topográfico

- 4.1. Ubicación de secciones en planta
- 4.2. Zona 1
- 4.3. Zona 2

- 4.4. Zona 3
- 4.5. Zona 4
- 4.6. Zona 5
- 4.7. Zona 6
- 4.8. Zona 7

Plano 5. Río Manzanares. Caminos y senderos

- 5.1. Secciones tipo por ubicación
- 5.2. Sección tipo de camino

Plano 6. Replanteo

- 6.1. Plano llave
- 6.2. Zona 1
- 6.3. Zona 2
- 6.4. Zona 3
- 6.5. Zona 4
- 6.6. Zona 5
- 6.7. Zona 6
- 6.8. Zona 7
- 6.9. Zona 8
- 6.10. Zona 9
- 6.11. Zona 10

Plano 7. Movimiento de tierras

- 7.1. Planta Zona 1
- 7.2. Perfil longitudinal Zona 1
- 7.3. Perfiles transversales Zona 1

- Hoja 1
- Hoja 2
- Hoja 3
- Hoja 4
- Hoja 5
- Hoja 6
- 7.4. Planta Zona 2
- 7.5. Perfil longitudinal Zona 2
- 7.6. Perfiles transversales Zona 2
 - Hoja 1
 - Hoja 2
 - Hoja 3
 - Hoja 4
 - Hoja 5
 - Hoja 6
- 7.7. Planta Zona 3
- 7.8. Perfil longitudinal Zona 3
- 7.9. Perfiles transversales Zona 3
 - Hoja 1
 - Hoja 2
 - Hoja 3
 - Hoja 4
 - Hoja 5
 - Hoja 6

- Hoja 7
- Hoja 8
- 7.10. Planta Zona 4
- 7.11. Perfil longitudinal Zona 4
- 7.12. Perfiles transversales Zona 4
 - Hoja 1
 - Hoja 2
 - Hoja 3
 - Hoja 4
 - Hoja 5
 - Hoja 6
- 7.13. Estado actual Zona 5
- 7.14. Estado futuro Zona 5
- 7.15. Diagrama de masas y cálculo de volúmenes Zona 5

Plano 8. Río Manzanares. Actuaciones para mejora de la continuidad hidrológica

- 8.1. Antigua infraestructura de Playa de Madrid. Estado actual
- 8.2. Antigua infraestructura de Playa de Madrid. Proceso de retirada de restos

Plano 9. Material interpretativo. Cartelería y señalética

- 9.1. Ubicación
- 9.2. Señales

Plano 10. Planta general de actuaciones en el Arroyo de la Trofa

- 10.1. Plano llave
- 10.2. Zona 1

- 10.3. Zona 2
- 10.4. Zona 3
- 10.5. Zona 4
- 10.6. Confluencia Trofa-Manzanares

- **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

- **PRESUPUESTO**

- 5.1 – Mediciones
- 5.2 – Cuadro de precios N^o1
- 5.3 – Cuadro de precios N^o2
- 5.4 – Presupuestos parciales
- 5.5 – Resumen general del presupuesto

12. EQUIPO REDACTOR

AUTOR DEL PROYECTO (Por Tragsatec)

- Román Esteban Diez (Ingeniero de Montes)

EQUIPO DE TRAGSATEC

- María Dolores Maza Vera
- Marta González Sánchez
- Fernando Ramírez de Dampierre Bertet
- Cristina Álvarez Tutor
- Jose Ramón Negueruela Sánchez

13. CONCLUSIONES Y FIRMAS

Con esta Memoria y los diferentes documentos y planos que la acompañan, los autores firmantes consideran que el proyecto es completo y suficiente para someterse a la tramitación procedente, considerando que se atiene a lo dispuesto en la legislación vigente en la materia.

El autor del Proyecto (Por Tragsatec):

Fdo.

Román Esteban Díez

Ingeniero de Montes

El Director del Proyecto:

Fdo.

Lorenzo Aguilera Orihuel (por CHT)

Ingeniero de Montes

Madrid, Marzo de 2019



MEMORIA

